МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

На правах рукопису

ЛАВРЕНКО НАТАЛІЯ МИКОЛАЇВНА

УДК 635.657: 631.5: 631.6

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА НУТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ ЗА РІЗНИХ УМОВ ЗВОЛОЖЕННЯ

06.01.02 – сільськогосподарські меліорації

Дисертація
на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Науковий керівник:
доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік НААН
Ушкаренко Віктор Олександрович

Херсон-2015

ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП 4

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ДОСЛІДЖУВАНИХ ПИТАНЬ 12

1.1. Сучасний стан та перспективи вирощування нуту на півдні України 12

1.2. Формування врожаю нуту за різних способів та глибини основного обробітку ґрунту 15

1.3. Вплив мінеральних добрив на продуктивність нуту 19

1.4. Умови формування оптимальної густоти стояння рослин . . . 24

1.5. Особливості росту та розвитку рослин нуту за різних умов зволоження 31

РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 35

2.1. Клімат зони та метеорологічні умови у роки проведення дослідів 35

2.2. Характеристика ґрунту дослідних ділянок 39

2.3. Методика проведення польових дослідів, супутніх спостережень і досліджень 41

2.4. Агротехніка вирощування нуту у польових дослідах 45

РОЗДІЛ 3. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ 47

3.1. Щільність складення ґрунту та його пористість 47

3.2. Водопроникність ґрунту на посівах нуту 50

3.3. Біологічна активність ґрунту залежно від технологічних прийомів вирощування нуту 53

3.4. Умовне споживання елементів живлення з ґрунту рослинами нуту 58

3.5. Якість зрошувальної води та меліоративний стан ґрунту за вирощування нуту 63
РОЗДІЛ 4. РІСТ, РОЗВИТОК І ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ РОСЛИН НУТУ В ПОЛЬОВОМУ ДОСЛІДІ 74
4.1. Фенологічні спостереження за рослинами нуту в польових дослідах 74
4.2. Висота рослин нуту залежно від технологічних прийомів вирощування 78
4.3. Площа листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал посівів нуту 83
РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ЗЕРНА НУТУ 91
5.1. Структурні показники врожаю нуту 91
5.2. Урожай зерна нуту залежно від досліджуваних чинників . . . 95
5.3. Якість зерна нуту залежно від досліджуваних елементів технології вирощування 98
5.4. Програмування врожаю зерна нуту залежно від досліджуваних елементів технології вирощування 104
РОЗДІЛ 6. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ І ВИРОБНИЧИХ РЕСУРСІВ НУТОМ 112
6.1. Сумарне водоспоживання та ефективність використання води рослинами нуту 112
6.2. Ефективність використання мінеральних добрив та поливної води посівами нуту 117
6.3. Економічна ефективність технології вирощування нуту 123
6.4. Енергетична оцінка технології вирощування нуту 131
АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ 138
ВИСНОВКИ 142
ДОДАТКИ 145
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 195

ВСТУП

На даний час глобальна і продовольча безпека - стали невід’ємними частинами стратегічного напряму розвитку будь-якої країни. Вони є взаємопов’язаними і невід’ємними. Тому, продовольче забезпечення країни в повному обсязі є найактуальнішим і основним завданням сьогодення.

Однією з сільськогосподарських культур, яка здатна в умовах глобальної зміни клімату забезпечити сталі врожаї зерна з високим вмістом продовольчого білка – є нут.

Сприятливі ґрунтово-кліматичні умови, вигідне геополітичне та територіально-економічне розташування України, працьовитий народ зумовили значний розвиток виробництва зерна в нашій країні. За обсягами посівних площ зернових і зернобобових культур Україна займає 6-7, а за виробництвом зерна на одну особу - 5-6 місце [68].

В даний час питання, пов'язані із забезпеченістю білком, повинні вирішуватися не лише за рахунок збільшення площі і об'ємів вирощеної продукції зернових і бобових культур, а також з врахуванням концепцій раціонального природокористування, які мають на меті оптимізацію землекористування, біологізацію землеробства, удосконалення технологій вирощування, використання нових сортів і гібридів культур та меліорації земель.

Зернобобові культури є основою високобілкових ресурсів в кормовому раціоні тварин і харчування людей, проте в процесі інтенсифікації землеробства вони стали займати менші площі від потреби населення. При цьому попит на горох, чину, нут, сочевицю та інші культури для продовольчих і кормових цілей, за рахунок власного виробництва, далеко не повністю задовольняється у більшості країн світу [82].

Нут – одна з самих посухостійких зернобобових культур, посівна площа якої з кожним роком збільшується. Культура вирощується в більш ніж 30 країнах світу, займаючи третє місце серед зернобобових, поступаючись

лише сої і квасолі. Основні його посівні площі зосереджені в Індії, Китаї, Пакистані [176-178].

Нут, сама цінна за поживністю бобова культура, яка містить велику кількість вітамінів та інших біологічно-цінних речовин. У зерні міститься 20-30% білка, який за якістю наближається до яєчного; 4-7% жиру; 2-7% клітковини; 50-60% вуглеводів; 2-5% мінеральних речовин; вітаміни А, B_1, B_2, B_3, С, B_6, РР, незамінні амінокислоти. Білок нуту практично знежирений, перетравлюється на 80-83%) та легко засвоюється, а за амінокислотним складом дуже близький до тваринного походження. Біологічна цінність білка досягає 52-78%. Вміст вітаміну С в насінні нуту коливається від 2,2 до 20 мг на 100 г біомаси, причому в проростаючому насінні його вміст збільшується і на 12-й день після проростання складає 130-150 мг на 100 г сухої речовини [175-178, 191].

Актуальність теми. В сучасних умовах господарювання, де сільськогосподарські підприємства не дотримуються сівозмін, відмовляючись від вирощування бобових культур, застосовують застарілу техніку та технології, відбувається різке зниження продуктивності орних земель. Одним із шляхів покращення даної ситуації є впровадження у виробництво нуту, що є одним із способів підвищення родючості ґрунту, вирішення проблем виробництва кормового і харчового білка та становлення економічної стабільності господарств.

Використання нуту дозволяє раціонально побудувати сівозміну, особливо в степовій зоні України, де за умов обмеженого природного забезпечення вологою вибір культур невеликий і спостерігається перенасичення сівозмін злаковими, а значить, і накопичення шкідників і хвороб із відповідними наслідками [178, 190, 191].

На півдні України нут є малопоширеною і недостатньо дослідженою культурою, а більшість рекомендованих технологій його вирощування базуються на загальних підходах до обробітку ґрунту та догляду за посівами. Необізнаність товаровиробників в особливостях його вирощування

призводить до отримування невисоких урожаїв, великої забур'яненості посівів, низької якості зерна, і, як наслідок – унеможливлює формування реалізаційних торгівельних партій. На внутрішньому ринку попит на нут незначний, але експортний потенціал культури великий.

Нут - цінна культура в агротехнічному відношенні, оскільки є одним з кращих попередників. Після його збирання з післяжнивними залишками до ґрунту надходить стільки ж поживних речовин, скільки їх міститься в 15-20 т гною. Порівняно з іншими зерновими бобовими культурами, нут менш вимогливий до вологи і відрізняється високою посухостійкістю. Наявність такої біологічної особливості рослин нуту пояснюється тим, що їх клітини містять менше вільної і більше зв'язаної води. Внаслідок цього випаровування у них нижче, ніж в інших бобових культур. У період посухи нут призупиняє ріст та розвиток, а при настанні сприятливих умов - поновлює [57, 190]. Зрошення нуту дозволяє збільшити врожай в посушливий рік майже удвічі.

Тому дослідження прийомів вирощування нуту за різних умов зволоження в Південному Степу України дасть можливість створити та впровадити у виробництво раціональні сівозміни, покращити агромеліоративний стан ґрунтів, поліпшити екологічний стан агроценозів, а також підвищити економічну незалежність підприємств. Реалізація зазначених заходів дозволить залишити наступним поколінням високопродуктивні та збалансовані агроценози в стані найбільш придатному для одержання продуктів харчування і сировини для промисловості. Сукупність вищенаведених питань обумовлює актуальність теми дисертаційного дослідження, його мету та завдання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Експериментальні дослідження дисертаційної роботи були складовою частиною тематичного плану НДР Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» й виконувалися за темою «Агроекологічні та біологічні основи інтенсифікації вирощування

зернобобових культур в Степу України та ідентифікація сортів за рівнем адаптації до несприятливих факторів зовнішнього середовища» (державна реєстрація №0111U010248) та спільної наукової роботи між Інститутом сільського господарства АР Крим НААН і ДВНЗ «ХДАУ», які виконувалися в рамках програм НААН: 05 «Сільськогосподарська мікробіологія», НТП 11 «Зернові культури», де автор був безпосереднім виконавцем досліджень.

Мета й завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи було розробити елементи технології вирощування зерна нуту за різних умов вологозабезпечення Південного Степу України, що гарантує отримання сільськогосподарським товаровиробником високого та якісного врожаю культури на фоні поліпшення фізичних властивостей, меліоративного стану та підвищення родючості ґрунту.

До завдань досліджень входило:

- проаналізувати зміну фізичних властивостей ґрунту і його водопроникність залежно від досліджуваних факторів;
- виявити вплив основного обробітку та доз мінеральних добрив на біологічну активність ґрунту;
- визначити вміст елементів живлення в ґрунті на час сівби та збирання зерна нуту;
- дослідити меліоративний стан ґрунту за вирощування нуту;
- визначити особливості росту й розвитку рослин нуту за різних прийомів вирощування;
- визначити рівень урожайності зерна та його якість залежно від досліджуваних факторів;
- побудувати математичну модель формування врожаю зерна нуту залежно від технологічних прийомів вирощування;
- розрахувати економічну та енергетичну ефективність вирощування зерна нуту залежно від досліджуваних факторів в умовах Південного Степу України.

Об'єкт досліджень: процеси росту, розвитку та формування врожаю

зерна нуту і його якості залежно від основного обробітку ґрунту, доз мінеральних добрив, густоти стояння рослин та умов зволоження.

Предмет досліджень: сорт нуту Розанна; темно-каштановий ґрунт; елементи технології вирощування: основний обробіток ґрунту, дози мінеральних добрив, густоти стояння рослин, умови зволоження; економічні та енергетичні параметри технології вирощування культури.

Методи досліджень. У процесі досліджень були використані наступні методи: історичний - для ретроспективного узагальнення наукових досягнень вітчизняних та іноземних вчених щодо вивчення технології вирощування нуту на зерно; польовий короткотривалий багатофакторний дослід - для проведення біометричних вимірів та обліку врожаю культури; лабораторний - аналіз структури та якості врожаю зерна; розрахунковий - оцінка економічної та енергетичної ефективності вирощування культури, досліджуваних елементів технології, окупності матеріальних і природних ресурсів; статистичний - проведення дисперсійного аналізу та статистичного обробітку результатів досліджень; програмування – для побудови математичних моделей формування врожаю зерна культури.

Наукова новизна одержаних результатів. Розроблені основні складові агротехнічного комплексу вирощування зерна нуту за різних умов зволоження в умовах Південного Степу України, що забезпечують збільшення продуктивності культури та поліпшення якості зерна. Встановлено вплив основного обробітку, доз мінеральних добрив та густоти стояння рослин на агромеліоративний стан ґрунту, його біологічну активність при вирощуванні нуту. Застосовані сучасні методи програмування врожаю зерна нуту залежно від досліджуваних факторів. Проведено узагальнену економічну та енергетичну оцінку технології вирощування нуту за комплексом показників в умовах Південного Степу України, які представлені сукупністю науково-прикладних положень, що виносяться на захист, зокрема:

вперше:

- визначено й обґрунтовано особливості формування врожаю та якості зерна нуту за різних умов зволоження в умовах Південного Степу України;

- узагальнено наявний експериментальний матеріал та виявлено вплив елементів технології вирощування нуту на меліоративний стан ґрунту;

- обґрунтована економічна та енергетична ефективність технологічних прийомів вирощування в умовах Південного Степу України;

удосконалено:

- основні технологічні прийоми вирощування нуту в Південному Степу України;

- умови формування якісного врожаю зерна нуту за різної глибини основного обробітку, дози мінеральних добрив та умов зволоження;

- показники економічної та енергетичної оцінки технології вирощування зерна нуту в сучасних умовах господарювання;

набули подальшого розвитку:

- методи та заходи підвищення продуктивності ланок сівозмін за рахунок вирощування нуту, що забезпечує покращення меліоративного стану ґрунтів Південного Степу України;

- наукові основи програмування процесів росту, розвитку та управління продуктивністю культури.

Практичне значення одержаних результатів. Впровадження у виробництво рекомендованого комплексу агротехнічних прийомів вирощування нуту дозволяє отримувати за різних умов зволоження стабільні, високі, якісні та економічно-енергетично обґрунтований рівень врожаї зерна, поліпшити агромеліоративний стан ґрунтів, збільшити їх родючість.

Результати досліджень були впроваджені у СК «Радянська земля» Білозерського району Херсонської області у 2013-2014 рр. на площі 10 га; ТОВ НВФ «Дріада, ЛТД» у 2013 році на площі 10 га; ФГ «Велес-2010» Новотроїцького району Херсонської області у 2014 році на площі 3 га; ПОСП «Агрофірма МИР» Новотроїцького району Херсонської області у 2014 році на площі 10 га; Державне підприємство «Дослідне господарство

«Клепінінська експериментальна база» Інституту сільського господарства Криму Національної академії аграрних наук України в 2014 році на площі 7,4 га; ФГ «Восток» Білозерського району Херсонської області у 2014 році на площі 2 га; ФГ «Роксолана» Білозерського району Херсонської області у 2014 році на площі 2 га (додатки С.1-С.7).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом особистого наукового дослідження автора. Дисертантом, разом з науковим керівником розроблені схеми дослідів, складена програма досліджень. Автор зробила аналітичний огляд вітчизняної та зарубіжної літератури. Самостійно закладала польові досліди, провела спостереження і аналізи, опрацювала отримані результати, провела узагальнення експериментального матеріалу, визначила економічну та енергетичну ефективність досліджуваних елементів і технології вирощування в цілому, побудувала математичну модель формування програмованого врожаю. Основні положення дисертації, висновки і пропозиції науково-обґрунтовані і розроблені безпосередньо автором.

Апробація результатів дисертації. Основні та проміжні результати досліджень доповідалися, обговорювалися й отримали позитивну оцінку на науково-практичних конференціях, зокрема: щорічних наукових конференціях викладачів і аспірантів агрономічного факультету ДВНЗ «ХДАУ» (м. Херсон, 2012-2015 рр.); Регіональній науково-практичній конференції «Інтегроване управління водним режимом ґрунту в зоні Сухого степу (м. Херсон, 4-5 квітня 2012 р.); Регіональній науково-практичній конференції молодих вчених «Технології вирощування сільськогосподарських культур у південному регіоні України» (м. Херсон, 11-12 квітня 2012 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Науково-практичне обґрунтування розвитку аграрного виробництва та бізнесу в Україні» (м. Херсон, 21-22 червня 2012 р.); 4 Міжнародному екологічному форумі «Чисте місто. Чиста ріка. Чиста планета» (м. Херсон, 13-14 вересня 2012 р.); Міжнародному інвестиційному форумі «Таврійські

горизонти: привабливість, співпраця, інвестиції, економічний розвиток» (м. Нова Каховка, 27-28 вересня 2012 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Комплексні меліорації земель як складова раціонального природокористування» (м. Херсон, 21-22 лютого 2013 р.); Науково-практичній конференції «Сучасні методи експериментальних досліджень і аналізу даних в аграрній науці» (м. Херсон, 27 березня 2013 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Комплексні меліорації ландшафтів: стан, проблеми, перспективи» (м. Херсон, 24-26 квітня 2013 р.); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Раціональне використання екосистем: боротьба з опустелюванням і посухою» (м. Миколаїв, 21 травня 2013 року); Наукових читаннях «Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства», посвященные памяти член-корреспондента РАСХН и НАНКР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. (г. Рязань, Россия, 09 декабря 2013 г.); Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Актуальные научные исследования в области мелиорации» (г. Новочеркасск, Россия, 26 сентября 2014 г.); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Сохранение, восстановление и улучшение почв: настоящее и контуры будущего» (г. Новочеркасск, Россия, 12 января – 31 марта 2015 г.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 22 наукові праці, з них 5 - у фахових виданнях України та 6 – у закордонних, 2 - патенти на корисну модель.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ДОСЛІДЖУВАНИХ ПИТАНЬ

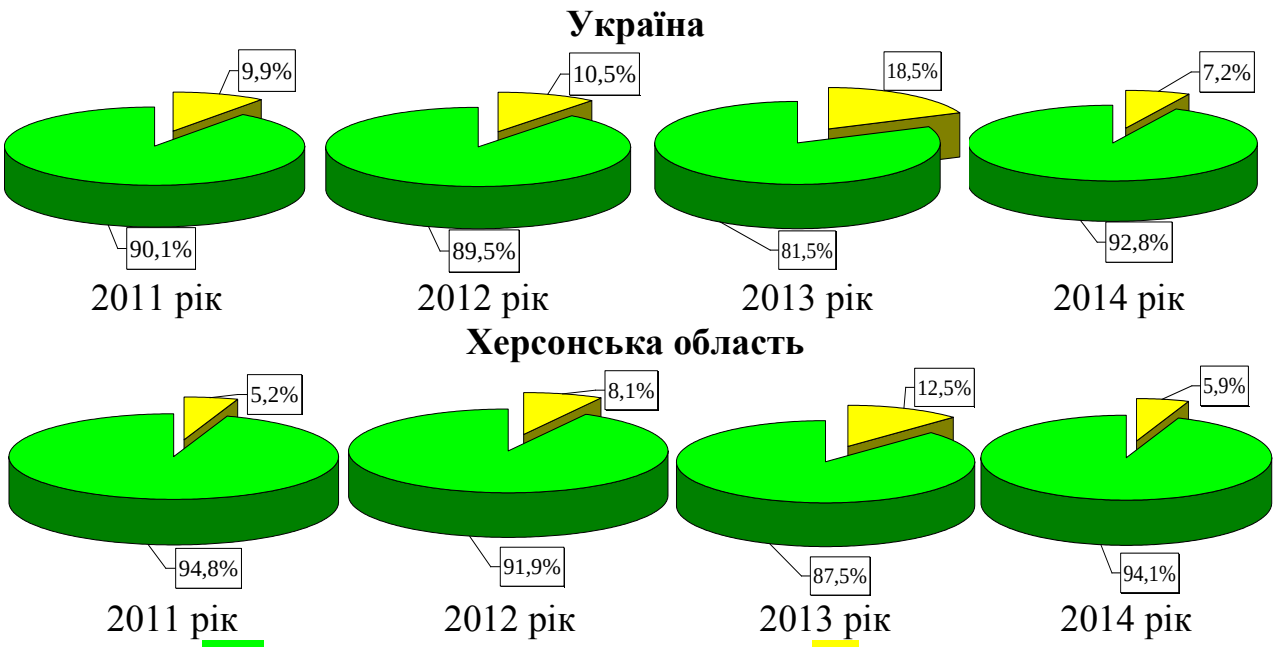
1.1. Сучасний стан та перспективи вирощування нуту на півдні України

Останні 25 років землеробство та рослинництво України відзначається значними змінами. Структура сівозмінних площ, система удобрення культур, раціональні заходи обробітку ґрунту та інші елементи в загальній технології вирощування сільськогосподарських культур більшості господарств не дотримуються. Дана ситуація позначилася на величині врожаю зерна польових культур в бік зниження та збільшення деградаційно-дефляційних процесів. Однією з причин виникнення такої ситуації є зниження площі посіву зернобобових культур, як в умовах зрошення, так і суходолу.

В Україні основною зернобобовою культурою протягом багатьох років залишається горох, але щорічно його частка стабільно зменшується, яку займають інші малопоширені, але з більшим попитом на ринку культури, а саме: нут, сочевиця, чина посівна, маш та інші. Основними причинами цього є поширення хвороб, шкідників, бур’янів; значні втрати за двофазного збирання гороху; труднощі при зберіганні; висока собівартість за низької вартості зерна, тощо.

Однією з бобових культур, яка дає високі та стійкі врожаї за різних умов вологозабезпечення є нут. На даний час майже 70-75% площі посіву зернобобових культур займає горох, 6-12 - квасоля, 6-12% - нут, 0,7-0,8 - сочевиця (рис. 1.1).

За даними Державної служби статистики в Україні відзначається стійке зниження площі посіву зернобобових культур - з 373,8 (2011 рік) до 227,1 га (2014 рік), тобто на 39,2% (табл. 1.1). Аналогічна ситуація спостерігається і в Херсонській області, де максимальна площа в 8829,99 га була в 2012 році, а в 2014 році складала лише 5240,27 га (59,3% від 2012 року).



Примітки: - зернобобові культури, всього; - нут.

Рис. 1.1. Частка площі посіву нуту в загальному балансі зернобобових культур, %

Аналогічна закономірність простежується і в площі посіву нуту. Найбільша площа посіву цієї культури була в 2013 році, як в Україні – 34,9 тис.га, так і Херсонській області – 1456,65 га, але в 2014 році відбулося значне зниження – в 2,6-3,9 рази. Це пояснюється відсутністю стійкої державної цінової політики щодо зерна нуту та розроблених регіональних технологій вирощування культури в різних агроекологічних умовах.

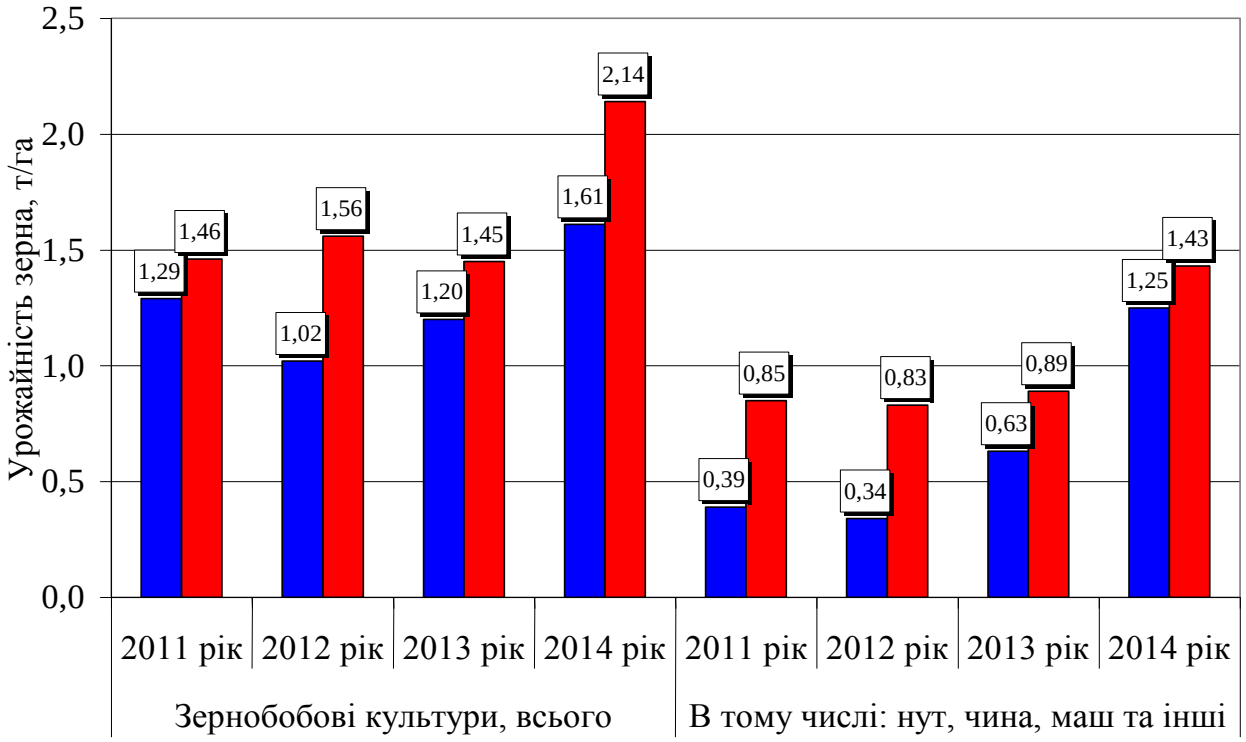
Таблиця 1.1

Площа посіву зернобобових культур

Культура	Рік	Україна, тис. га	Херсонська область, га
Зернобобові культури, всього	2011	373,8	4872,93
	2012	318,3	8829,99
	2013	279,8	7880,53
	2014	227,1	5240,27
В тому числі: нут, чина, маш та інші	2011	19,3	484,61
	2012	25,9	922,77
	2013	34,9	1456,65
	2014	13,4	376,62

Часто товаровиробники вирощують нут за технологією інших зернобобових культур, зокрема гороху, що є недопустимим. Така поведінка і

призводить до збирання низьких врожаїв зерна (рис. 1.2).



Примітки: - Україна; - Херсонська область.

Рис. 1.2. Динаміка врожайності зернобобових культур в Україні та Херсонській області

Так, середня врожайність зерна бобових культур, і зокрема нуту, в Херсонській області нижча за показники по інших областях України на 15-20%. Але на цьому фоні простежується динаміка збільшення врожайності зерна за роками з 1,46 до 2,14 т/га в Україні та з 1,29 до 1,61 – Херсонській області. Більш динамічний процес відзначається за врожайністю нуту - від 0,39 до 1,25 т/га в Херсонській області та від 0,85 до 1,43 т/га – в Україні.

Як видно з статистичних даних у сільськогосподарських товаровиробників є усі передумови перепрофілювати своє виробництво на вирощування нових високоліквідних зернобобових культур, зокрема нуту. Впровадження у виробництво цієї культури дасть можливість не тільки отримувати високі та стійкі врожаї за різних умов зволоження, а також привести структуру посівних площ у відповідність до науково-обґрунтованих норм, поповнити ґрунт біологічним азотом, поліпшити мікробіологічний та фізичний стан ґрунту, тощо, але за умови виконання науково-обґрунтованої технології вирощування.

1.2. Формування врожаю нуту за різних способів та глибини основного обробітку ґрунту

Способи основного обробітку ґрунту різняться за глибиною, ступенем обертання, інтенсивністю кришення, а також особливостями водно-повітряного, теплового та поживного режимів. Саме вони служать основною причиною неоднорідності структурно-агрегатного складу ґрунтів за вирощування нуту на зерно. Традиційним способом основного обробітку ґрунту під нут є полицева оранка, яка згідно отриманих експериментальних даних знизила собівартість зерна та збільшила рівень рентабельності на 25,5-49,0% порівняно з іншими способами обробітку [62].

Перевага полицевого обробітку ґрунту підтверджується багаточисленними дослідженнями в різних країнах світу, як в незрошувальних умовах [30, 102, 203], так і при зрошенні [198]. При цьому значна кількість даних свідчить про перевагу ранньої глибокої зяблевої оранки [35, 76, 95, 158, 166]. Створення глибокого орного шару дозволяє сформуватися міцній кореневій системі, що збільшує врожай зерна нуту, за умов водного стресу, на 14-45% [234].

Найбільш економічно та енергетично ефективною глибиною зяблевої оранки в Україні є 20-22 см, а більш глибокий обробіток підвищує врожай нуту [77]. Тому, товаровиробники вважають, що обробіток ґрунту повинен складатися із своєчасного лущення і наступної зяблевої оранки на глибину 25-30 см [51, 75]. Але це твердження необхідно диференціювати залежно від ґрунтово-кліматичних, ресурсно-матеріальних, екологічних та інших умов господарства. Тому, за узагальненими даними найкращим обробітком ґрунту є полицева оранка на глибину 20-22 см на чистих полях і 25-27 см – на забур’янених [15, 71, 116, 187].

Залежно від попередника обробіток ґрунту також суттєво різниться. Після стерньових попередників обробіток ґрунту слід починати з лущення стерні на глибину 6-8 см відразу після збирання. Цим агротехнічним заходом

вирішуються такі завдання, як збереження вологи в ґрунті, створення сприятливих провокаційних умов для проростання насіння бур'янів та наступного якісного проведення зяблевої оранки. Важливим чинником, що знижує врожай нуту, є бур’яни. За умов засмічення поля коренепаростковими бур'янами проводять друге лущення стерні через 10-14 днів після першого на глибину 10-12 см. Після лущення стерні в період масових сходів бур'янів (через 15-20 днів) слід проводити зяблеву оранку на глибину 27-30 см, якомога якісніше, оскільки це суттєво впливає на всі наступні види робіт [38, 175].

На південних чорноземах Волгоградської області (Росія) основний обробіток під нут після ячменю складався з лущення стерні лущильником ЛДГ-10, а через 2-3 тижні - безполицевої оранки [140].

Порівняльна характеристика поверхневого та глибокого способів основного обробітку ґрунту свідчить, що вирощування нуту за оранки сприяло зниженню забур’яненості посівів в 1,8-2,4 рази порівняно з дискуванням [86, 87]. Ці наукові викладки були підтверджені на виробництві. Так, в агрофірмі «Схід» Миколаївської області найкращим способом обробітку ґрунту під нут є оранка на глибину 25-27 см. Аналогічні результати були отримані і в ТОВ «Агроінвестгруп» Одеської області, де проведення дискування на глибину 15-17 см суттєво знизило врожай зерна порівняно з оранкою [5].

Попереднє твердження також було експериментально доведено в наукових установах, де збільшення глибини оранки з 13,5 до 27 см збільшило врожай зерна нуту на 36,2%. Поясненням цього служить те, що глибока оранка розпушує ґрунт при цьому утворюються сприятливі умови для накопичення вологи та доброї аерації [27, 147, 177].

За полицевого обробітку вміст грудкувато-зернистої структури в орному шарі темно-каштанового ґрунту вирівняний і складає 61-64%. За безполицевого обробітку верхній шар ґрунту (0-0,1 м) стає більш розпорошеним (21%) і брилистим (25%), а нижній (0,1-0,2 м) – більш оструктуреним (70%) [61].

Інші науковці отримали зовсім протилежні результати. Так, найкращим способом обробітку в умовах південно-східного Казахстану є мінімальний плоскорізний обробіток на глибину 10-12 см. Урожайність за цього обробітку була більшою на 0,07-0,10 т/га порівняно з оранкою на 20-22 см [163].

Також проведені дослідження на полях ТОВ АКХ «Кузнецовська» (Волгоградська область Росії) виявили перевагу поверхневого мульчуючого обробітку ґрунту на глибину 6-12 см залежно від осіннього зволоження порівняно з обробітком стійкою СІБЕМ без обертання скиби на 27 см [208].

Група вчених зазначає, що раціональним обробітком для отримання максимальної продуктивності зерна, оптимізації водного режиму посівів нуту є застосування гербіциду Паракват і мульчі (гексадеканол і білий непрозорий поліетилен) [235].

На легких і середніх за гранулометричним складом ґрунтах добрі результати були отримані за мінімального обробітку - один-два дискування на глибину 10-12 см і третє - глибоке на 16-18 см восени [27]. Проведені дослідження в посушливій зоні Оренбурзького Передуралля свідчать, що зниження інтенсивності обробітку під нут збільшує вміст структурних агрегатів розміром 0,25-10 мм з 78,4-79,2% за оранки до 85,0-86,2% - за мінімального обробітку, а коефіцієнт структурності - від 3,8-4,0 до 5,5-6,8, відповідно [42].

Технологія вирощування зерна нуту за мінімального обробітку ґрунту без обертання скиби в умовах Нижнього Поволжя (Росія) дозволяє впродовж 10 років отримувати високі та стабільні врожаї з економією при цьому значних фінансових коштів [152].

Оптимальною глибиною післяжнивного лущення під наступний посів нуту на світло-каштанових ґрунтах Поволжя є 6-8 см, а при підвищеній засміченості поля – 12-14 см. За появи бур’янів ґрунт обробляють плоскорізами на глибину 25-27 см; найбільш ефективним є глибоке розпушення на глибину 45-50 см [153].

Перехід з дискового на плоскорізний обробіток ґрунту

супроводжувався збільшенням сумарного водоспоживання на 110-240 $м^3$/га. Також за взаємодії мінеральних добрив і плокорізного обробітку ґрунту глибокорозпушувачем за ранніх строків сівби (11 квітня) з вірогідністю близько 80% в рисових чеках Калмикії можна розраховувати на врожайність нуту 2,17 т/га, в половині випадків - до 2,5 т/га зерна [159].

В дослідженнях на замуленому суглинку за річної кількості опадів 490 мм, найвищий урожай нуту був за чизельної оранки – 0,620 т/га, а найменший – за полицевої оранки (0,541 т/га). Крім того, за чизельної оранки біомаса нуту була найбільшою (1,308 т/га) [236].

Новітні системи основного обробітку передбачають суттєве зниження впливу машин та агрегатів на ґрунт. Протягом 2000-2009 рр. у Південній Іспанії було досліджено вплив обробітку ґрунту на вміст вологи в ґрунті та ефективність водовикористання посівами нуту. За no-till спостерігався вищий вміст ґрунтової вологи за всіма шарами ґрунту (0-90 см) на час сівбі. За традиційного обробітку (оранка + дискування) вміст ґрунтової вологи був вищий ніж за no-till при збиранні у нижніх (30-90 см) шарах ґрунту. Урожайність за технології no-till складала 1,180, традиційної – 1,082 т/га. Найбільше водоспоживання нуту було за no-till – 375 мм порівняно з 355 - за традиційного обробітку, де різниця була спричинена більшою біомасою бульбочок за no-till [255].

В середньому, нут використовував 10 мм води з поверхневого (0-15 см) шару ґрунту, а при вирощуванні в паровій сівозмінній ланці потребував на 20% більше води з глибини 15-30 см, і на 70% - з глибини 30-60 см порівняно з іншими культурами. З глибини 60-120 см нут використовував на 156% більше вологи за парової системи вирощування, ніж за no-till [241]

Більш детальне вивчення свідчить, що традиційний обробіток ґрунту (оранка+дискування) та no-till не вплинули суттєво на врожай нуту [246].

Схожі результати були отримані і в Ірані, де в сівозмінній ланці озима пшениця-нут найвищий врожай пшениці було одержано за мінімального, а нуту – без обробітку ґрунту. За чизельного обробітку врожаї пшениці і нуту

були на 14 та 27% вищі ніж за традиційної полицевої оранки. Урожайність нуту по необробленому полю була значно вища (на 24-57%), ніж за традиційного, чизельного або мінімального обробітку ґрунту [233].

Аналітичний огляд літературних джерел свідчить, що як спосіб, так і глибина основного обробітку ґрунту під нут суттєво різняться не тільки за країнами, а також в межах одного ґрунтово-кліматичного району. Враховуючи постійне зростання енергетичних ресурсів, збільшення асортименту ґрунтообробних знарядь, глобальних змін в системі обробітку ґрунту дослідження в цьому напряму є своєчасними та актуальними.

1.3. Вплив мінеральних добрив на продуктивність нуту

Однією з основних суперечок між вченими багатьох країн світу є відношення бобових культур до елементів живлення, особливо азотного. Маючи чотири основні напрями в цьому відношенні (вирощувати культуру без добрив, вносити тільки стартове добриво, вносити половину добрив від потреби, а залишок культура забезпечить за рахунок азотфіксації та повне забезпечення нуту мінеральним живленням) вчені не сформували одностайної позиції до системи живлення бобових культур. Проведений аналіз літературних джерел з цього питання свідчить про широкий діапазон рекомендованих доз добрив.

Частина вчених виходять з позиції, що для формування високого врожаю зерна нуту необхідно застосовувати розрахункові методи визначення потреби рослин в елементах живлення. При цьому необхідно враховувати азотфіксуючу діяльність, тип ґрунту, технологію вирощування, тощо [249, 253].

За врожайності 2,0 т/га рослини нуту виносять з ґрунту 106 кг азоту, 36 – фосфору, 150 – калію та 23 – магнію. Тому, для отримання високих урожаїв органічні добрива слід вносити тільки під попередник нуту в дозі 30-50 т/га. Також, на думку авторів, потреба в азоті за сприятливих умов задовольняється за рахунок бульбочкових бактерій, а внесення стартових доз

азоту затримує або пригнічує їх розвиток та нітрогеназну активність [25, 56, 65, 109]. Для збільшення азотфіксації насіння нуту обов'язково необхідно обробляти штамами нутових бактерій [36]. За цих умов доцільним є внесення під час сівби P_{10-15} [47]. Схожі результати були отримані в Північній частині штату Монтана (США), де високий врожай зерна нуту формувався за внесення P_{30} в сприятливі за гідротермічними умовами роки [237].

У степовій і сухостеповій зонах Саратовської області (Росія) для підвищення врожайності, симбіотичної продуктивності культури і підвищення родючості ґрунту рекомендується насіння перед сівбою інокулювати бактеріальними препаратами та молібденом, а також вносити добрива в дозі $P_{30}K_{30}$ [219].

Думка, що застосування мінеральних азотних добрив під нут негативно впливає на утворення бульбочок знаходить широке підтвердження. Так, за результатами досліджень на лугово-чорноземних ґрунтах і чорноземі південному внесення мінеральних азотних добрив у дозах N_{30} та N_{60} знизило кількість азотфіксуючих бульбочок на 10-50%, їх біомасу – в 2-6 рази, азотфіксуючу активність - в 2-18 рази, а вміст симбіотрофного азоту в урожаї насіння - на 9-67%. Експериментально було доведено, що економічно найбільш вигідною дозою залежно від родючості ґрунту є $P_{30-60}K_{45-60}$. Для підвищення коефіцієнта використання рослинами фосфору із ґрунту та добрив доцільно використовувати біопрепарати на основі фосфоромобілізуючих мікроорганізмів [27, 35, 177].

Найбільш доцільною дозою внесення мінеральних добрив під нут як в Центрально-чорноземній зоні Росії [180], так і України [116, 187] є $P_{40-60}K_{40-60}$. При цьому азотні добрива не рекомендується вносити, оскільки вони пригнічують симбіотичну фіксацію. А в умовах Центрально-чорноземної зони Воронежської області найбільшу прибавку - 0,22 т/га врожаю зерна забезпечувала доза добрив $P_{60}K_{60}$, внесена під основний обробіток ґрунту [160]. Дещо більшу дозу добрив $P_{60}K_{90}$ рекомендовано і для України [78].

Досліди, проведені на Петровській дослідній станції (Саратовська

область, Росія), свідчать, що внесення фосфору в дозі P_{90} підвищило врожайність зерна нуту на 0,2 т/га на фоні інокуляції [77, 158, 166].

Нут – одна із перспективних культур для поліпшення балансу азоту в сівозмінах з зерновими культурами. Досліджуючи економію азоту і рівень азотфіксації культурою було внесено добрива різними нормами (0, 50 і 100 кг/га д.р. азоту). Біологічно фіксований азот коливався від 29 до 85 кг/га, а нітратний азот ґрунту ефективно використовувався нутом: економія складала від 6 до 31 кг/га д.р (порівняно з ділянками, де була посіяна пшениця). Різниця вмісту нітратів ґрунту під посівами пшениці і нуту складала від 29 до 51 кг/га на другий рік досліджень [243].

Для збільшення врожайності зерна нуту та поліпшення його якості в зоні нестійкого зволоження Ставропольського краю найбільш ефективним виявилося внесення $P_{60}K_{60}$ під основний обробіток та $N_{7,5}P_{20}$ – перед сівбою сумісно з інокуляцією насіння нітрогіном [60, 62].

Проведені дослідження в північній частині Степу України спрямовані на вивчення дози добрив не виявили суттєвої різниці між варіантами врожаю, яка складала на варіанті без добрив 1,86, N_8P_{32} – 1,89 та $N_{16}P_{64}$ – 2,02 т/га [130].

За вирощування нуту на каштанових ґрунтах Краснокутської дослідної станції (Росія) на фоні фосфорно-калійних добрив на оптимальною дозою азоту є N_{20-30} [76]. Майже однакові результати були отримані на незрошувальних темно-каштанових ґрунтах Південного Степу України, де найбільш раціональною виявилася доза $N_{20}P_{60}$ [204].

Нут потребує незначної кількості азоту в перші фази онтогенезу. За результатами досліджень в умовах Херсонської області найкращі результати були отримані за внесення $N_{30-60}P_{30-60}K_{45-60}$ [72], за іншими даними - $N_{30}P_{45}K_{30}$ [151], а за узагальненими даними ця доза становить $N_{30-60}P_{60}K_{60}$ [16].

На чорноземних і темно-каштанових ґрунтах нут добре реагує на фосфорно-калійні добрива, оптимальна доза яких складає 40-60 кг/га д.р. Потреба в калію виникає за вирощування культури на легких ґрунтах. Також на бідних ґрунтах позитивний ефект дає внесення під передпосівну

культивацію N_{30-45} [51]. Аналогічну думку висловлюють і закордонні вчені, що на чорноземах середнього та легкого механічного складу оптимальною дозою азоту в посушливі роки є 50-70 кг/га д.р. [254].

В якості стартового передпосівного і рядкового добрива на Луганщині, одночасно з фосфором, обов'язковим є внесення азоту 20 кг/га д.р. [102].

Внесення добрив та способи основного обробітку ґрунту суттєво впливають на забезпеченість водою рослин. Так, ефективність використання вологи нутом зросла з 4,7 до 6,8 кг/га×мм при збільшені дози азотних добрив від 0 до 112 кг/га д.р. лише за no-till. Інокуляція насіння нуту підвищила ефективність водовикористання на 30-33% за no-till і на 9% - за звичайної системи вирощування. На фоні цього інокуляція насіння нуту давала такий самий рівень водовикористання, як і внесення 84 кг/га д.р. азоту [241].

Виніс поживних речовин нутом залежить від умов живлення. Так, від загальної кількості винесеного азоту основна частка спрямовується на формування насіння (від 42 до 82%), при чому із збільшенням врожаю зерна кількість азоту в соломі знижувалася. Концентрація азоту в насінні варіювала в межах 3,6-4,1%, у той час як у соломі - від 0,8 до 1,4%. Така динаміка винесення азоту нутом прямо пропорційно залежала від вмісту нітратного азоту в ґрунті, який був вищим за умови збільшення дози азотних добрив (0, 50, 100, 150 кг/га д.р.), внесених під попередник – озиму пшеницю [246].

Економічно ефективним є одноразове внесення під оранку мінеральних добрив. На бідних ґрунтах треба вносити суперфосфат не менше 4-5 ц/га, сульфату амонію – 3-4, калійної солі – 1,5-2,0 ц/га. На родючих ґрунтах добрива можна не застосовувати. В районах з достатнім зволоженням навесні вносять поверхнево $N_{30}P_{60}K_{60}$ або локально дозою меншою на 30-50% [15].

Згідно досліджень нут не потребує внесення добрив, але за сівби 50 кг/га нітроамофоски або N_{30-40} є допустимим [5]. За даними інших дослідників для отримання максимальної продуктивності в посушливих умовах необхідно під час сівби вносити 100 кг/га у фізичній вазі нітроамофоски, а в фазі розгалуження - підживлювати КАС-32 нормою

80 л/га (100 кг/га) [84].

В Йорданії для отримання високого врожаю зерна нуту при зрошенні перед сівбою рекомендують вносити 100 кг/га діамоній фосфату [251], а в умовах Волгоградської області на південних чорноземах слід застосовувати амофос нормою 200 кг/га під передпосівну культивацію [140]. За внесення карбаміду 60 кг/га врожайність зерна нуту збільшилася на 33,5% [169].

У агрокліматичних умовах Республіки Калмикія врожайність зерна нуту в рисових сівозмінах на рівні 2,0 т/га забезпечувалася внесенням $N_{20}P_{60}K_{40}$, а 2,5 т/га - $N_{40}P_{80}K_{60}$ [4]. За іншими даними, для цієї зони і умов вирощування, найбільш доцільним для формування врожайності зерна нуту на рівні 2,5 т/га при економному використанні водних запасів та збереженні ґрунтової родючості необхідно вносити добрива в дозі $N_{60}P_{20}K_{20}$, яка забезпечує активну діяльність бульбочкових бактерій і гарантує отримання запланованого рівня продуктивності на фоні глибокого безполицевого обробітку не менше 0,3 м [159].

При вирощуванні нуту на темно-каштановому середньосуглинковому ґрунті південного Степу України найбільш доцільно дозу мінеральних добрив визначати розрахунковим методом, який базується на даних фактичного й оптимального вмісту елементів живлення у ґрунті та їх виносу запланованим рівнем урожаю. Якщо ж немає можливості скористатись цим методом, то при низькому вмісті у ґрунті нітратного азоту, середньому - рухомих сполук фосфору та калію слід вносити мінеральні добрива у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ [193, 194].

В умовах лісостепу Середнього Поволжя на чорноземі звичайному нут ефективно вирощувати на фоні внесення $N_{30}P_{45}K_{45}$. Перед сівбою насіння необхідно обробляти різоторфіном (200 г/га) і тенсококтейлем (з розрахунку 100 г/т) [6]. На південних чорноземах Волгоградської області (Росія) на фоні інокуляції приріст урожайності в 0,3-0,8 т/га забезпечувався внесенням $N_{30}P_{60}K_{60}$ з обробкою насіння інокулянтами [168], а в умовах Західного Сибіру - $N_{40}P_{40}$ [170]. Трохи більшу дозу добрив рекомендують за вирощування нуту в Румунії - $N_{44}P_{44}$, яку вносять у передпосівну

культивацію [256].

Удобрення визначає також ефективність використання інших ресурсів та заходів. Так, найкраща ефективність використання гербіциду Фронтьер була на варіантах внесення $N_{40}P_{60}$ – 72-76% порівняно з неудобреними – 62-70% [207].

Система удобрення повинна бути зонально-рекомендованою. Так, за даними Одеського сільськогосподарського інституту, найбільший врожай (3,37 т/га) було отримано при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$. Подальше збільшення дози фосфору до 120 кг/га д.р. не сприяло підвищенню врожаю [75].

В умовах зони нестійкого зволоження на темно-каштанових ґрунтах вирощування нуту на фоні проведення інокуляції нітрагіном і внесення мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту $N_{60}P_{60}$ і за сівби забезпечило отримання 2,85 т/га при вмісті білка 26,6% [61].

За виконання поверхневих мульчуючих обробітків ґрунту на глибину 6-12 см необхідно вносити азотні добрива з розрахунку 60-80 кг/га [208].

На південних чорноземах Оренбурзького Предуралья (Росія) за сприятливих гідротермічних умов вирощування нуту внесення $N_{60}P_{90}$ забезпечило приріст зерна 14,6 ц/га (40%), а однобічне внесення азоту в дозі N_{60} - на 11,2 ц/га (30%). За посушливих умов норму добрив необхідно обмежувати на рівні N_{30}, що гарантує збільшення продуктивності культури на 8,9 ц/га (26%) порівняно з контролем [196].

За вирощування нуту розсадною культурою, з метою зменшення ступеня пошкодження від низьких температур - ефект акліматизації не компенсується ні кальцієвими обробками (зменшує ефект оксидантного стресу), ні абсцисовою кислотою (діє на модуляцію розчинів). Проте кальцій відігравав більш вагому роль у процесі відновлення рослин [242].

1.4. Умови формування оптимальної густоти стояння рослин

Вибір оптимальної площі живлення рослини є найбільш важливим прийомом посівного комплексу в системі технологічних заходів. За цих умов

необхідно чітко визначитися з шириною міжряддя та кількістю рослин на погонному метрі. Це пов'язано не тільки з площею живлення, а також визначається особливостями сортів, технологією догляду за посівами, фону живлення, вологозабезпечення, тощо [21, 22].

Способи сівби та норми висіву – два елементи технології, які є одними із суперечливих прийомів вирощування. Одні вчені є прибічниками широкорядкових посівів з малими нормами, інші рекомендують рядковий посів з великими нормами висіву. На основі проведених досліджень на дослідній станції Воронежського ДАУ ім. К.Д. Глинки (лісостепова частина Центрально-чорноземного регіону) та ЗАО «Родіна» Россошанського району (степна частина ЦЧР) при збільшенні посівних площ нуту вважають необхідним використовувати суцільний рядковий спосіб сівби, а норма може коливатися від 0,4 до 1,0 млн/га залежно від основного обробітку ґрунту та заходів догляду за посівами [181]. За іншими даними для регіонів, які вирощують нут, доцільним є густота посіву в межах від 0,5 до 0,8 млн. насінин/га [19, 212, 215].

Для умов України норма висіву коливається від 0,3 млн. насінин/га за широкорядної сівби [177] до 0,4-0,5 [29, 30] та 0,5-0,7 млн/га [26, 39,157]

На південних чорноземах Волгоградської області (Росія) нут слід висівати з нормою висіву 0,4 млн. схожих насінин на гектар, що з економічної точки зору є найбільш виправданим, де рівень рентабельності складав 174%, а чистий дохід з 1 гектара - 8289,9 рублів [140]. За іншими даними у зоні каштанових ґрунтів Волгоградської області (1996-98 рр.). найбільшу продуктивність посівів показав варіант з міжряддями 15 см і нормою висіву 0,8 млн. шт/га [215]. Інші дослідники для цієї ж зони рекомендують формувати густоту посіву 0,6 млн. рослин/га, зазначаючи, що при загущених посівах нижні боби формувалися вище, що сприяло зниженню втрат при збиранні [24].

У агрокліматичних умовах Республіки Калмикії нут в рисовій сівозміні рекомендовано висівати як суцільним рядковим способом з нормою 0,6 млн. схожих насінин/га, так і широкорядково нормою висіву 0,4 млн/га [4].

Посів нуту сорту Муктадир інокульованим різоторфіном з міжряддям

30 см і нормою висіву 0,6 млн/га, при дотриманні інших агротехнічних прийомів забезпечив в незрошувальних умовах Центрального Таджикистану збільшення врожайності зерна до 1,6-1,7 т/га [135].

Кращим способом посіву нуту в умовах Центрально-чорноземної зони Воронежської області є звичайний рядковий з міжряддями 15 см, оскільки він на 0,22 т/га перевищував за врожайністю широкорядний посів на 45 см. Оптимальною нормою висіву насіння нуту, що висівається звичайним рядковим способом є 0,7-0,8 млн., широкорядним - 0,4-0,5 млн. насінин/га [160, 161]. За іншими даними, залежно від зони вирощування і сорту, за рядкової сівби норма висіву коливається від 0,6 до 1,0 млн. рослин/га. За широкорядної сівби (на 45 см) норму знижують до 0,3-0,5 млн/га [75]. Інші автори рекомендують за суцільного способу сівби встановлювати норму з розрахунку 0,7-0,9, а широкорядного (45 см) – 0,3-0,5 млн. схожих насінин/га, або 120-250 кг/га [51].

В умовах сухостепової та чорноземно-степової зон Саратовської області нут рекомендовано висівати диференційовано залежно від погодних умов, засміченості: на чистих землях від бур’янів і можливості механічного їх знищення до появи сходів, в умовах дефіциту насіння та агроресурсів слід застосовувати черезрядний спосіб висіву з нормою 0,65-0,85 млн. шт/га; при достатніх запасах вологи в метровому шарі ґрунту (90-100 і більше мм) сіяти звичайним рядковим способом (з міжряддям 15 см) нормою 1,05-1,25 млн. шт/га. При дефіциті вологи в ґрунті і прогнозі на низьку вологозабезпеченість в період вегетації, при засміченості поля слід застосовувати широкорядний спосіб (з міжряддями 45 см і більше) диференціюючи норми висіву від 0,45 до 0,65 млн. шт/га [219]. За іншими даними при вирощуванні нуту на насіння найкращою нормою висіву є 250 тис. шт/га з шириною міжряддя 0,45 м [152].

Доведено, що для прискореного розмноження насіння слід застосовувати двострічковий спосіб посіву з нормою висіву 0,4 млн. насінин/га, який дозволяє в 1,5 рази збільшити коефіцієнт розмноження порівняно з рядковим посівом з нормою 0,6 млн/га. На

виробничих посівах в роки з середнім і високим зволоженням найбільшу продуктивність забезпечує рядковий спосіб з нормою висіву 0,6-0,8 млн. насінин/га, в посушливі роки переважає широкорядний або стрічковий спосіб посіву з меншою нормою висіву [45, 46].

За вирощування нуту на насіння найкращою нормою висіву є 0,5 млн. насінин/га звичайним рядковим способом, що забезпечує найбільший коефіцієнт розмноження [21].

Проведені дослідження на Краснодарській та Кубанській дослідних станціях свідчать, що для розмноження дефіцитних сортів нуту необхідно висівати його широкорядно нормою 0,18-0,20 млн. насінин/га. Для виробничих потреб доцільною є густота посіву 0,4-0,6 млн/га (100-180 кг/га) [183, 205].

В умовах Степу України за рядкового способу сівби (15 см) рекомендованою нормою є 0,5 млн/га (8-9 насінин/погонний метр), за стрічкового (45+15 см) – 0,4 млн/га (13-14 насінин/погонний метр), а за широкорядкового (45 або 60 см) – 0,3 млн/га (16-18 насінин/погонний метр) [35, 38, 175].

Нут можна висівати як звичайним рядковим способом (15 см), який рекомендується на чистих полях, так і стрічковим (45+15 см) або широкорядним способами (45, 60 або 70 см). Від вибраного способу сівби залежить і норма висіву насіння свідчать також і інші роботи. При рядковому способі норма висіву складає 0,5-0,6 млн/га, стрічковому – 0,4, широкорядному – 0,3-0,4 [27].

На Полтавській дослідній станції двустрічковий посів збільшив урожайність зерна на 0,4 т/га порівняно з суцільним способом, а на Целінській сортодільниці в Ростовській області на чистих від бур’янів полях суцільний рядковий посів дав приріст врожаю на 20% порівняно із широкорядковим з нормою висіву 100-120 кг або 0,50-0,55 млн/га [158, 166].

За вирощування нуту в ТОВ «Агроінвестгруп» Одеської області найкращі результати були отримані за сівби суцільним рядковим способом із густотою 0,5 млн. рослин/га (160-170 кг/га) та широкорядно – 0,35-

0,38 млн/га (130-140 кг/га) [5].

Найбільша врожайність зерна нуту у Степовій зоні Південного Уралу в посушливому році отримана за норми висіву 0,7 млн. насінин/га, а в звичайні по зволоженню роки - при 0,9 млн/га. Максимальна врожайність, в середньому за три роки, (18,0 ц/га) була сформована за норми висіву 0,9 млн/га і внесення гербіциду Харнес в нормі 2 л/га під передпосівну культивацію [114].

В умовах південної Лісостепової зони Омської області оптимальним способом сівби продовольчого нуту сорту Волгоградський 10 є широкорядний (30 см) з нормою висіву 0,8 млн. схожих насінин/га. При цьому забезпечується оптимальна густота травостою і максимальна врожайність зерна - 0,95 т/га. Як зниження норми висіву до 0,4 млн. шт/га, так і збільшення її до 1,0 млн/га призводило до зниження врожайності зерна нуту на 20-44% [119].

Протилежні результати були отримані в нечорноземній зоні Волгоградської області, де із збільшенням норми висіву врожайність зростала з 1,66 т/га за 0,3 млн. шт/га до 2,07 т/га - за 1,0 млн. шт/га. Найбільший приріст урожаю був отриманий за норми висіву 0,4 млн. шт/га, що з економічної точки зору було найбільш виправданим [140].

Оптимальною нормою посіву нуту на світло-каштанових ґрунтах Волгограду є 0,5 млн. насінин/га при суцільній сівбі. При впровадженні нових сортів доцільні широкорядні (70 см) посіви нормою 0,250 млн/га [153].

Для посушливих умов Нижнього Поволжя оптимальна норма висіву сортів нуту волгоградської селекції на каштанових ґрунтах складає 0,5-0,6 млн. насінин/га і 0,6-0,7 - на чорноземних ґрунтах звичайним рядковим способом [19, 20]. В умовах засухи ефективним є зменшення норми нижче 0,45 млн. насінин/га, а у вологі роки збільшення до 0,8 млн/га [215].

Дослідження, проведені в умовах північно-східного Казахстану, свідчать, що найкращим способом сівби нуту є рядковий з міжряддям 22,8 см, який забезпечив, в середньому, на 0,17 т/га вищий врожай зерна порівняно з міжряддям 46 см [1].

В умовах Центрального Чорноземля (Курська область, Росія) найбільша врожайність - 3,94-3,98 т/га була сформована за норми висіву 0,75 млн. насінин/га, а за 0,5 млн/га - продуктивність знизилась на 0,44-0,53 т/га [86, 87].

Для вирощування товарного зерна нуту в Зауралліі Республіки Башкортостан з найбільшою економічною ефективністю найкраще здійснювати сівбу рядковим способом з міжряддям 15 см нормою висіву 0,6 млн. насінин/га. При цьому умовний чистий дохід складав 13,7 тис. руб/га, коефіцієнт енергетичної ефективності - 4,5, біоенергетичний коефіцієнт – 5,5, енергетична собівартість насіння – 4,3 ГДж/т [211].

В степу Центрально-чорноземного району Росії нут необхідно висівати звичайним рядковим способом (15 см) з нормою 0,8 млн. шт/га застосовуючи ґрунтовий гербіцид Гезагард. Без застосування гербіциду нут можливо вирощувати звичайним рядковим способом з нормою висіву 1,0 млн. шт/га, або широкорядним способом (45 см) - з нормою 0,6 млн. шт/га [55, 180, 181].

За вирощування нуту на супіщаних ґрунтах з нейтральним pH у Південно-Західному зерновому поясі Австралії, де випадає 310 мм опадів за рік, урожайність зерна була практично однакова на всіх досліджуваних варіантах густоти (50, 33 і 23 рослин/м^2). Це вказує на високу пластичність рослин нуту. Але було відмічено чітку тенденцію до вищого біологічного врожаю і нижчого індексу урожайності при зростанні густоти стояння, що вказує на потенціальні можливості підвищення врожайності при вищій густоті стояння [257, 258].

В умовах степової зони Хакасії найбільша врожайність нуту формувалася за рядкового способу сівби з нормою 0,9 млн. зерен/га, як при зрошенні - 1,61 т/га, так і без нього – 1,19 т/га [31].

При звичайному рядковому способі сівби норма висіву насіння становить 0,5-0,9 млн/га (120-180 кг/га) [48, 116, 142, 177], при широкорядній – 0,3-0,5 млн/га (80-120 кг/га) [116].

В Луганській області нут доцільно висівати з міжряддям 15 см та нормою 0,6-0,8 млн/га [102]. А за вирощування кормового нуту в умовах

Красноярського Лісостепу максимальна біологічна врожайність - 3,78 т/га була сформована за густоти посіву 0,8 млн. насінин/га [184].

Сіють нут найчастіше широкорядковим способом з нормою 0,5-0,8, при рядковому – 0,8-2,0 млн/га схожих насінин [77].

На чистих полях доцільно сіяти звичайним рядковим способом з нормами: у посушливі роки – 0,6, у вологі – 0,8-1,0 млн/га залежно від сорту. Сорти зі штамбовою формою куща краще сіяти густіше, а з розлогою – рідше [15].

Зі способів сівби кращим є суцільний рядковий, а в посушливі роки - широкорядний з міжряддями 45-60 см. Норма висіву насіння нуту при широкорядному способі – 0,5-0,7 млн., при суцільнорядковому – 0,8-1,2 млн. насінин/га [187]. Перевага суцільної сівби нуту з нормою 1,2 млн. насінин/га була підтверджена в дослідах на Краснокутській дослідній станції [44].

Науково-обґрунтованою нормою висіву в Волгоградській області є 0,5 млн/га, а збільшення до 0,8 млн/га – виявилося економічно невигідним [208]. За іншими даними оптимальною нормою висіву за широкорядкової сівби (45 см) – 0,5-0,8 млн/га (120-160 кг/га), звичайного рядкового – 0,7-1,1 млн/га (200-350 кг/га) [95].

В ґрунтово-кліматичних умовах Подільського краю нут необхідно висівати з шириною міжряддя 45 см на глибину 7-10 см з відстанню між рослинами 5 см [73]. А оптимальною нормою висіву нуту в південно-східній частині Казахстану [163] та Україні [84] є 100 кг/га.

В умовах Західного Сибіру для отримання високобілкового зернофуражу найбільш раціональним є вирощування нуту в сумісних посівах з вівсом та пшеницею за відносних норм 0,45 млн. насінин/га + 1,00 млн/га однорічних трав. В цьому випадку гарантовано отримують 1,28 та 1,55 т/га зерна із вмістом в одній кормової одиниці 106 і 109 г протеїну, відповідно [170].

Зміна умов вологозабезпечення суттєво впливає на умови росту, розвитку та вимоги культури до розміщення на площі. При зрошенні в умовах Йорданії оптимальною схемою посіву нуту є шаг висіву 15 см з

міжряддям 25 см [251].

На зрошувальних землях Узбекистану нут висівають трьохстрічковим способом з міжряддям 60 см та міжстрічковим 15 см нормою 0,489 млн/га (120 кг/га) [198].

Дослідження, проведені в Кримському АПВ НААН, для сівби нуту в незрошувальних умовах оптимальною нормою є 0,5 млн. насінин/га рядковим способом [197], а при зрошенні – 0,6 млн/га з міжряддям 45 см [3, 141, 220-223].

За умов зрошення (поливи у фазу цвітіння та наливу) нут слід вирощувати з густотою стояння 38-50 рослин/м^2 [261].

Для отримання максимальної продуктивності нут необхідно висівати широкорядно нормою 0,5-0,6 млн. схожих насінин/га, або 80-120 кг/га за звичайного рядкового – 0,7-0,9 млн/га (120-200 кг/га) [203].

1.5. Особливості росту та розвитку рослин нуту за різних умов зволоження

Нут найбільш посухостійка культура, транспіраційний коефіцієнт його становить 350, однак при внесенні добрив зменшується до 290, тоді як у чини - 400, гороху - 500. Крім того, рослини мають високий осмотичний тиск клітинного соку - 17 атмосфер, тоді як у гороху - на 7 атмосфер менше, що сприяє розвитку кореневої системи і транспортуванню води з великої глибини [15, 229]. Також клітини нуту містять менше вільної і більше зв’язаної води, внаслідок цього випаровування у них нижче, ніж в інших бобових культур [41, 47, 89, 112, 185]. Використання цієї особливості є підставою для збільшення врожаю зерна нуту в зонах з дефіцитом вологи до 20% [250], тому його висівають переважно на незрошувальних землях, а на зрошенні рідко [229]. Проте ефективність та окупність зрошувальної води за вирощування нуту дуже висока [149, 259], а врожайність може різко зрости до 45%, особливо при поливах у фазу від цвітіння до формування бобів [252].

Експериментальним шляхом встановлено, що в умовах зрошення на

півдні України врожайність зерна нуту збільшилася на 0,84-0,96 т/га порівняно з незрошувальними ділянками [75]. Однак, за надмірного зволоження різко зменшується кількість зав'язей, боби ростуть, але насіння в них не формується [13]. Тому для культури важливим є наукове обґрунтування режиму зрошення.

Нут потребує багато води підчас набрякання, оскільки насіння - поглинає близько 121% води відносно своєї маси [15]. За іншими даними, в середньому, для цього нуту потрібно 106% вологи від маси насіння [89, 108, 110]. У фазу гілкування оптимальною вологістю є 70-80%НВ, але найбільша потреба його у воді відмічається під час бутонізації. Надмірні опади в будь-яку фазу можуть сприяти захворюванню на аскохітоз [15].

Рослини нуту відрізняються високою водоутримуючою здатністю. Так, за експериментальними даними за 4 години рослини втратили лише 9% вологи, порівняно з 26-33% у гороху в фазу цвітіння, де вміст вологи становить 40,4% [47, 98].

Нут відчуває сильний стрес від нестачі вологи у період від цвітіння до початку наливу зерна. Нестача вологи в цей час призводить до втрат 67% урожаю (з 2766 кг/га за зрошення до 909 - без нього). Навіть за умов обмеженого (економного) зрошення врожай нуту у напівпустельних кліматичних умовах виявляється більшим, ніж за умов без зрошення. Режим економного зрошення передбачає 1 полив на початку наливу зерна або ще додатково - у фазу цвітіння. Водозберігаюче зрошення дозволяє досягати врожай зерна нуту лише на рівні 60-90% від величини повноцінного зрошення, але при цьому зростає ефективність використання води на 28-52% [261].

Аналогічну думку зазначають й інші вчені, що за нестачі вологи у фазу наливу зерна нуту відбувається значне зниження рівня врожаю [240]. Але високий рівень наявності вологи у фазу стиглості відновлює вторинний ріст культури, що сильно затягує і ускладнює збирання [67, 79, 96].

В умовах напівпустельного клімату Йорданії рослини нуту в умовах природного зволоження раніше досягали своєї максимальної сухої маси та

швидше набували оптимальної збиральної вологості, ніж при зрошенні (щотижневі поливи нормою 7 мм/га). Це пояснюється скороченням вегетаційного періоду за рахунок репродуктивної фази росту і пришвидшеним дозріванням за незрошувальних умов. Зниження врожайності нуту за сортами: Flip 93-255, Jubeiha 3 та генотипами: DZ 10-11, DZ 10-92 без зрошення становило 49-54% порівняно зі зрошенням [251].

За проведені дослідження на полях в Полікоро (Південна Італія) зрошення позитивно вплинуло на продуктивність рослин нуту лише трьох сортів (Па1, Па3 і Кайро). В них збільшився вміст сухої речовини з 17 до 24%, зросла урожайність зерна - від 13 до 24%, збільшилася кількість бобів - з 15 до 32% та кількість насінин у бобі - з 14 до 27%. На всіх інших сортах зрошення призвело до зниження продуктивності від 10 до 21% або не дало ніяких позитивних результатів [252].

Не дивлячись на посухостійкість, при формуванні високопродуктивних агроценозів в рисових чеках Калмикії культура нуту споживає до 3010-4060 $м^3$/га води за вегетаційний період. Основним джерелом вологи, до 47% від сумарного водоспоживання, є ґрунтові вологозапаси [159].

Ґрунтова волога є основною передумовою отримання високих і стійких врожаїв зерна сільськогосподарських культур [105]. Вона необхідна для початку ростових процесів, є основним розчинником поживних речовин та визначає умови росту і розвитку на протязі онтогенезу [59, 106, 117, 122].

Проведення досліджень з різними умовами припинення зрошення (без зрошення; зрошення до початку цвітіння (85 днів після сівби); зрошення після початку формування зерна (129 днів після сівби); зрошення весь період) свідчать, що незрошувальні рослини мали низький водний потенціал листя, рівень евапотранспірації, фотосинтетичної активності, незначну кількість сухої речовини та врожайність. Припинення зрошення до початку цвітіння зумовило зниження фотосинтетичної активності, урожайності на 33% за рахунок зменшення числа бобів. Зрошення після початку формування зерна зумовило незначне зростання врожайності за рахунок формування

додаткових бобів з невеликими зернами. Водний стрес впливав найбільше на кількість сформованих на рослині бобів і майже не впливав на кількість зерен у бобі [260].

При розміщенні нуту на зрошенні поливи необхідно проводити нормою 250-300 $м^3$/га у фази цвітіння та цвітіння – початок утворення бобів. Це дозволить збільшити врожай майже в два раз. Однак, у вологі роки або за великої норми зрошення є ризик розвитку грибних хвороб [27, 147, 175, 177].

Дослідження, проведені в умовах Кримського АПВ НААН, свідчать, що для вирощування нуту на зрошенні необхідно підтримати вологість в активному шарі ґрунту на рівні 70%НВ [197]. За іншими даними, в цій агрокліматичній зоні оптимальним рівнем зволоження нуту є підтримка вологості ґрунту на рівні 70-80%НВ [137, 138], що досягається виконанням 3-4 поливів нормою 400-500 $м^3$/га дощувальною машиною ДДА-100 МА [220-223].

В умовах південної агрокліматичної зони Амурської області для отримання врожайності зерна нуту на рівні 1,88 т/га необхідно підтримувати передполивну вологість ґрунту на рівні 60%НВ шляхом виконання 3-4 поливів дощуванням із поливною нормою 360 $м^3$/га [173, 174, 217].

Як видно, зрошення, як елемент технології вирощування нуту, майже не вивчений в ґрунтово-кліматичних умовах Сухого Степу України, тому дослідження з цього питання є особливо актуальними.

Аналіз літературних джерел з питань технології вирощування нуту свідчить, що поставлені на вивчення питання в умовах Південного Степу України за різних умов зволоження не достатньо досліджені, а думки деяких авторів суперечливі. Тому комплексне вивчення глибини основного обробітку ґрунту, дози мінеральних добрив та густоти стояння рослин за різних умов зволоження в умовах південного Степу України має наукову цінність та практичну значимість.

РОЗДІЛ 2
МІСЦЕ, УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

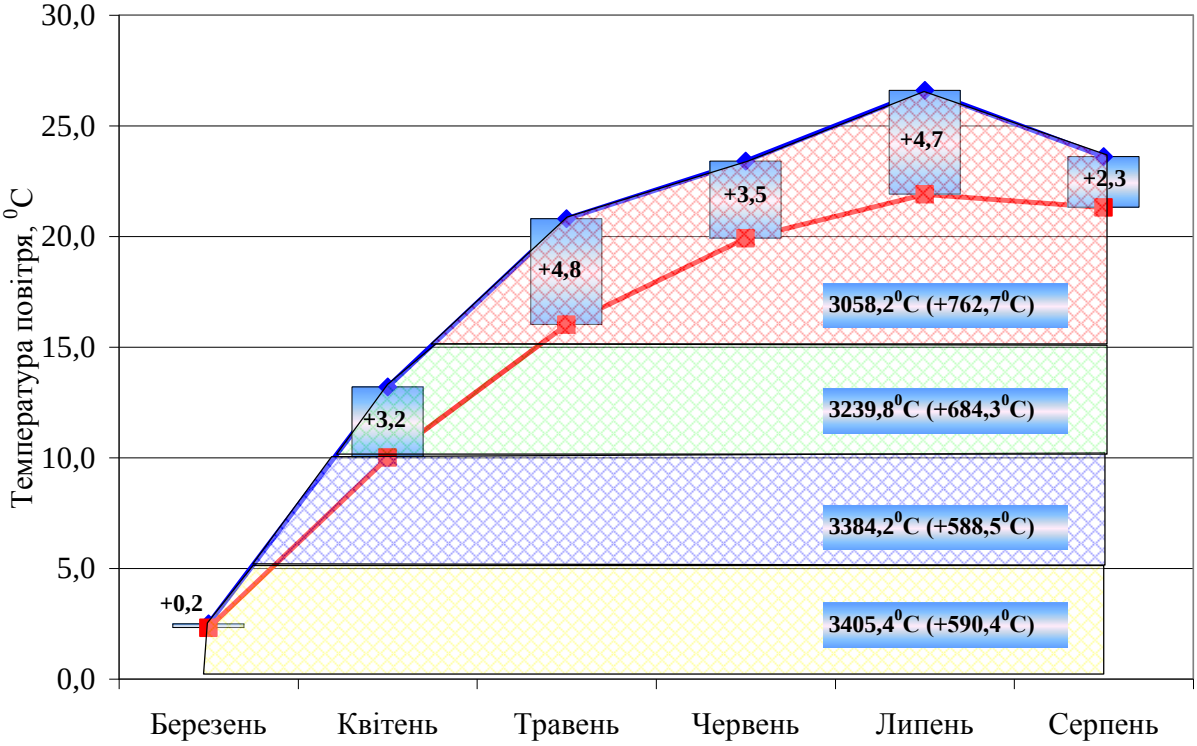
2.1. Клімат зони та метеорологічні умови у роки проведення дослідів

Територія місця проведення польових досліджень знаходилася в першому агрокліматичному районі Херсонської області, який характеризується помірно-жарким і дуже посушливим кліматом. За багаторічними даними середньорічна температура повітря дорівнює 9,8°С. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить 3,0°С морозу, а липня (найтеплішого місяця) – 21,9°С. Кількість опадів за холодний період складає 166, теплий – 275, а за рік - 441 мм, при щорічному випаровуванні 900-1000 мм. Переважна їх кількість випадає в літній період у вигляді злив. Сніговий покрив нестійкий і утримується кілька декад. У середньому гідротермічний коефіцієнт дорівнює 0,77. Середня тривалість днів із температурою вище 0°С складає 297 доби, 5°С - 233, 10°С – 188, а 15°С - 136. Суховії відбуваються щорічно, дуже інтенсивні - в 40-60% років.

З погляду прояву вітрової ерозії територія господарства відноситься до центрального району, що характеризується критичною швидкістю вітру 10,4-11,7 м/сек. За вегетаційний період на території області спостерігається від 15 до 33 днів із суховіями різної інтенсивності.

Весняні процеси в 2012 році почали розвиватися повільно і з запізненням (рис. 2.1, додаток А.1, А.4, А.5). В період з 11-13 березня відбувся стійкий перехід середньодобових температур повітря через 0°С. Початок місяця був зимовий з від’ємними середньодобовими температурами повітря та опадами у вигляді мокрого снігу. Перехід середньодобової температури повітря через 5ºС в бік підвищення відбувся 18 березня. Середня температура повітря за місяць була майже в межах норми і складала 2,5°С тепла. Опадів за місяць випало 25,6 мм (98,4% місячної норми). В квітні

атмосферні фронти обумовлювали невеликі дощі. В цілому за місяць випало 5,9 мм опадів (17,8% місячної норми). Середня температура повітря в квітні була на 3,2°С вище норми і складала 13,2°С тепла. Середня температура повітря за травень була вищою за кліматичну норму на 4,8°С і складала 20,8°С тепла, а опадів випало 39,6 мм (94,3% місячної норми). На кінець травня позитивних температур повітря вище 0ºС накопичилось 1204,3ºС, ефективних температур вище 5ºС - 773,1ºС, 10ºС - 451,7°С та 15ºС – 215,1°С.

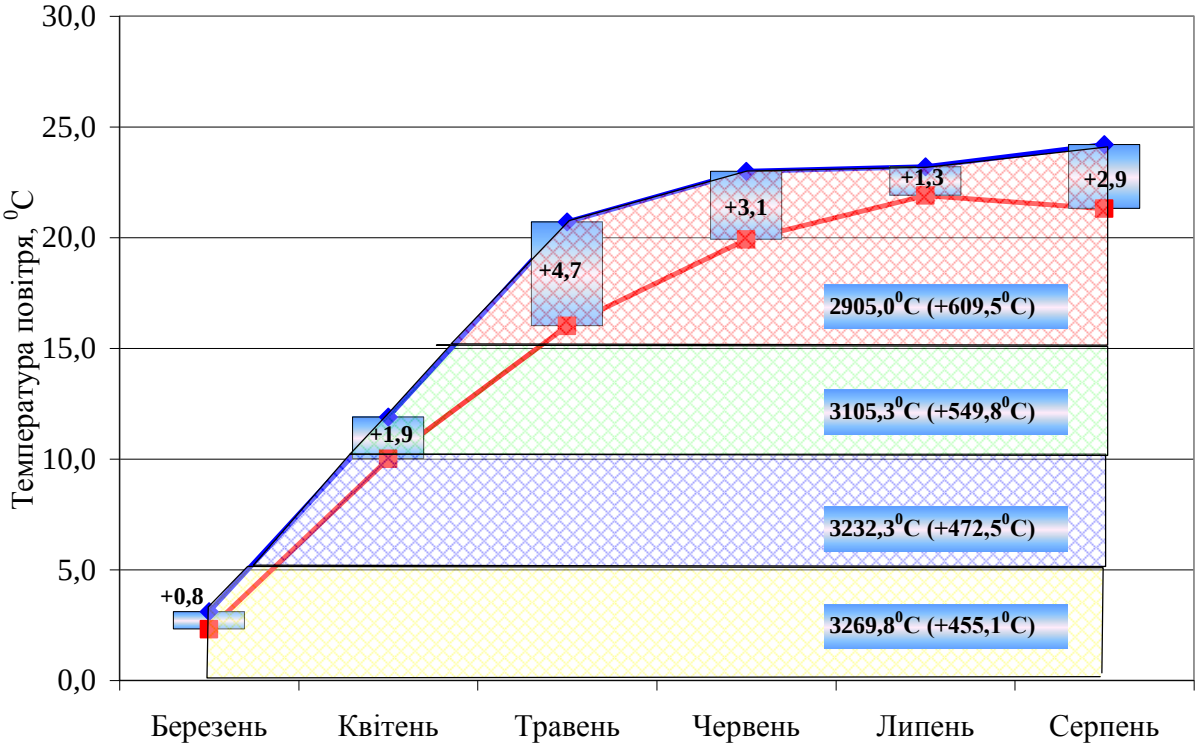


Примітки. - середньомісячні показники року;
- середньобагаторічні показники;
- сума активних температур за III-VIII місяця.

Рис. 2.1. Характеристика термічних умов у 2012 році

Опадів за червень випало 20,1 мм, що на 24,9 мм менше норми. Середня температура повітря за місяць була на 3,5°С вище за норму і складала 23,4°С тепла, а за липень була на 4,7°С вища за норму - 26,6ºС тепла, а загальна кількість опадів за місяць - 40,2 мм (82,0% місячної норми). В серпні температура повітря була на 2,3°С вище норми (23,6°С тепла), а опадів випало 79,2 мм (208,4% від норми). На кінець літа позитивних температур повітря вище 0ºС накопичилось на 3462,4ºС, ефективних температур вище 5ºС – 2571,2ºС; 10ºС – 1789,8ºС та 15ºС – 1093,2°С.

Метеорологічні умови весни 2013 року різнилися підвищеним температурним режимом (за винятком кінця березня), відсутністю ефективних опадів та низькою відносною вологістю повітря (рис. 2.2, додаток А.2, А.6, А.7).



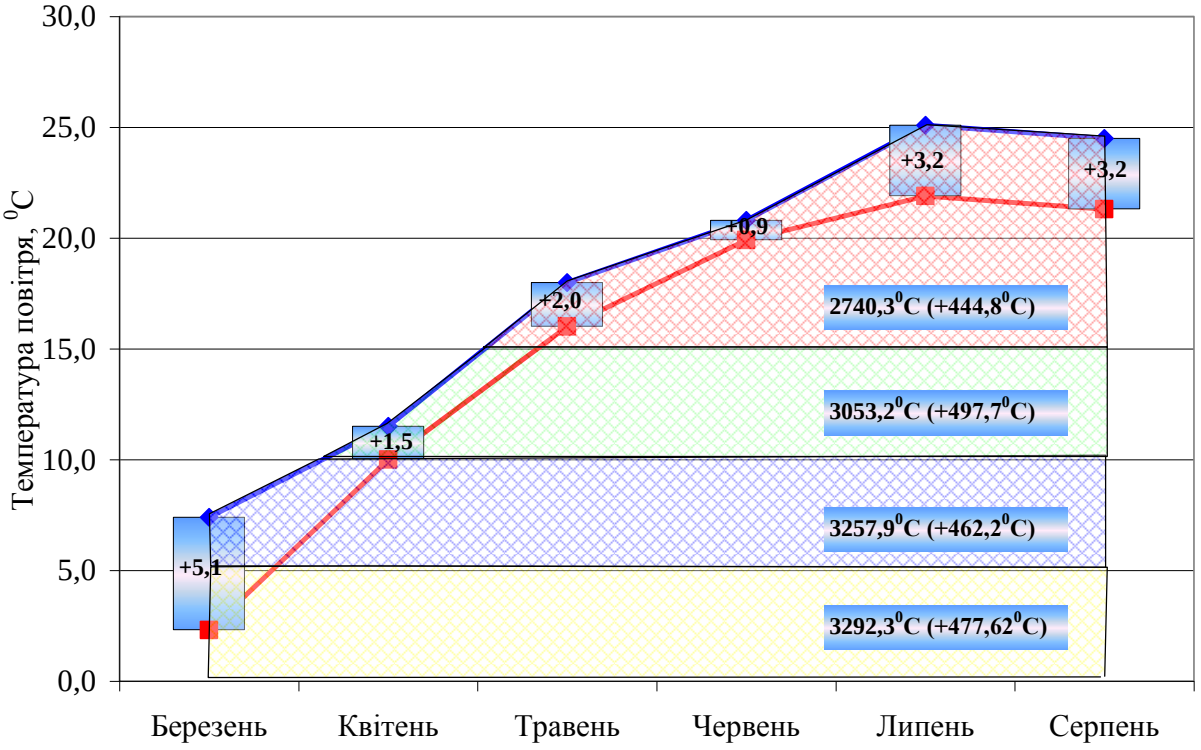
Примітки. - середньомісячні показники року;
- середньобагаторічні показники;
- сума активних температур за III-VIII місяця.

Рис. 2.2. Характеристика термічних умов у 2013 році

Середньомісячна температура повітря у березні була на 0,8°С вище за кліматичну норму і становила 3,1ºС тепла, а опадів випало 38,8 мм (149,2% місячної норми). Перехід середньодобової температури повітря через 5ºС в бік підвищення відбувся 31 березня, а через 10ºС - 13-15 квітня. Середньомісячна температура повітря у квітні була на 1,9°С вищою за норму і становила 11,9ºС тепла. Загальна кількість опадів за місяць була незначна – 3,7 мм (11,2% місячної норми). Травень був теплішим за норму на 4,7°С і середньомісячна температура повітря складала 20,7°С тепла, а опадів 0,3 мм (0,7% норми). На кінець весни позитивних температур повітря вище 0ºС накопичилось на 1230,3ºС, ефективних температур вище 5ºС – 736,9ºС; 10ºС – 409,0°С та 15ºС – 193,7°С. Літо 2013 року виявилось раннім, з опадами

різної інтенсивності та з ґрунтовою і повітряною засухою протягом всього сезону. Місячна кількість опадів в червні - 79,1 мм (175,8% місячної норми). Середня місячна температура повітря в червні виявилась вищою за норму на 3,1°С и складала 23,0°С тепла. За липень місяць випало 44,1 мм опадів (90,0% місячної норми). Середня місячна температура повітря в липні складала 23,2°С, що на 1,3°С вище за кліматичну норму. Загалом, опадів за місяць випало 12,4 мм (32,6% місячної норми). Середня місячна температура повітря серпня складала 24,2°С, що на 2,9°С вище за норму. На кінець літа позитивних температур вище 0ºС з моменту переходу температури повітря через 0º в бік підвищення накопичилось 3386,6ºС, ефективних температур вище 5ºС – 2433,2ºС; 10ºС – 1645,3°С та 15ºС - 970,0°С.

Метеорологічні умови весни 2014 року відзначились коливанням середньодобових та середньодекадних температур, теплішим, ніж звичайно, температурним режимом на початку та в кінці і заморозками в середині періоду (рис. 2.3, додаток А.3, А.8, А.9).



Примітки. - середньомісячні показники року;
- середньобагаторічні показники;
- сума активних температур за III-VIII місяця.

Рис. 2.3. Характеристика термічних умов у 2014 році

Березень цього року виявився надзвичайно теплим. Середня місячна температура повітря складала 7,4ºС тепла, що на 5,1ºС вище норми. Місячна кількість опадів складала 32 мм (123% місячної норми). Квітень виявився на 1,9°С теплішим за норму, середньомісячна температура повітря при цьому складала 11,9°С тепла, а кількість опадів - 3,7 мм (11,2% місячної норми). Середня декадна температура повітря травня складала 20,7°С тепла, що на 4,7°С вище за норму. Ефективних опадів за цей місяць не спостерігалося. На кінець весни активних температур повітря вище 0ºС накопичилось 1252,4ºС, ефективних температур вище 5ºС - 695°С; 10º - 332,8°С та 15º - 114,9°С.

Літо 2014 року виявилось жарким, в окремі періоди спекотним з опадами різної інтенсивності та з ґрунтовою і повітряною засухою протягом всього сезону. Середня місячна температура повітря в червні була на 0,9ºС вище за норму і складала 20,8°С. За червень випало 1,5 місячної норми опадів - 64,4 мм. Опади в липні розподілялись вкрай нерівномірно, сума за місяць складала 19,4 мм (39,6% місячної норми), а середня місячна температура повітря - 25,1ºС тепла, що на 3,2ºС вище норми. Опадів за серпень випало 20,7 мм (54,5% місячної норми), а за температури повітря складала 24,5°С, що на 3,2°С вище за кліматичну норму. На кінець літа активних температур повітря вище 0º накопичилось на 477,6°С вище норми, ефективних температур вище 5º - на 393,2°С; 10º - на 347,7°С та 15º - на 294,8°С.

Таким чином, кліматичні умови за роки досліджень перевершували середньобагаторічні показники, що засвідчує тенденцію глобальної зміни клімату у бік збільшення температурного градієнту, зменшення кількості опадів та більш нерівномірного їх розподілу на протязі року. Усі зазначені причини суттєво вплинули на ростові та продуктивні процеси нуту.

2.2. Характеристика ґрунту дослідних ділянок

Землекористування СК «Радянська Земля» розташоване у північно-західній частині Білозерського району Херсонської області на правобережжі

р. Дніпро в Причорноморській низині в межах центрального безстічного району. В геоморфологічному відношенні це одноманітна, майже горизонтальна, з ледь помітним ухилом на південь степова рівнина, яка не має стоку до моря. Територія покрита плоскодонними замкнутими зниженнями (подами), різних розмірів і конфігурацій. У геологічному відношенні верхні горизонти утворені 3-4 ярусною товщею лесу, які підстилаються червоно-бурими глинами на неогенових понтичних вапняках. Леси характеризуються значною просадочністю із вмістом фізичної глини 60,15-62,47%, мулу - 37,09-41,99%.

Ґрунт дослідної ділянки темно-каштановий солонцюватий. Він має досить чітко виражену диференціацію ґрунтового профілю. Загальна глибина гумусового горизонту складає 50-55 см, забарвлення темнувато-сіре з коричневим відтінком. Вміст гумусу становить 2,5%. Закипання від HCl спостерігається з глибини 60-70 см, білозірка відмічається на глибині 110-130 см, з глибини 100-200 см залягає гіпсовий горизонт. Реакція ґрунтового розчину у верхніх горизонтах близька до нейтральної (pH 7,0), а вниз по профілю ґрунту зростає і наближається до лужної (pH 7,4-7,9). Гідролітична кислотність становить 0,36-1,9 мг-екв на 100 г ґрунту.

Щільність складення метрового шару ґрунту складає - 1,35 г/см^3, щільність його твердої фази - 2,66 г/см^3, загальна пористість 49-50%. Ґрунти містять незначну кількість обмінного натрію 0,1-2 мг-екв на 100 г ґрунту. Ступінь насиченості основами складає 98-100%, ємність поглинання 30-35, а сума поглинальних основ 24-28 мг-екв в 100 г ґрунту. Водопроникність ґрунту за першу годину вбирання складає 1,3-2,2 мм/хв.

За результатами агрохімічного обстеження майже весь ґрунтовий покрив зрошувальних, вилучених зі зрошення та незрошувальних земель господарства характеризується низьким вмістом легкогідролізованого азоту - 35, підвищеним і високим рухомого фосфору - 32 та високим обмінним калієм – 430 мг/кг ґрунту.

Ґрунтові води на території господарства залягають від 3 до 5 м і не

впливають на ґрунтоутворюючі процеси. Вони слабомінералізовані із загальним вмістом солей 1-3 г/л, хімізм засолення сульфатно-хлоридний.

Зрошення земель у господарстві здійснюється водами з Інгулецької зрошувальної системи.

2.3. Методика проведення польових дослідів, супутніх спостережень і досліджень

Дослідження з удосконалення елементів технології вирощування нуту в умовах Південного Степу України проводились шляхом постановки чотирьохфакторного польового досліду на території сільськогосподарського кооперативу «Радянська земля» Білозерського району Херсонської області.

У польових дослідах вивчалися такі фактори та їх варіанти:

Фактор А – основний обробіток ґрунту:

- полицевий на глибину 20-22 см;
- полицевий на глибину 28-30 см.

Фактор В – фон живлення:

- без добрив;
- $N_{45}P_{45}$;
- $N_{90}P_{90}$.

Фактор С – густота стояння рослин, млн/га:

- 0,5;
- 1,0;
- 1,5.

Фактор D – умови зволоження:

- без зрошення;
- зрошення.

Польові досліди були закладені в чотириразовій повторності. Розташування варіантів здійснювалося методом розщеплених ділянок. Облікова площа ділянок четвертого порядку – 57,6 м^2. Під час проведення досліджень

керувалися загальновизнаною методикою польових дослідів [63, 90, 107, 179].

Проведення дослідів супроводжувалось аналізом зразків ґрунту, спостереженням за рослинами і метеорологічними умовами. Всі обліки, та спостереження проводились на двох несуміжних повтореннях.

Облік опадів за вегетаційний період культури проводили за показниками дощоміра, який був встановлений на дослідній ділянці. Температура повітря, вологість повітря, сума активних і ефективних температур – фіксувалась за даними метеостанції м. Херсон.

У зразках ґрунту визначали: вміст лужногідролізованого азоту – за Корнфілдом [150]; рухомих сполук фосфору і обмінного калію – за Мачигіним [66]; хімічний іонний склад методом водної витяжки [53]; pH водної витяжки потенціометрично [52]; гіпотетичний склад солей розраховували за Н.І. Базилевич та Е.І. Панковою [18].

Біологічну активність визначали за кількістю виділеного CO_2 ґрунтом (метод В.І. Штатнова) [64]. У польових умовах на поверхню ґрунту без рослинності під ковпак ставили чашку Петрі з 0,1 молярним розчином NaOH (поглинач CO_2), який відразу накривали ізолятором, краї якого врізали в ґрунту на глибину 1,5-2,0 см. Одночасно для контролю поруч ставили широку плоскодонну судину з розчином повареної солі під ізолятор. Через 3-5 годин експозиції розчин поглинача зливали в конічну колбу, додавали 1 мл 20% розчину $BaCl_2$ для скріплення поглиненого CO_2 та титрували по фенолфталеїну 0,1 нормальним розчином HCl. Кількість виділеного вуглекислого газу розраховували за формулою:

$$Ба = \frac{(a - b) \times k}{s \times t}, \qquad (2.1)$$

де Ба – кількість виділеного вуглекислого газу, мг $CO_2/м^2 \times год$;

a - кількість 0,1 нормального розчину HCl, який пішов на титрування лугу при контрольному визначенні, мл;

b - кількість 0,1 нормального розчину HCl, який пішов на титрування лугу на варіанті досліду, мл;

k - коефіцієнт для перерахунку мл 0,1 нормального розчину лугу в мг CO_2 (2,2);

s - площа сосуду-ізолятора, $м^2$;

t - час експозиції, год.

Інтенсивність розкладання лляного полотна визначали шляхом закладання тканини у шарах ґрунту 0-10, 10-20 та 20-30 см. Полотнину перед закладанням у ґрунт висушували при температурі 105ºС протягом 6 годин, потім на технічних вагах визначали її масу, через 30 днів полотнину витягували з ґрунту, промивали через сито, висушували та визначали вагу і відсоток розкладеної лляної полотнини.

Вивчення водного режиму проходило шляхом розрахунку вологості ґрунту за допомогою термостатно-вагового методу по генетичним горизонтам через кожні 10 см на глибину 1,0 м. Вологість ґрунту визначалась при сівбі та збиранні культури. Повторність визначення чотирьохразова.

Вологість ґрунту визначали за формулою:

$$В = \frac{а}{б} \times 100, \qquad (2.1)$$

де В – вологість ґрунту, %;

а – вага води, яка випарувалася, г;

б – вага сухого ґрунту, г.

Щільність складення ґрунту встановлювали за методом М.А. Качинського [88]. Зразки ґрунту з непорушеною будовою відбирали пошарово на глибину 0,3 м. У дослідженнях використовували прилад БП-50, об’єм ріжучого циліндра 100 $см^3$. Повторність – п’ятиразова.

Пористість ґрунту розраховували за формулою:

$$\sum P = (1 - \frac{d}{d_{тф}}) \times 100\ \%, \qquad (2.2)$$

де ∑P - сумарна пористість, %;

d - щільність складення ґрунту, $г/см^3$;

$d_{тф}$ - щільність твердої фази ґрунту, $г/см^3$.

Водопроникність ґрунту визначали методом малих заливних ділянок (за С.І. Долговим) на початку і в кінці вегетації культури. Площа облікової рами 625 см^2, час експозиції – одна година. Повторність обліку – п'ятиразова.

Сумарне водоспоживання на посівах культури за вегетаційний період визначали спрощеним методом водяного балансу за формулою:

$$E=M+O+(Wn-Wy), \quad (2.3)$$

де E - сумарне водоспоживання, м^3/га;

M - зрошувальна норма, м^3/га;

O - корисні опади, м^3/га;

Wn - запас вологи у метровому шарі ґрунту на початку вегетаційного періоду, м^3/га;

Wy - запас вологи у метровому шарі ґрунту наприкінці вегетаційного періоду, м^3/га.

Коефіцієнт водоспоживання обчислювали шляхом ділення величини сумарного водоспоживання на врожайність культури.

Фенологічні спостереження проводили на постійно закріплених площадках у двох несуміжних повтореннях. За початок фази приймали час її настання у 10, а за повну фазу - у 75% рослин. Відзначали дати настання основних фаз розвитку культури: сходи, гілкування, бутонізація, цвітіння та повна стиглість зерна.

Густоту посіву визначали два рази за вегетацію на одних і тих самих площадках, які виділили після сходів культури. Перший підрахунок проводили після сходів, другий – перед збиранням урожаю.

Висоту рослин нуту визначали шляхом виміру 20 рослин від поверхні ґрунту до верхньої частини рослини на закріплених площадках у двох несуміжних повтореннях.

Площу листкової поверхні визначали методом висічок у фазу гілкування, цвітіння та дозрівання за Ничипоровичем [144].

Фотосинтетичний потенціал посіву [144] розраховували за формулою:

$$ФП = \frac{(Л_1 + Л_2)n_1 + (Л_2 + Л_3)n_2 + ...(Л_{n-1} + Л_n)n_n}{2}, \quad (2.4)$$

де ФП – фотосинтетичний потенціал, $м^2$/га за добу;

$Л_1$, $Л_2$ … $Л_n$ – площа на 1 га посіву у відповідні строки визначення, $м^2$/га;

n_1, n_2 …n_n – кількість діб між двома відповідними визначеннями.

Для визначення маси 1000 зерен відбирали дві наважки по 500 зерен і зважували з точністю до 10,00 мг на кожному варіанті у чотириразовій повторності (ГОСТ 10842-89) [74].

Розрахунок вмісту білка виконували на основі результатів хімічного аналізу з урахуванням коефіцієнтів перетравності поживних речовин [192] і відповідно до методичних рекомендацій [156].

Облік урожаю проводили методом суцільного збирання. Дані врожаю зерна приводили до стандартної вологості (14%) і стовідсоткової чистоти. Урожайні дані піддавали агрономічній оцінці та статистичній обробці методами дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізів [200, 201].

Економічну та енергетичну ефективність вирощування культури визначали за загальновизнаними методиками з використанням зональних виробничих норм виробітку [68, 70, 126, 129, 148].

2.4. Агротехніка вирощування нуту у польових дослідах

Агротехніка вирощування нуту була загальновизнана для умов Південного Степу України. В дослідах вирощували сорт нуту Розанна, який занесений до Реєстру сортів рослин України з 2000 року. Оригінатор: Селекційно-генетичний інститут - Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН. Сорт рекомендовано для вирощування у Степу. Він відноситься до євро-азійського підвиду (subsp. eurasiaticum G. Pop.), тип kabuli, різновид bogemico-allutaceum G. Pop. Високорослий, з високим прикріпленням нижніх бобів, висота рослин 55-60 см, прикріплення нижніх бобів - 22-24 см. Сорт має штамбовий тип куща, стійкий до вилягання. Опушення всіх

генеративних органів рослини густе, солом'яного кольору. Антоціанова пігментація відсутня. Квітки середнього розміру, білі. Боби ромбічної форми, середнього розміру, при дозріванні жовтого кольору. Насіння округле, світло-жовте, поверхня гладка. Маса 1000 насінин 290-310 г, вміст білку 25-26, жиру – 5-7%. За тривалістю вегетаційного періоду відноситься до середньостиглої групи (95-100 діб). Середньостійкий до фузаріозу та аскохітозу.

Після збирання попередника (озима пшениця на зерно) проводили дворазове дискування стерні на глибину 6-8 та 10-12 см. Основний обробіток ґрунту виконували згідно схеми дослідів. Під основний обробіток вносили мінеральні добрива сівалкою СЗ-3,6 нормою згідно схеми дослідів. З метою додаткового знищення бур'янів і вирівнювання ґрунту виконували суцільну культивацію на глибину 12-14 см. При настанні фізичної стиглості ґрунту весною проводили боронування БЗСС-1,0. Передпосівну культивацію виконували на глибину заробки насіння. Сівба виконувалася на глибину 5-7 см трактором John Deere 8400 з сівалкою John Deere 740A. Норму висіву встановлювали згідно схеми дослідів. Насіння за 1-2 години до сівби обробляли біопрепаратами селекційних високоефективних штамів бульбочкових бактерій (різобофіт нутовий + фосфоентерін + біополіцид в пропорції 1:10) при розрахунковій дозі інокулюма 106 бактерій /1 насінину.

Після сівби поле прикочували кільчасто-шпоровими катками. Для боротьби з бур'янами до сходів культури вносили ґрунтовий гербіцид Гезагард 500 FW к.с. нормою 3,0 л/га. Проти шкідників у фазу «бутонізація - початок цвітіння» використовували інсектицид Нурел Д нормою 1,0 л/га.

Вологість ґрунту в 0-50 см шарі ґрунту на варіантах зрошення підтримували на рівні 75-80%НВ. Полив здійснювався за допомогою дощувальної машини Кубань. В 2012 році було зроблено 3 поливи нормою 450 $м^3$/га, в 2013 році – 1 полив нормою 500 та 2 – по 450 $м^3$/га, в 2014 році – 2 поливи нормою 500 $м^3$/га.

Збирання проводили прямим комбайнуванням при повному дозріванні бобів.

РОЗДІЛ 3
ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ

3.1. Щільність складення ґрунту та його пористість

Інтенсифікація технологій вирощування сільськогосподарських культур в сучасному виробництві призвела до трансформації всіх властивостей ґрунту, особливо фізичних. На жаль, цей процес пов'язаний з деградацією ґрунтів, які особливо чутливо реагують на дегуміфікацію зміною його структури і щільності складення. Всі ці процеси погіршуються від застосування на виробництві важкої, застарілої (морально і фізично), енергетично неефективної техніки, проведення інтенсивного зрошення малопридатною водою (з великою кількістю і несприятливим складом солей), надмірного розпушування, відмови від внесення органічних добрив і т. п.

На жаль, багато вчених до ґрунтових умов росту і розвитку рослин відносяться опосередковано, що іноді призводить і до отримання експериментальних даних, які важко пояснити. Вважаючи, що зрошення тільки в односторонньому порядку покращує всі умови росту рослин, повністю не враховують негативну складову. В умовах вирощування сільськогосподарських культур на меліорованих ґрунтах необхідно в обов'язковому порядку враховувати антропогенний вплив всіх факторів на їх фізичні властивості. Досліди, проведені в умовах південного Степу України, свідчать, що зрошення водою з критичними показниками якості призводить до осолонцювання, переущільнення ґрунтів, тощо, що може кардинально змінити існуючу технологію вирощування і спектр поширення культур [11, 50, 93, 123-125, 164].

На думку провідних вчених ґрунтознавців України (Балюк С.А., Медведев В.В., Ромащенко М.І.) [125, 164, 165], основними причинами незадовільного розвитку фізичного (структурного) стану зрошувальних ґрунтів є низький рівень культури землеробства, зрошувальної води та її якості, техніки поливу (створює додатковий тиск на ґрунт) і недостатні

обсяги застосування меліоративних заходів для ґрунту та води.

Рішення поставлених завдань з метою зниження антропогенного впливу на ґрунт дозволить максимально реалізувати потенційний рівень врожайності вирощуваних сортів і гібридів і перейти на нові досконалі технології. Проведені дослідження на зрошувальних і незрошувальних фонах дали можливість виявити істотну різницю між показниками щільності складення ґрунту (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Щільність складення ґрунту на посівах нуту залежно від досліджуваних факторів, г/см^3

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Умови зволоження (Фактор В)	Шар ґрунту, см (Фактор С)	Строк визначення	
			на час сходів	на час збирання
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	0-10	1,06	1,17
		10-20	1,12	1,23
		20-30	1,20	1,31
		0-30	**1,13**	**1,24**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	1,06	1,16
		10-20	1,12	1,20
		20-30	1,16	1,29
		0-30	**1,11**	**1,22**
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	0-10	1,17	1,25
		10-20	1,23	1,32
		20-30	1,29	1,37
		0-30	**1,23**	**1,31**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	1,17	1,24
		10-20	1,23	1,30
		20-30	1,25	1,34
		0-30	**1,22**	**1,29**

НІР$_{05}$ за роки досліджень коливалась, г/см^3:

на час сходів: для факторів А, В - від 0,01 до 0,02; С – від 0,01 до 0,03; взаємодії АВ – від 0,02 до 0,03; АС, ВС – від 0,02 до 0,04; комплексної взаємодії АВС – від 0,03 до 0,05.

на час збирання: для факторів А, В – від 0,01 до 0,02; С – від 0,02 до 0,03; взаємодії АВ – від 0,02 до 0,03; АС, ВС – від 0,03 до 0,04; комплексної взаємодії АВС – від 0,04 до 0,06.

Обробіток ґрунту суттєво вплинув на щільність складення оброблюваних

шарів ґрунту. При його виконанні на глибину 20-22 см щільність складення в шарі 0-30 см складала 1,13 г/см^3 на незрошувальних варіантах досліду. Збільшення глибини обробітку на 8 см зменшило показник на 1,8% - до 1,11 г/см^3, що було викликане розпушенням нижнього шару ґрунту.

Іншою була будова ґрунту при зрошенні. На цих ділянках, завдяки зміни водно-сольового режиму, на протязі багатьох років зменшилася частка агрономічно-цінних агрегатів, а мулу, навпаки, збільшилася. Також, при вмісті в зрошувальній воді значної кількості хлору, карбонатів, натрію та інших елементів, виникає процес диспергування і осолонцювання ґрунту [93]. Всі зазначені процеси викликали збільшення щільності складення ґрунту в шарі 0-30 см на 9,4% порівняно з незрошувальними умовами. За полицевого обробітку на глибину 28-30 см щільність складення ґрунту в орному шарі складала 1,22 г/см^3, а при зменшені її глибини до 20-22 см – 1,23 г/см^3.

Таблиця 3.2

Загальна пористість ґрунту на посівах нуту залежно від досліджуваних факторів, %

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Умови зволоження	Шар ґрунту, см	Строк визначення	
			на час сходів	на час збирання
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	0-10	59,5	55,3
		10-20	57,4	53,2
		20-30	54,5	50,4
		0-30	**57,2**	**53,0**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	59,5	55,7
		10-20	57,4	54,4
		20-30	56,1	51,1
		0-30	**57,7**	**53,7**
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	0-10	55,3	52,3
		10-20	53,2	49,8
		20-30	51,1	48,1
		0-30	**53,2**	**50,1**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	55,3	52,7
		10-20	53,2	50,6
		20-30	52,7	49,2
		0-30	**53,7**	**50,8**

До кінця вегетації нуту відбулося ущільнення орного шару за обох умов зволоження, що було викликано впливом рослин, опадів, сільськогосподарської техніки, а при зрошенні, ще додатково - зрошувальної води і механічним впливом її крапель.

Без зрошення щільність складання ґрунту на посівах нуту при оранці на глибину 20-22 см збільшилася в шарі ґрунту 0-30 см на 9,7%, склавши - 1,24 г/см^3, а при зрошенні - 6,5% і 1,31 г/см^3, відповідно. Збільшення шару обробітку до 30 см зменшило показник порівняно з попереднім обробітком. При зрошенні нуту щільність складання ґрунту під час збирання складала 1,29 г/см^3, а без зрошення - 1,22.

Пористість ґрунту функціонально пов'язана з щільністю її складання (табл. 3.2). При сходах культури пористість ґрунту у всіх досліджуваних шарах була задовільною. Так, на варіантах без зрошення пористість ґрунту в шарі 0-30 см становила 57,2-57,7% і не залежала від глибини обробітку. При зрошенні пористість ґрунту значно зменшилася і складала 53,2-53,7%, що пояснюється збільшенням щільності складання. До збирання зерна нуту пористість ґрунту в орному шарі зменшилася до найменших задовільних показників, але закономірності збереглися колишні.

3.2. Водопроникність ґрунту на посівах нуту

Важливими показниками при оцінці впливу технологічних прийомів на фізичні властивості ґрунту є його водопроникність та кількості поглинутої води у ґрунт. Вони дають можливість досліднику оцінити зміну гранулометричного стану ґрунту, його будови, тощо. Особливої уваги заслуговує зміна фізичних властивостей залежно від умов вологозабезпечення та під їх впливом катіонно-аніонного складу.

Результати визначення водопроникності та кількості поглинутої води у ґрунт за першу годину свідчать про суттєвий вплив досліджуваних прийомів вирощування на ці показники (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Водопроникність ґрунту та кількість поглинутої води за першу годину визначення на посівах нуту залежно від досліджуваних факторів

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Умови зволоження (Фактор В)	Строк визначення	
		на час сходів	на час збирання
Водопроникність ґрунту, мм/хв.			
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	2,48	1,81
Полицевий на глибину 28-30 см		2,65	1,96
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	2,27	1,52
Полицевий на глибину 28-30 см		2,46	1,69
$НІР_{05}$ за роки досліджень коливалась, мм/хв.	для фактора А, В	0,04-0,05	0,04
	для взаємодії АВ	0,06-0,07	0,05-0,06
Кількість поглинутої води за першу годину визначення, $м^3$/га			
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	1486	1084
Полицевий на глибину 28-30 см		1590	1176
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	1360	914
Полицевий на глибину 28-30 см		1474	1017
$НІР_{05}$ за роки досліджень коливалась, $м^3$/га	для факторів А, В	24-29	22-26
	для взаємодії АВ	34-41	31-37

Примітка. Виміри проводили на варіантах внесення мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$ та густоти стояння рослин 1,0 млн/га.

На час сходів рослин нуту найменша водопроникність ґрунту - 2,27 мм/хв. за роки досліджень була на варіантах зрошення за виконання оранки на глибину 20-22 см. Поглиблення орного шару до 28-30 см за цих умов збільшило показник на 8,4%. На незрошувальних землях, на відміну від зрошувальних, водопроникність ґрунту була більшою. Ця різниця може пояснюватися кращим агрегатним станом та розвитком деградаційних процесів під дією води. Так, за проведення оранки на глибину 28-30 см досліджуваний показник був найвищим і складав за роки досліджень 2,65 мм/хв., що порівняно з відповідними ділянками на зрошені мав перевагу у 7,7%. Зменшення глибини обробітку на 8 см - до 20-22 см призвело до зменшення показника на 6,9%, склавши у підсумку 2,48 мм/хв. На цьому варіанті також величина показника була більшою за відповідного на зрошенні,

що складало, в середньому за роки досліджень, 9,3%. Така різниця між глибиною основного обробітку ґрунту є закономірним явищем, але зменшення водопроникності ґрунту за умов штучного зволоження свідчить про погіршення усіх властивостей ґрунту, а, насамперед, розвиток вторинного засолення.

Водопроникність ґрунту на час збирання зменшилася, але динаміка змін була аналогічною, як і на час сходів нуту. За час вегетації, як зазначалося раніше, ґрунт ущільнився і, відповідно, погіршилися умови проникнення вологи. Так, на суходольних ділянках водопроникність ґрунту складала 1,81 мм/хв. за полицевого обробітку на 20-22 см та 1,96 мм/хв. – за оранки на 28-30 см, що було максимальним значенням на даний час. Різниця між варіантами складала 8,3%, що пояснюється більш глибоким розпушуванням і меншим ущільненням орного шару. На варіантах зрошення ситуація була гіршою, особливо за полицевого обробітку на 20-22 см, де величина водопроникності ґрунту складала 1,52 мм/хв. Виконання на зрошувальних варіантах оранки на 28-30 см поліпшило водопроникність ґрунту. За цих умов величина водопроникності ґрунту складала 1,69 мм/хв. і була більшою за попереднього варіанта на 11,2%.

За час онтогенезу культури водопроникність ґрунту зменшилася від сходів до часу збирання культури. Така зміна на незрошувальних масивах складала за оранки на 20-22 см 37,0%, а на 28-30 см – 35,2%. За вирощування нуту при зрошенні водопроникність ґрунту змінилася в негативну сторону суттєво. Так, за полицевого обробітку ґрунту на 20-22 см, показник погіршився на 49,3%, тоді як за оранки на 28-30 см – на 45,6%.

Кількість поглинутої води за першу годину визначення залежно від досліджуваних факторів змінювалася від 1360 до 1590 м^3/га на час сходів до 914 та 1176 м^3/га – на час збирання нуту. Динаміка зміни кількості поглинутої води повністю відповідала змінам водопроникності ґрунту. Так, найбільша кількість води на час сходів нуту - 1590 м^3/га була за виконання полицевого обробітку ґрунту на 28-30 см на незрошувальних варіантах, а застосування

середнього обробітку ґрунту на 20-22 см зменшило показник на 7,0%. На зрошенні поглиблення обробітку ґрунту збільшило кількість поглинутої води за першу годину визначення з 1360 до 1474 м^3/га, або на 8,4%. Порівняльний аналіз між умовами зволоження ґрунту показав, що за зрошення кількість поглинутої води за першу годину визначення зменшується від 7,9 до 9,3%.

На час збирання досліджуваний показник суттєво зменшився. Так, на зрошувальних варіантах кількість поглинутої води за першу годину визначення зменшилася на 48,8% за полицевого обробітку на 20-22 см та 44,9% - за оранки на 28-30 см. На неполивних варіантах ситуація була ліпшою. За глибокого основного обробітку ґрунту на 28-30 см кількість поглинутої води зменшилася на 35,2% до 1176 м^3/га, а за оранки на 20-22 см – 37,1% до 1084 м^3/га.

Кількість поглинутої води за першу годину визначення за полицевого обробітку ґрунту на 28-30 см залишилася найбільшою порівняно з оранкою на 20-22 см на час збирання порівняно із сходами культури. Така негативна динаміка простежувалася як за умови штучного зволоження, так і без зрошення, яка складала 11,3 та 8,5%, відповідно.

3.3. Біологічна активність ґрунту залежно від технологічних прийомів вирощування нуту

Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур повинні бути ґрунтозахисні та екологічно безпечні. Це можливе при зменшенні механічного, хімічного навантаження на ґрунт, використання біопрепаратів, введення сівозмін, тощо. Зазначені технологічні прийоми дозволяють сільськогосподарським підприємствам вийти на новий рівень земле- та водовикористання, який дозволить вирощувати високоліквідну продукцію з високими показниками якості, створити стійку виробничу систему, зменшити деградаційні процеси, підвищити родючість ґрунту.

Оранка і інші види інтенсивного обробітку ґрунту призводять до емісії двоокису вуглецю в атмосферу [99, 101, 145]. При оранці органічна речовина

(в основному це вуглець) оголюється і вже у вигляді вуглекислого газу випаровується. Скоротити вміст CO_2 в повітрі можна шляхом секвестрації вуглецю: консервації вуглекислого газу рослинами, які споживають вуглець і наполовину складаються з нього [2].

Проблема глобального потепління клімату, що стала незвичайно актуальною останніми роками, безпосередньо пов’язана з парниковим ефектом. Практично всі види людської діяльності так чи інакше збільшують викиди парникових газів, в першу чергу CO_2, в атмосферу. Лише сільське і лісове господарства можуть допомогти виправити ситуацію. У сільському господарстві скоротити викиди CO_2 можна за допомогою нульової технології в рослинництві, завдяки якій стає можливим збільшення секвестрації (в’язання вуглецю з атмосфери в ґрунтах). Працюючи за нульовою технологією, аграрії не лише зменшують викиди парникового газу, але і покращують екологічний стан ґрунту [2, 232, 244].

Згідно Кіотського протоколу додаткове скріплення CO_2 в ґрунті можливе за рахунок мінімалізації обробітку ґрунту. Проведені дослідження на фермі Свен Лейк в 1998 році свідчать, що загальні втрати двоокису вуглецю за добу складають за технології no-till - 10 г $CO_2/м^2$, обробітку на 10 см – 48, на 15 см – 105, на 20 см – 202 та на 28 см – 229 [2, 12, 80]. Тобто збільшення глибини обробітку та їх кількості призводить до значних втрат вуглецю, а зв’язати його в ґрунті можливо за мінімального обробітку.

Однією з головних складових частин газової фази ґрунту (ґрунтового повітря) є вуглекислий газ. Ґрунтове повітря істотно відрізняється від атмосферного, в нім в 10-100 разів більше CO_2. Це пов'язано з тим, що ґрунт поглинає багате киснем (21%) атмосферне повітря і виділяє CO_2 (що характерно для процесу дихання). Тому газообмін між ґрунтом і атмосферою називають «диханням» ґрунту. По кількості виділеного CO_2 можна орієнтовно судити про біологічну активність ґрунту (характеризує інтенсивність біологічних процесів, що протікають в ґрунті). Чим інтенсивніше протікають біологічні процеси в ґрунті, тим більше він виділяє

CO_2. За однакових умов (температури, вологості і т.п.), чим вище вміст органічної речовини в ґрунті, тим більше він виділяє CO_2 [32, 54].

За результатами досліджень, проведених на зрошувальних землях Південного Степу України, науковці стверджують, що за виконання полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см збільшилася кількість виділеного CO_2 з ґрунту, порівняно з поверхневим обробітком на 6-8 см та глибоким - на 28-30 см [101, 145]. За іншими даними, збільшення кількості післяжнивних решток у верхньому шарі ґрунту (6-8 см) сприяє більш інтенсивній діяльності мікроорганізмів, які збільшують виділення вуглекислого газу з ґрунту [85, 136, 155].

За результатами наших досліджень збільшення глибини обробітку сприяло поліпшенню умов життєдіяльності мікроорганізмів, що вплинуло на кількість виділеного вуглекислого газу з ґрунту на посівах нуту (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Кількість виділеного двоокису вуглецю з ґрунту на посівах нуту в фазу цвітіння залежно від агротехнологічних прийомів вирощування, мг CO_2/м^2×год

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Умови зволоження (Фактор D)	
		Без зрошення	Зрошення
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	89	119
	$N_{45}P_{45}$	104	154
	$N_{90}P_{90}$	127	186
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	95	136
	$N_{45}P_{45}$	122	178
	$N_{90}P_{90}$	152	215

Примітка. Визначення виконували при густоті стояння рослин 1,0 млн/га.

$НІР_{05}$ складала, мг CO_2/м^2×год: для факторів А, В – 6,49-7,17; D – 7,95-8,78; взаємодії АВ – 9,18-10,14; AD, BD – 11,25-12,42; комплексної взаємодії ABD – 15,91-17,56.

За умов природного зволоження на варіантах оранки на глибину 20-22 см кількість виділеного CO_2 з ґрунту коливалась від 89 до 127 мг CO_2/м^2×год, а поглиблення до 28-30 см збільшило показник на 15,0%. При

зрошенні інтенсивність усіх процесів зростає. За цих умов інтенсивність виділення вуглекислого газу з ґрунту при полицевому обробітку на глибину 28-30 см була максимальною і коливалася від 136 до 215, а за оранки на 20-22 см – 95-152 мг CO_2/м^2×год.

Застосування мінеральних добрив на посівах нуту збільшило кількість виділеного CO_2 з ґрунту порівняно з контрольними варіантами, де мінеральні добрива не вносили. За внесення добрив у дозі $N_{45}P_{45}$ кількість виділеного двоокису вуглецю з ґрунту на посівах нуту в фазу цвітіння коливалась від 104 до 122 - на варіантах без зрошення та від 154 до 178 мг CO_2/м^2×год – на фоні зрошення. Збільшення дози добрив вдвічі збільшило показник на 23,9 та 21,1%, відповідно. Найменше виділялося вуглекислого газу на варіантах без зрошення та добрив – 89-95 мг CO_2/м^2×год, а за зрошення - більше на 39,1%.

Особливо гостро в умовах Південного Степу України стоїть питання дефіциту вологи. Збільшення її кількості в ґрунті активізує мікробіологічні процеси, що позначається на кількості виділеного вуглекислого газу. Так, на варіантах природного зволоження кількість виділеного CO_2 з ґрунту на посівах нуту, в середньому по досліду, складала 115 мг CO_2/м^2×год, що порівняно із зрошенням було меншим на 43,5%.

Інтенсивність діяльності біоти ґрунту досліджували шляхом визначення ступеню розкладання лляного полотна на посівах нуту (табл. 3.5).

Згідно досліджень, проведених на півдні України [101, 145], оранка на глибину 20-22 см є найбільш оптимальним, з огляду на ступінь розкладання лляного полотна, порівняно з обробітком на 28-30 та 6-8 см. За цими даними поліпшення поживного режиму ґрунту збільшує інтенсивність діяльності мікроорганізмів. Жива матерія в умовах дефіциту вологи напряму залежить від її наявності. В умовах Південного Степу України створення сприятливих умов для активного розмноження та продуктивної роботи мікроорганізмів в ґрунті можливе тільки при зрошенні. За цих умов, за результатами отриманих експериментальних даних, при вирощуванні нуту ступінь розкладання лляного полотна була найвищою і коливалась від 40,4 до 56,4% в шарі ґрунту 0-30 см.

Таблиця 3.5

Ступінь розкладання лляного полотна на посівах нуту залежно від агротехнологічних прийомів вирощування, %

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Шар ґрунту, см (Фактор С)	Умови зволоження (Фактор D)	
			Без зрошення	Зрошення
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0-10	24,5	34,8
		10-20	28,3	41,2
		20-30	31,1	45,3
		0-30	**28,0**	**40,4**
	$N_{45}P_{45}$	0-10	31,8	40,3
		10-20	36,4	46,5
		20-30	39,4	51,6
		0-30	**35,9**	**46,1**
	$N_{90}P_{90}$	0-10	42,7	47,0
		10-20	46,5	54,7
		20-30	51,2	60,5
		0-30	**46,8**	**54,1**
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0-10	24,9	34,3
		10-20	28,4	41,0
		20-30	33,2	51,1
		0-30	**28,8**	**42,1**
	$N_{45}P_{45}$	0-10	32,5	40,2
		10-20	36,3	47,3
		20-30	42,0	58,3
		0-30	**36,9**	**48,6**
	$N_{90}P_{90}$	0-10	43,1	47,3
		10-20	46,9	55,2
		20-30	53,1	66,7
		0-30	**47,7**	**56,4**

Примітка. Визначення виконували при густоті стояння рослин 1,0 млн/га.

$НІР_{05}$ складала, %: для факторів А, D – 0,70-0,81; В, С – 0,86-0,99; взаємодії AD – 0,99-1,15; BD, CD, AB, AC – 1,21-1,40; BC – 1,49-1,72; ABD, ACD – 1,72-1,98; BCD, ABC – 2,10-2,43; комплексної взаємодії ABCD – 2,97-3,44.

Інтенсивність діяльності мікроорганізмів збільшувалася з глибиною. Вирощування нуту за природного зволоження, навпаки, консервувало розвиток мікроорганізмів і, відповідно, активність їх була меншою порівняно

з варіантами зрошення і коливалась від 28,0 до 47,7%.

Збільшення глибини полицевого обробітку, та за рахунок цього поліпшення фізичних властивостей ґрунту, позитивно вплинуло на роботу мікрофлори. За оранки на глибину 28-30 см ступінь розкладання лляного полотна складала, в середньому за роки досліджень, 37,8% за природного зволоження та 49,0 – при зрошенні. Зменшення глибини обробітку до 20-22 см призвело до зниження інтенсивності розкладання лляного полотна до 36,9% – на варіантах без зрошення та 46,9% - при зрошенні.

Для активної роботи мікробної біоти ґрунту необхідне живлення, джерелом якого є рослинні рештки та мінеральні добрива. За умов природного зволоження та без добрив ступінь розкладання лляного полотна був найменшим і складав, в середньому по досліду, 28,4, а при зрошенні – 41,3%. Застосування добрив в дозі $N_{45}P_{45}$ активізувало діяльність мікроорганізмів, що прискорило інтенсивність розкладання лляного полотна за умов зрошення до 47,4, а без зрошення – 36,4%. Найбільший ступінь розкладання лляного полотна був за максимальної дози мінеральних добрив - $N_{90}P_{90}$ і складав 55,3 та 47,3%, відповідно.

3.4. Умовне споживання елементів живлення з ґрунту рослинами нуту

В процесі онтогенезу рослини використовують для утворення біологічної маси певну кількість поживних речовин, надходження яких відбувається, в основному, за рахунок внесення добрив - все це і обумовлює поживний режим ґрунту. Вивчення динаміки вмісту лужногідролізуємого азоту та рухомого фосфору на посівах нуту залежно від технологічних прийомів вирощування показує інтенсивність споживання цих елементів та характеризує взаємозв’язок комплексу рослина-ґрунт.

Інтенсивність споживання азоту та рухомого фосфору під дією досліджуваних факторів суттєво різнилася (табл. 3.6, 3.7).

Таблиця 3.6

Умовне споживання лужногідролізуємого азоту рослинами нуту за час вегетації, мг/кг ґрунту (середнє за 2012-2014 рр.)

Основний обробіток ґрунту	Густота стояння рослин, млн/га	Шар ґрунту, см	Фон живлення		
			Без добрив	$N_{45}P_{45}$	$N_{90}P_{90}$
Без зрошення					
Полицевий на глибину 20-22 см	0,5	0-30	48,4	73,1	81,7
		30-50	22,1	25,8	31,3
		0-50	37,9	54,2	61,5
	1,0	0-30	50,7	73,3	84,6
		30-50	21,7	35,6	39,9
		0-50	39,1	58,2	66,8
	1,5	0-30	64,1	83,0	99,4
		30-50	28,1	37,3	41,9
		0-50	49,7	64,7	76,4
Полицевий на глибину 28-30 см	0,5	0-30	49,3	73,3	91,1
		30-50	23,5	31,7	36,9
		0-50	39,0	56,7	69,4
	1,0	0-30	51,2	76,3	100,3
		30-50	22,7	34,9	43,0
		0-50	39,8	59,8	77,4
	1,5	0-30	65,8	84,3	104,5
		30-50	30,8	38,2	49,0
		0-50	51,8	65,9	82,3
Зрошення					
Полицевий на глибину 20-22 см	0,5	0-30	65,4	80,0	92,9
		30-50	34,3	40,1	38,3
		0-50	53,0	64,0	71,0
	1,0	0-30	68,7	83,9	104,0
		30-50	33,8	46,1	48,7
		0-50	54,8	68,8	81,9
	1,5	0-30	69,7	90,6	104,2
		30-50	33,1	46,9	50,1
		0-50	55,0	73,1	82,5
Полицевий на глибину 28-30 см	0,5	0-30	67,1	84,5	109,3
		30-50	33,8	39,1	59,0
		0-50	53,8	66,4	89,1
	1,0	0-30	70,0	88,6	115,3
		30-50	33,7	45,5	60,5
		0-50	55,5	71,4	93,4
	1,5	0-30	71,0	93,4	115,3
		30-50	34,5	48,5	62,0
		0-50	56,4	75,5	93,9

За час вегетації найбільше споживалося азоту на варіантах глибокого обробітку ґрунту, що було передумовою формування високого та якісного врожаю нуту. За природного зволоження та полицевого обробітку на глибину 20-22 см умовне споживання лужногідролізованого азоту в шарі ґрунту 0-50 см складало 56,5 мг/кг, а поглиблення до 28-30 см збільшило використання його на 6,5% - до 60,2 мг/кг. При зрошенні кількість спожитого азоту з ґрунту рослинами нуту була значно більшою, що пояснюється кращими умовами роботи мікроорганізмів і посиленням процесу нітрифікації. Так, за штучного зволоження та оранки на глибину 20-22 см, умовне споживання азоту з ґрунту, в середньому за роки досліджень, складало 67,1 мг/га та було більшим на 18,8% за відповідний показник за природного вологозабезпечення. Полицевий обробіток ґрунту на 28-30 см призвів до збільшення умовного споживання лужногідролізованого азоту до 72,8 мг/кг.

Застосування зрошення є основною передумовою в зоні Сухого Степу для збільшення врожаю культур та більш інтенсивного використання поживних речовин з ґрунту рослинами. З отриманих результатів видно, що при штучному зволоженні умовне споживання азоту з 0-50 см шару ґрунту рослинами нуту, в середньому за роки досліджень, складало 70,0 мг/кг, а за природного вологозабезпечення було меншим на 19,9%.

Внесення мінеральних добрив покращує поживний режим ґрунту та поліпшує умови життя рослини, особливо при зрошенні. На неудобрених варіантах умовне споживання азоту було найменшим незалежно від умов вологозабезпечення, як природного – 42,9, так і штучного – 54,8 мг/кг. Внесення добрив підвищило вміст азоту в ґрунті та стало передумовою збільшення врожаю культури і, як наслідок, умовного споживання азоту. Так, внесення $N_{45}P_{45}$ збільшило використання азоту рослинами нуту з ґрунту на 39,6% відносно контролю на варіантах без зрошення. Збільшення дози добрив вдвічі, до $N_{90}P_{90}$, підвищило умовне споживання азоту з шару 0-50 см ґрунту до 72,3 мг/га, що на 20,7% більше за попередні показники. При зрошенні інтенсивність споживання була аналогічною, але динаміка меншою. Внесення

$N_{45}P_{45}$ при зрошенні збільшило умовне споживання азоту з 0-50 см шару ґрунту до 69,9 мг/кг, що порівняно з неудобреними варіантами було більшим на 27,6%. За внесення максимальної дози мінеральних добрив використання азоту з ґрунту рослинами нуту було найбільшим – 85,3 мг/кг.

Збільшення кількості рослин на площі збільшує використання поживних речовин з ґрунту. За густоти стояння рослин 0,5 млн/га рослини нуту споживали азоту з 0-50 см шару ґрунту до 53,1 мг/кг за природного вологозабезпечення. За цих умов, подвоєння кількості рослин до 1,0 млн/га, збільшило умовне споживання азоту з ґрунту до 56,9 мг/кг, тобто було більшим на 7,2% за попередні показники. Загущення рослин до 1,5 млн/га збільшило використання рослинами азоту з активного шару ґрунту на 14,%, до 65,1 мг/кг. При зрошенні інтенсивність та величина спожитого рослинами азоту з ґрунту за час онтогенезу була значно більшою. За найменшої густоти стоянняросли умовне споживання азоту складало 66,2 мг/кг, що на 7,3% менше за густоту стояння 1,0 млн/га та 9,8% - за 1,5 млн/га.

На відміну від азоту, фосфор, менш рухомий хімічний елемент. Внесені фосфорні добрива хімічно з’єднується і слабо переходять в рухомі форми. Інтенсивність переходу в рухомі форми залежить, в основному, від вологи, мікроорганізмів, добрив та виду рослин. Проведені дослідження свідчать, що на відміну від лужногідролізованого азоту інтенсивність використання рослинами нуту з активного шару ґрунту були меншими (табл. 3.7).

За усіма досліджуваними прийомами вирощування нуту, зрошення сприяло збільшенню використання рухомих форм фосфору з ґрунту, в середньому за роки досліджень, на 17,3%, склавши за природного вологозабезпечення 13,3 мг/кг, а штучного – 15,6.

За природного зволоження, поглиблення орного шару з 20-22 до 28-30 см сприяло збільшення використанню рухомого фосфору з 0-50 см шару ґрунту з 12,9 до 13,8 мг/кг. При зрошенні найменше умовне споживання елемента було за полицевого обробітку на глибину 20-22 см – 15,1 мг/кг, а поглиблення до 28-30 см збільшило цей показник на 6,6%.

Таблиця 3.7

Умовне споживання рухомого фосфору рослинами нуту за час вегетації рослин нуту, мг/кг ґрунту (середнє за 2012-2014 рр.)

Основний обробіток ґрунту	Густота стояння рослин, млн/га	Шар ґрунту, см	Фон живлення		
			Без добрив	$N_{45}P_{45}$	$N_{90}P_{90}$
Без зрошення					
Полицевий на глибину 20-22 см	0,5	0-30	17,0	17,0	17,5
		30-50	0,7	1,9	7,2
		0-50	10,4	10,9	13,4
	1,0	0-30	17,6	18,7	19,3
		30-50	2,1	3,0	8,1
		0-50	11,4	12,4	14,8
	1,5	0-30	18,4	20,2	20,5
		30-50	2,5	5,3	9,9
		0-50	12,1	14,2	16,2
Полицевий на глибину 28-30 см	0,5	0-30	17,8	18,3	18,8
		30-50	1,6	2,3	7,8
		0-50	11,3	11,9	14,4
	1,0	0-30	18,5	19,8	20,7
		30-50	2,8	3,5	9,0
		0-50	12,2	13,3	16,0
	1,5	0-30	19,3	21,1	21,9
		30-50	2,8	5,8	10,7
		0-50	12,7	15,0	17,4
Зрошення					
Полицевий на глибину 20-22 см	0,5	0-30	19,6	20,6	19,8
		30-50	1,6	4,0	8,2
		0-50	12,4	14,0	15,2
	1,0	0-30	20,3	22,1	21,9
		30-50	3,1	5,4	9,4
		0-50	13,4	15,4	16,9
	1,5	0-30	21,0	23,5	22,0
		30-50	3,4	7,5	11,5
		0-50	14,0	17,1	17,8
Полицевий на глибину 28-30 см	0,5	0-30	20,4	21,9	21,5
		30-50	1,8	4,9	8,4
		0-50	12,9	15,1	16,3
	1,0	0-30	21,2	23,1	23,0
		30-50	3,8	5,8	10,5
		0-50	14,2	16,2	18,0
	1,5	0-30	21,5	24,6	24,5
		30-50	4,0	8,4	12,3
		0-50	14,5	18,1	19,6

Внесення мінеральних добрив збільшило умовне використання рухомих форм фосфору з ґрунту, але інтенсивність порівняно з азотом була значно менше. Найменша їх кількість була спожита рослинами нуту з активного шару ґрунту на неудобрених варіантах, як за природного зволоження – 11,7 мг/кг, так і штучного – 13,6. Різниця між способами зволоження складала - 16,2%. Внесення мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}$ збільшило умовне споживання фосфору, в середньому за роки досліджень, до 13,0 мг/кг за природного вологозабезпечення. При зрошенні використання було більшим і складало за початкової дози добрив 16,0 мг/кг в шарі 0-50 см ґрунту, що порівняно з неудобреними варіантами було більшим на 17,6%. За максимальної дози добрив $N_{90}P_{90}$ умовне споживання рухомих форм фосфору було найбільшим і складало за природного зволоження 15,4, а штучного – 17,3 мг/кг.

Густота стояння рослин 0,5 млн/га сприяло споживанню з активного шару ґрунту 12,1 мг/кг рухомих форм фосфору за природного зволоження. Збільшення кількості рослин до 1,0 млн/га, збільшило умовне споживання елемента до 13,4 мг/кг, або 10,7%. Загущення нуту до 1,5 млн/га призвело до максимального споживання рухомого фосфору – 14,6 мг/кг з 0-50 см шару ґрунту. При зрошенні загущення рослин вдвічі та втричі, від мінімальної (0,5 млн/га), підвищило умовне споживання рухомого фосфору нутом з активного шару ґрунту на 9,8 та 18,2%, відповідно, а його величина складала 14,3 мг/кг.

3.5. Якість зрошувальної води та меліоративний стан ґрунту за вирощування нуту

Вітчизняний і закордонний досвід оцінки якості води для зрошення свідчить про поступовий перехід досліджень від простих моделей до складних. Згідно вимог FAO за сучасного підходу застосовують складну систему зв'язків, що враховує як солестійкість рослин, склад води і ґрунтів, так і агрономічні, санітарні і гідротехнічні показники.

Порівняльна оцінка ефективності вирощування нуту за різних умов зволоження дає повноцінну характеристику продуктивності культури, дії її на ґрунт, взаємозв’язку дії: зрошувальна вода ↔ рослина ↔ ґрунт, тощо.

Надходження води в ґрунт сприяє розчиненню поживних речовин в ньому та збільшує їх доступність рослинам; збільшує активність мікробіологічних процесів; покращується мікроклімат, тощо. Але за надмірного надходження води з верхніх шарів ґрунту вимиваються як корисні елементи, так і шкідливі солі, підвищується рівень ґрунтових вод, що призводить до заболочування, а за мінералізованих вод – до засолення.

На сучасному рівні досліджень неможливо розглядати результати вирощування будь-якої культури в умовах зрошення без аналізу показників якості зрошувальної води. В даній ситуації якість зрошувальної води є основним фактором управління меліоративним станом ґрунтів, створення оптимальних умов для росту та розвитку сільськогосподарських культур і збільшення біологічної продуктивності зрошувальних земель.

Дослідження з удосконалення елементів технології вирощування нуту виконувалися в межах дії Інгулецької зрошувальної системи. Зрошувальна вода з даної системи до 2011 року характеризувалася низькою якістю - підвищеною мінералізацією та несприятливим хімічним складом. Основною причиною було забруднення джерела зрошення – річки Інгулець промисловими підприємствами міста Кривий Ріг. Також, якість зрошувальної води в системі формувалася шляхом змішування води річок Інгулець та Дніпро. У зв’язку із суттєвим зменшенням водозабору на зрошення з 2006 року фактичне змішування Інгулецької та Дніпровської води не відповідало проектним вимогам [94, 199, 206].

Для поліпшення якості поливної води та еколого-агромеліоративного стану ґрунтів вченими було впроваджено новий спосіб формування якості води за рахунок здійснення попусків води з Карачунівського водосховища впродовж всього поливного періоду (промивка зверху на весь поливний період) [94, 133, 134]. В результаті мінералізація поливної води зменшилася,

в середньому, на 15%, хлоридів - на 42, натрію - на 15, показник SAR - на 11, коефіцієнт Кадера - на 6% [94]. Якість зрошувальної води визначалася Миколаївським регіональним управлінням водних ресурсів за ДСТУ 2730-94 [231] за агрономічними критеріями та згідно ВНД 33-5.5-02-97 [230] за екологічними критеріями (додаток Г).

Для запобігання розвитку деградаційних процесів, збільшення кількості солей в ґрунті необхідний перехід на нові агротехнології, а також внесення кальцієвмісних меліорантів.

Досвід зрошення в полуарідних і арідних зонах дозволяє визнати придатною для поливів воду з мінералізацією менше 0,2 г/л. Мінералізацію від 0,2 до 0,5 г/л, вважають доброю за відсутності у воді соди. Мінералізація води від 0,5 до 1,0 г/л допустима при поливі стійких до засолення рослин на легких ґрунтах, а від 1 до 2 г/л - небезпечна з точки зору засолення ґрунтів [218].

Гранично допустимою мінералізацією води для зрошення ґрунтів середнього і важкого гранулометричного складу вважають 2-3 г/л, а для супіщаних і піщаних – 10-12 г/л [93]. Особливо небажана присутність в поливній воді гідрокарбонату натрію. Прийнято, що вода з його вмістом менше 1 мг-екв/л придатна для зрошення, 1,25-2,5 – умовно придатна, більше 2,5 – непридатна. Води підвищеної мінералізації, особливо лужні, викликають вторинне осолонцювання ґрунтів. З підвищенням мінералізації води повинен змінюватися режим зрошення [171].

Якість зрошувальної води визначали за наступними основними показниками: коефіцієнт іонного обміну; коефіцієнт небезпечності осолонцювання ґрунтів; іригаційний коефіцієнт; натрієво-адсорбційне відношення (SAR). Якість зрошувальної води з 2012 по 2014 рік значно покращилася за вмістом сухого залишку (вміст солей) з 1658 до 1484 мг/дм^3, тобто на 10,5%. Аналогічна ситуація простежується за аніонно-катіонним складом, де вміст сульфатів зменшився на 10,6%, хлоридів – 13, кальцію – 30,0, магнію – 10,3, натрію – 24,6, а гідрокарбонатів, навпаки, збільшився на 7,0%. Як критерій придатності води для зрошення І.М. Антиповим-

Каратаєвим і Г.М. Кадером застосований показник величини іонного обміну [11]. Воду вважають непридатною для зрошення при К<1 і придатною при К>1. Даний коефіцієнт визначається за формулою:

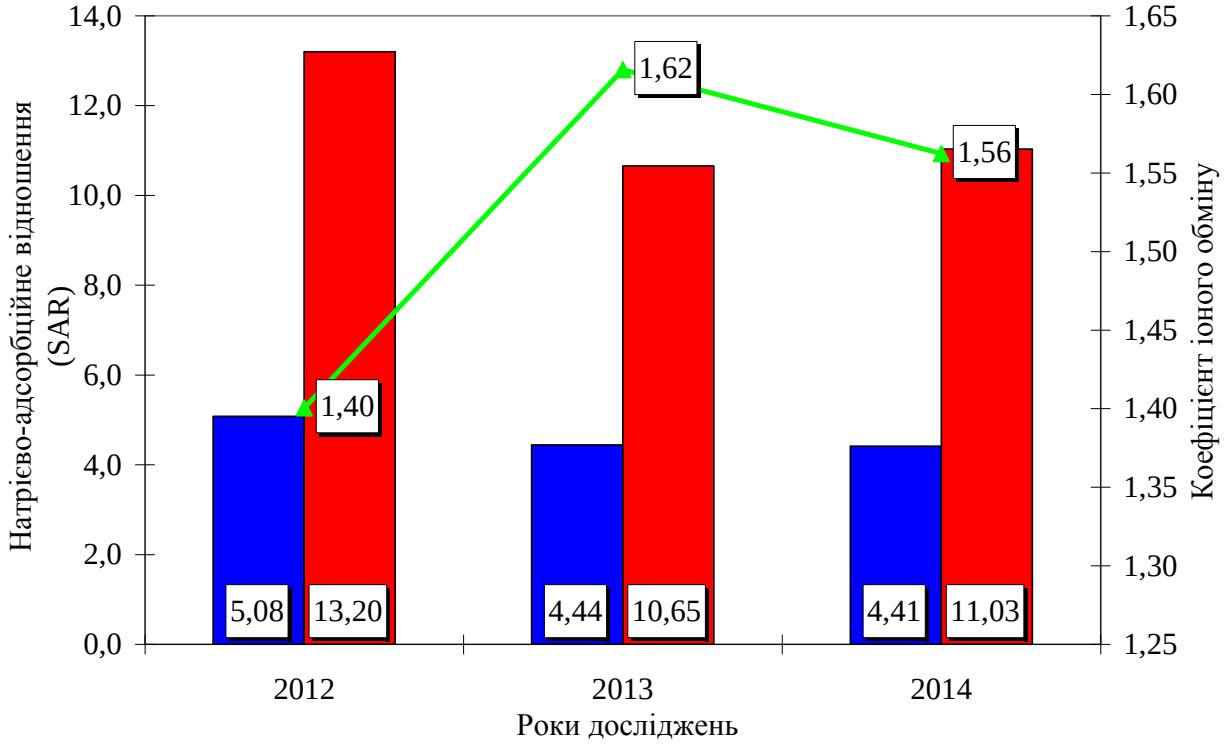
$$K = \frac{rCa^{2+} + rMg^{2+}}{rNa^{+} \times 0{,}238\,C} \qquad (3.1)$$

де К – коефіцієнт іонного обміну;

rCa^{2+}, rMg^{2+}, rNa^{+} – еквівалентний вміст компонентів у воді;

С – мінералізація води, г/л.

Згідно розрахунків, за роки досліджень, зрошувальна вода була придатною для зрошення (додаток Г, рис. 3.1), а коефіцієнт іонного обміну коливався від 1,40 (2012 р.) до 1,56 (2013 р.).



Примітки: ■ - SAR; ■ - уточнений SAR*; ▲ - коефіцієнт іонного обміну.

Рис. 3.1. Показники якості зрошувальної води за небезпекою розвитку осолонцювання

Відношення кількості іонів натрію до суми іонів кальцію та магнію коливалось за роки досліджень від 1,28 до 1,34, що є значно меншим за нормативні показники (>4) [171], тому осолонцювання ґрунту за рахунок поглинання іона натрію не загрожує. Але загальна мінералізація поливної

води висока, тому зрошення необхідно проводити лише на фоні дренажу.

За показниками іригаційного коефіцієнту [202] зрошувальна вода мала незадовільну якість - від 5,09 до 5,95 згідно нормативів (Кі > 18 - якість хороша, 18-6 - задовільна, 5,9-1,2 - незадовільна, Кі< 1,2 - погана). Але простежується стійка тенденція до збільшення відповідного показника, що призведе до задовільної якості води у найближчі роки, завдяки новому способу формування якості води в Інгулецькій зрошувальній системі.

У іригаційній практиці США та інших країн оцінка якості зрошувальної води проводиться за електропровідністю, натрієво-адсорбційним відношенням (SAR - sodium adsorption ratio), яке обчислюється за формулою Річардса:

$$SAR = \frac{rNa^{+}}{\sqrt{\frac{rCa^{2+} + rMg^{2+}}{2}}} \qquad (3.2)$$

де SAR – натрієво-адсорбційне відношення;

rCa^{2+}, rMg^{2+}, rNa^{+} – еквівалентний вміст компонентів у воді.

Небезпека осолонцювання настає при SAR > 10, 6, 4, при мінералізації води, відповідно, 1, 2, 3 г/л.

Величина допустимого натрієво-адсорбційного відношення поливної води залежить від ємності поглинання ґрунтів. Вона не повинна перевищувати для ґрунтів з ємністю поглинання до 5 мг-екв/100 г ґрунту 8-12; від 5 до 15 - ґрунту 6-8; від 15 до 50 - 2-4. При цьому pH води має бути в межах 6,0-9,0 [165].

За показниками SAR небезпека осолонцювання відсутня. Величина натрієво-адсорбційного відношення в 2012 році складала 5,08, а вже в 2013 році зменшилася до 4,44 (на 12,6%). В 2014 році SAR було найменше -4,41.

Внаслідок взаємодії зрошувальної води та ґрунту може розвиватися процес осідання карбонатів, що спостерігається при різному підлужуванні ґрунтового розчину, або навпаки, розчин кальцієвих солей ґрунту у випадку підкислення розчину зрошувальною водою. Осідання кальцію призводить до

збільшення в розчині відсоткового вмісту натрію і збільшенню величини SAR. Ця тенденція пов'язана зі складом зрошувальної води і враховується при розрахунку «уточненого SAR*» [131], яке обчислюється за формулою:

$$SAR^*=SAR\times[1+(8,4-pHc], \quad (3.3)$$

де $pHc=(pK_2-pK_{CaCO_3})+p(Ca+Mg)+p(A1_к)$.

$pK_2-pK_{CaCO_3}$ – різниця між другою константою дисоціації H_2CO_3, що розрахована, виходячи з іонної сили води;

p(Ca+Mg) – активність іонів лужноземельних металів;

$p(A1_к)$ – поправка на загальну лужність;

p – знак логарифму зі знаком «мінус» $A1_к=CO_3^{2-}+HCO_3^-$, мг-екв/л.

Згідно розрахунків величина pHc нижче 8,4, що вказує на тенденцію випадання карбонату кальцію в осад і тим самим – збільшення небезпеки осолонцювання. Ці результати підтверджуються розрахунками «уточненого SAR*», який в 2012 році складав 13,20. В 2013 році показник знизився до 10,65 або на 19,3% порівняно з 2012 роком, а в 2014 році знову зріс до 11,03 (рис. 3.1). Відповідно до нормативів «уточнений SAR*»>6, тому вода мало придатна до зрошення і викликає процеси підлужування та осолонцювання.

Поливна вода Інгулецької зрошувальної системи відноситься за агрономічними показниками до II класу (обмежено придатна), а за екологічними показниками - до I класу, і повинна використовуватися за умови обов'язкового застосування комплексу заходів попередження деградації ґрунтів. Але проведений порівняльний аналіз з 2012 по 2014 рр. за окремими показниками якості води Інгулецької зрошувальної системи свідчить про її стабільне покращення впродовж вегетаційного періоду нуту.

Для зменшення негативної дії поливної води Інгулецької зрошувальної системи необхідно використовувати адаптивно-ландшафтні, екологічно безпечні (компенсаційні) системи землеробства, максимально враховувати особливості природних ландшафтів, еколого-меліоративний стан зрошувальних земель, спрямованість ґрунтових процесів і режимів;

диференційоване використання системи добрив; меліорацію зрошувальних земель і поливних вод; планування режимів і способів зрошення сільськогосподарських культур по компенсаційним і адаптивним принципами; вдосконалення системи еколого-меліоративного моніторингу зрошувальних земель, тощо [127, 132].

Зрошення - потужний чинник дії на ґрунт і виведення його з системної (квазістаціонарної) рівноваги з метою її подальшої стабілізації на новому, вищому рівні, що обумовлює системну нестійкість і знижену здібність до саморегуляції ґрунтів, а також обов'язкове наукове обґрунтування прогнозів подальшої еволюції ґрунтів [127, 132].

Збільшення запасів вологи в ґрунті за допомогою зрошення суттєво впливає на водний і сольовий режими ґрунту, визначає спрямованість і зміну їх біологічного ритму, впливає на трансформацію головних складових частин ґрунтів - органічної і мінеральної, на процеси перетворення і пересування продуктів вивітрювання і ґрунтоутворення. Швидкість цих процесів залежить від якості зрошувальної води, буферності ґрунту, технології вирощування сільськогосподарських культур, тощо.

Дослідження з впливу технології вирощування нуту за різних умов зволоження на показники меліоративного стану темно-каштанових ґрунтів в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи було проведено вперше.

Проведені дослідження впливу способів обробітку ґрунту та умов зволоження на вміст солей свідчать, що, в середньому, в шарі 0-50 см на час сходів культури складав 0,145-0,146% на варіантах без зрошення (табл. 3.8). На ділянках зрошення вміст солей був значно вищим і складав 0,268-0,298%, тобто в 1,95 рази вищим. Це було обумовлено щорічними находженнями значної кількості солей із зрошувальною водою.

Із загальної кількості солей токсичні солі складали в умовах природного зволоження 0,131-0,132% або 89,7-91,0% від загальної кількості. При зрошенні кількість токсичних солей складала за полицевого обробітку ґрунту на 20-22 см – 0,198, а на 28-30 – 0,210%, або 66,4 та 78,4% від

загальної кількості солей, відповідно.

Таблиця 3.8

Вміст водорозчинних солей, тип та ступінь засолення ґрунту дослідних ділянок на час сходів та збирання культури в шарі 0-50 см

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Умови зволоження	Вміст водорозчинних солей, %		Тип засолення	Ступінь засолення
		всього	в т.ч. токсичних		
На час сходів					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	0,146	0,131	С-КН	Н
	Зрошення	0,298	0,198	С-КМ	Сл
Полицевий на глибину 28-30 см	Без зрошення	0,145	0,132	С-КН	Н
	Зрошення	0,268	0,210	С-КМ	Сл
На час збирання					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	0,141	0,126	С-КН	Н
	Зрошення	0,260	0,186	С-КН	Сл
Полицевий на глибину 28-30 см	Без зрошення	0,140	0,126	С-КН	Н
	Зрошення	0,229	0,175	С-КН	Сл

Примітки: * – тип засолення (С – сульфатний; КН – кальцієво-натрієвий; КМ – кальцієво-магнієвий); ** – ступінь засолення (Н – незасолені; Сл – слабозасолені).

Тип засолення під час сходів культури на незрошуваних варіантах був сульфатно-кальцієво-натрієвий в активному шарі ґрунту за обох способів основного обробітку. На ділянках зрошення та полицевого обробітку в шарі 0-50 см хімізм засолення був зовсім іншим – сульфатно-кальцієво-магнієвий.

Згідно проаналізованих даних ступінь засолення незрошуваних ґрунтів характеризувався як незасолений, а при зрошенні шар ґрунту 0-50 см – слабозасолений. На кінець вегетації нуту розподіл солей за горизонтами ґрунту суттєво змінився, як під дією зовнішніх факторів, так і рослин досліджуваної культури (табл. 3.8-3.11).

Найбільш важливими є показники меліоративного стану ґрунтів після вирощування культури. Динаміка змін при вирощуванні нуту за усіма досліджуваними факторами була позитивна і свідчить про високу ефективність застосованих технологічних прийомів вирощування культури.

Таблиця 3.9

Аніонний склад водної витяжки на 100 г ґрунту в шарі 0-50 см

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Умови зволоження	CO_3^{2-}		HCO_3^-		Cl^-		SO_4^{2-}	
		мг-екв	%	мг-екв	%	мг-екв	%	мг-екв	%
На час сходів									
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	-	-	0,40	0,024	0,22	0,008	1,41	0,068
	Зрошення	-	-	1,14	0,070	0,52	0,018	2,81	0,135
Полицевий на глибину 28-30 см	Без зрошення	-	-	0,52	0,032	0,17	0,006	1,30	0,062
	Зрошення	-	-	1,36	0,083	0,30	0,011	2,50	0,120
На час збирання									
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	-	-	0,47	0,028	0,15	0,005	1,33	0,064
	Зрошення	-	-	0,86	0,052	0,25	0,009	2,56	0,123
Полицевий на глибину 28-30 см	Без зрошення	-	-	0,51	0,031	0,20	0,007	1,19	0,057
	Зрошення	-	-	0,56	0,034	0,039	0,014	2,37	0,114

Таблиця 3.10

Катіонний склад водної витяжки на 100 г ґрунту в шарі 0-50 см

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Умови зволоження	Ca^{2+}		Mg^{2+}		Na^+	
		мг-екв	%	мг-екв	%	мг-екв	%
На час сходів							
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	0,18	0,004	0,05	0,001	1,80	0,041
	Зрошення	1,26	0,025	2,20	0,027	1,01	0,023
Полицевий на глибину 28-30 см	Без зрошення	0,16	0,003	0,08	0,001	1,76	0,040
	Зрошення	0,72	0,014	3,38	0,041	0,05	0,001
На час збирання							
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	0,19	0,004	0,10	0,001	1,65	0,038
	Зрошення	0,92	0,018	0,54	0,007	2,21	0,051
Полицевий на глибину 28-30 см	Без зрошення	0,17	0,003	0,11	0,001	1,64	0,038
	Зрошення	0,69	0,014	0,36	0,004	2,26	0,052

На варіантах природного зволоження та полицевого обробітку на глибину 20-22 см вміст водорозчинних солей зменшився на 0,005% і складав 0,141%. Така ж сама динаміка простежувалася за вмістом токсичних солей, зменшення складало 0,004%. Таким чином в шарі ґрунту 0-50 см винос солей складав 0,295 т/га. Тип та ступінь засолення майже не змінився. За оранки на 28-30 см

загальний винос солей складав 0,005%, або 0,312 т/га. Тобто поглиблення орного шару на 8 см спричинило збільшення виносу солей на 0,017 т/га.

Таблиця 3.11

Склад солей в шарі 0-50 см, мг/100 г сухого ґрунту

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Умови зволоження	Na_2CO_3	$Ca(HCO_3)_2$	$Mg(HCO_3)_2$	$NaHCO_3$	$CaSO_4$	Na_2SO_4	$MgSO_4$	NaCl	$MgCl_2$
На час сходів										
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	-	0,015	0,004	0,014	-	0,100	-	0,013	-
	Зрошення	-	0,092	-	-	0,008	0,072	0,101	-	0,025
Полицевий на глибину 28-30 см	Без зрошення	-	0,013	0,006	0,024	-	0,092	-	0,010	-
	Зрошення	-	0,058	0,047	-	-	0,004	0,147	-	0,012
На час збирання										
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	-	0,015	0,007	0,015	-	0,094	-	0,009	-
	Зрошення	-	0,070	-	-	0,004	0,157	0,017	0,000	0,012
Полицевий на глибину 28-30 см	Без зрошення	-	0,014	0,008	0,022	-	0,084	-	0,012	-
	Зрошення	-	0,045	-	-	0,009	0,159	-	-	0,016

На варіантах зрошення динаміка вмісту та процесів утворення й розчинення солей дуже складна. Застосування полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см зменшило кількість водорозчинних солей на кінець вегетації нуту до 0,260%, це складало 87,2% від початкового вмісту солей. Винесення за цих умов водорозчинних солей складало 2,516 т/га з шару ґрунту 0-50 см. Сума токсичних солей також значно зменшилася до 0,186%. Тип засолення за обробітку на глибину 20-22 см змінився тільки за катіонним складом і став сульфатно-кальцієво-натрієвий, а ступінь засолення не змінився - слабозасолений. За штучного зволоження на варіантах оранки на глибину 28-30 см на час збирання культури вміст водорозчинних солей складав 0,229%, або став меншим на 0,039%. Значно також змінився вміст токсичних солей з 0,210 до 0,175%. Загальний винос солей з шару 0-50 см ґрунту складав 2,553 т/га, тип засолення змінився тільки за катіонним складом і став сульфатно-кальцієво-натрієвий, а ступінь засолення не

змінився – слабозасолений.

Висновки за розділом 3:

1. При вирощуванні нуту в незрошувальних умовах найкращі фізичні властивості ґрунту формувалися при обробітку на глибину 28-30 см. В цих умовах щільність складання в шарі 0-30 см складала 1,11 г/см^3 по сходах культури і 1,22 - при збиранні, а пористість - 57,7 і 53,7%, відповідно.

2. Найбільша водопроникність ґрунту - 2,65 мм/хв. та кількість поглинутої води за першу годину визначення - 1590 м^3/га на час сходів нуту та збирання - 1,96 мм/хв. та 1176 м^3/га, відповідно, були за виконання полицевого обробітку ґрунту на 28-30 см в незрошуваних умовах.

3. Найбільша кількість виділеного двоокису вуглецю з ґрунту на посівах нуту в фазу цвітіння - 215 мг CO_2/м^2×год була за полицевого обробітку на глибину 28-30 см та внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ при зрошенні та 152 – без зрошення. За цих умов був відзначений найвищий ступінь розкладання лляного полотна – 56,4 та 47,7%, відповідно.

4. Умовне споживання лужногідролізованого азоту та рухомого фосфору з врожаєм нуту суттєво залежало від досліджуваних факторів. Найбільше винесення елементів живлення з 0-50 см шару ґрунту було за полицевого обробітку на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$, густоти стояння рослин 1,5 млн/га при зрошенні: умовне споживання лужногідролізованого азоту складало 93,9 мг/кг, а рухомого фосфору – 19,6.

5. Нут є перспективною фітомеліоруючою культурою для підвищення продуктивності засолених зрошувальних ґрунтів південного регіону. Вирощування нуту за умови природного зволоження дозволяє зменшити вміст солей в 0-50 см шарі ґрунту за період вегетації культури і полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см – 0,295 т/га, а на глибину 28-30 см – 0,312 т/га. Найбільше винесення солей відбулося за умови зрошення та оранки на глибину 28-30 см – 2,553 т/га, а 20-22 см – 2,516 т/га.

РОЗДІЛ 4
РІСТ, РОЗВИТОК І ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ РОСЛИН НУТУ В ПОЛЬОВОМУ ДОСЛІДІ

4.1. Фенологічні спостереження за рослинами нуту в польових дослідах

Однією з найбільш суттєвих властивостей нуту є посухостійкість. Завдяки потужній кореневій системі і економному витрачанню вологи, нут найбільш пристосований для вирощування в регіонах, які страждають від частих посух. Посіви цієї зернобобової культури можуть бути страховими в екстремальних умовах, за яких нут може формувати високі врожаї (на рівні 1,8-2,2 т/га), що порівняти можливо лише з продуктивністю пшениці озимої [176, 177].

Вегетаційний період в нуту коливається від 80 до 120 діб, залежно від сорту і умов вирощування. Нут по фотоперіодичній реакції відноситься до культур довгого дня, тому при пізній сівбі фази вегетаційного періоду рослин скорочуються, а врожай зменшується.

Одним з визначальних показників, пов’язаних з продуктивністю рослин, є тривалість вегетаційного періоду, що однаково важливе для будь-якої екологічно-географічної зони [104].

Інтенсивність росту й розвитку рослин, час настання етапів органогенезу і фенологічних фаз, а також тривалість вегетаційного періоду в цілому визначаються як спадковими ознаками сорту, так і зовнішніми чинниками середовища, в основному, температурою повітря і ґрунту, а також вологою. На кожному етапі росту і розвитку вимоги рослин до умов зовнішнього середовища, в першу чергу до вологи і температури, змінюються і залежать від біологічних особливостей культури [154].

В умовах сприятливого зволоження і помірних температур повітря темпи росту і розвитку рослин нуту сповільнюються, а інтенсивність

біопродукційного процесу зростає [20].

Великий вплив на ріст і розвиток рослин нуту мають умови зволоження, оскільки вони визначають забезпеченість рослин вологою, величина й доступність елементів живлення, ростові процеси та площа асиміляційної поверхні. Погіршення умов зволоження призводить до значного зниження врожаю зерна.

Наші дослідження свідчать, що строки настання фенологічних фаз росту і розвитку нуту значно залежали від умов зволоження (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Строки сівби та настання основних фаз росту й розвитку рослин нуту у роки досліджень

Умови зволоження та роки досліджень					
Без зрошення			Зрошення		
2012	2013	2014	2012	2013	2014
Сівба					
28.03	04.04	23.03	28.03	04.04	23.03
Сходи					
10.04	16.04	04.04	10.04	16.04	04.04
Цвітіння					
21.05	24.05	14.05	24.05	28.05	17.05
Повна стиглість					
18.07	22.07	13.07	03.08	06.08	31.07

Примітка. Спостереження здійснювалися на варіантах полицевого обробітку на глибину 20-22 см, густоти стояння рослин 1,0 млн/га, норми добрив $N_{90}P_{90}$

В умовах посушливого клімату в забезпечених вологою посівах у повній мірі реалізуються генетичні особливості кожної індивідуальної рослини і негативний вплив чинників довкілля нівелюється. Різниця між умовами зволоження призводить до неодночасного проходження фаз розвитку з різницею, яка спостерігається, аж до дозрівання. Посіви, які в повній мірі забезпечені вологою виявляються більш вирівняними, що дуже вигідно в плані проведення збиральних робіт, оскільки призводить до мінімізації втрат зерна. Крім того, дружне дозрівання культури позитивно впливає на якість отриманого врожаю зерна.

Строки сівби напряму залежали від середньодобової температури повітря та ґрунту. Оптимальні умови для сівби в 2012 та 2014 роках наступили в кінці березня (28.03 та 23.03), а в 2013 р. – на початку квітня (04.04). Сівба нуту була проведена в однакові строки незалежно від умов зволоження. В 2012 році повні сходи були зафіксовані 10 квітня, в 2013 році – 16 квітня, а в 2014 році - 04 квітня.

Зрошення поліпшило умови росту і розвитку рослин нуту, мікроклімату, що в свою чергу вплинуло на строки настання фази цвітіння.

В незрошувальних умовах цвітіння рослин нуту календарно наступало в 2012 році - 21 травня, в 2013 році – 24 травня, а в 2014 році – 14 травня. Проведення поливів збільшувало тривалість міжфазних періодів, тому календарні строки настання основних фаз росту й розвитку зміщувалися на 3-4 доби. Календарно це відбувалося за роками досліджень так: за сівби нуту на варіантах штучного зволоження цвітіння нуту наступало в 2012 році – 24 травня, в 2013 році – 28 травня, а в 2014 році – 17 травня.

Настання фази повної стиглості зерна нуту суттєво різнилася за варіантами досліджень. Найбільш рання збиральна стиглість зерна нуту була на варіантах природного зволоження в 2014 році – 13 липня, а пізніша у 2013 році в умовах зрошення – 06 серпня. На варіантах без зрошення фаза повної стиглості наступала в 2013 році – 22 липня та в 2012 році – 18 липня. Виконання поливів подовжила тривалість дозрівання культури до 03 серпня в 2012 році та 31 липня – в 2014 році.

Умови зволоження суттєво впливали на тривалість основних міжфазних періодів і на весь вегетаційний період (табл. 4.2). Тривалість періоду від сівби до сходів знаходилася у прямій залежності від температурного фактора, чим нижчою була температура повітря і ґрунту в цей період, тим повільніше з'являлися сходи та не залежала від умов зволоження. За 2013-2014 роки досліджень сходи з’явилися через 12 діб, а в 2012 році – через 13 діб.

Зміни в тривалості міжфазного періоду «сходи – цвітіння» повністю відображали реакцію нуту на кліматичні умови року. Тривалість періоду прямо

пропорційно залежала від температури повітря та кількості корисних опадів.

Таблиця 4.2

Тривалість міжфазних періодів нуту залежно від умов зволоження, доба

Умови зволоження та роки досліджень					
Без зрошення			Зрошення		
2012	2013	2014	2012	2013	2014
Сівба - сходи					
13	12	12	13	12	12
Сходи - цвітіння					
41	38	40	44	42	43
Цвітіння - повна стиглість					
58	59	60	71	70	75
Сівба - повна стиглість					
112	109	112	128	124	130
Сходи - повна стиглість					
99	97	100	115	112	118

Примітка. Спостереження здійснювалися на варіантах полицевого обробітку на глибину 20-22 см, густоти стояння рослин 1,0 млн/га, норми добрив $N_{90}P_{90}$

Як відмічають науковці, на початку бутонізації нут росте повільно, тому в цей період він не вимогливий до температури повітря. Надалі потреба в температурі різко зростає і якщо в цей період встановлюється прохолодна погода, то цвітіння нуту настає пізніше [100]. Тривалість періоду від сходів до цвітіння тим більше, чим вище забезпеченість вологою. За цих умов збільшується нарощування вегетативної маси, що призводить до затягування цвітіння. Збільшення міжфазного періоду «сходи – цвітіння» збільшує врожай зерна культури за рахунок збільшення площі листкової поверхні [20].

Перші відмінності в тривалості періодів онтогенезу нуту почалися у міжфазний період «сходи – цвітіння». В умовах штучного забезпечення рослин вологою зазначений період тривав від 42 до 44 діб залежно від температурних умов року. На незрошувальних варіантах міжфазний період «сходи – цвітіння» тривав на 3-5 діб менше. Найменша тривалість зазначеного періоду була в 2013 році, що пояснюється високою температурою в період вегетації нуту.

Найбільші зміни спостерігалися у міжфазний період «цвітіння – повна

стиглість», який залежить від сортових особливостей та ґрунтово-кліматичних умов року [14, 17, 89, 188]. Саме в цей період відбулося різке підвищення температурного градієнту, що позначилося на кількості доступної вологи в ґрунті. Зазначені умови суттєво вплинули на продукційні процеси, інтенсивність накопичення вегетативної маси, роботу фотосинтетичного апарату, формування насіння нуту та його якості. Ці зміни були характерні для рослин нуту, які вирощувалися в умовах нестачі вологи. В них спостерігалося поступове підсихання нижніх листків, із запліднених зав'язей розвивалися боби з розміщеними в них сім'ябруньками, відбувався синтез і перерозподіл білка в різних частинах рослини, що призводило до вторинного цвітіння, зменшення маси 1000 насінин, зниження посівних якостей [20, 89].

В незрошувальних умовах тривалість міжфазного періоду «цвітіння – повна стиглість» становила 58-60 діб, що порівняно з варіантами штучного зволоження було на 11-15 діб менше.

Загальна тривалість вегетаційного періоду, від сходів до повної стиглості, значно різнилася за варіантами зволоження. Це пояснюється тісним зв’язком ростових процесів нуту з умовами зовнішнього середовища. В оптимальних умовах, які утворювалися за помірного температурного режиму та зрошення, ріст, розвиток рослин нуту сповільнювався, а процес формування врожаю зерна, навпаки, збільшувалися. Так, за умов природного зволоження вегетаційний період становив від 97 до 100 діб, залежно від умов року. Зрошення збільшило тривалість процесу онтогенезу, за роки досліджень, на 15-18 діб.

4.2. Висота рослин нуту залежно від технологічних прийомів вирощування

Ґрунтово-кліматичні умови та технологічні прийоми вирощування культури суттєво впливають на лінійні розміри рослин. Максимальна висота, у більшості культурних рослин, в процесі онтогенезу формується наприкінці

цвітіння – початку дозрівання. На відміну від них, у бобових культур при оптимальному забезпеченні рослин усіма факторами життя в оптимальній кількості ріст рослин у висоту є майже безкінечним процесом. Часто, якщо при дозріванні культури випадають опади, а на рослині сформовано зерно, вона продовжує свій ріст, формує бутони, продовжує цвітіння, тощо. Цей процес з технологічної точки зору є небажаним, тому що збирання стає неможливим і необхідно агротехнологічними заходами підсушувати масу. Очікування формування нового насіння, зумовлює зниження врожаю та його якості.

В своїх дослідженнях ми визначали висоту рослин нуту в динаміці за основними фазами росту та розвитку (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Висота рослин нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування у фазу гілкування, см

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	12,2	12,8	12,3
	$N_{45}P_{45}$	12,4	12,0	12,4
	$N_{90}P_{90}$	12,6	12,6	12,3
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	11,9	11,9	12,4
	$N_{45}P_{45}$	12,4	12,3	12,3
	$N_{90}P_{90}$	12,1	12,6	12,0
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	12,1	12,1	11,9
	$N_{45}P_{45}$	12,2	12,1	12,0
	$N_{90}P_{90}$	12,2	12,3	12,2
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	12,2	12,0	12,0
	$N_{45}P_{45}$	12,1	12,3	12,0
	$N_{90}P_{90}$	11,9	12,2	12,3

$НІР_{05}$ складала, см: для факторів А, D – 0,14-0,17; В, С – 0,18-0,20; взаємодії AD – 0,20-0,23; BD, CD, AB, AC – 0,25-0,29; BC – 0,31-0,35; ABD, ACD – 0,35-0,41; BCD, ABC – 0,43-0,50; комплексної взаємодії ABCD – 0,61-0,70.

У фазу гілкування суттєвої різниці між досліджуваними варіантами не було виявлено, вона була в межах похибки досліду, а показник коливався від 11,9 до 12,8 см. Це пояснюється тим, що досліджувані фактори ще не встигли вплинути на ростові процеси нуту і тривалість часу від сівби до фази гілкування був незначний.

Під час цвітіння рослини нуту суттєво різнилися за висотою залежно від комбінації досліджуваних факторів (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Висота рослин нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування у фазу цвітіння, см

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	28,1	30,9	32,2
	$N_{45}P_{45}$	31,9	34,4	37,2
	$N_{90}P_{90}$	32,3	35,2	38,4
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	30,2	33,7	36,4
	$N_{45}P_{45}$	32,7	36,3	39,4
	$N_{90}P_{90}$	33,7	37,5	40,2
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	31,6	34,3	38,0
	$N_{45}P_{45}$	36,3	39,4	43,7
	$N_{90}P_{90}$	42,5	45,4	48,5
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	33,3	35,6	40,3
	$N_{45}P_{45}$	40,0	42,2	46,6
	$N_{90}P_{90}$	47,5	48,5	52,6

$НІР_{05}$ складала, см: для факторів А, D – 0,27-0,29; В, С – 0,33-0,35; взаємодії AD – 0,38-0,40; BD, CD, AB, AC – 0,47-0,49; BC – 0,57-0,61; ABD, ACD – 0,66-0,70; BCD, ABC – 0,81-0,86; комплексної взаємодії ABCD – 1,15-1,21.

Збільшення глибини основного обробітку ґрунту позитивно вплинуло на динаміку лінійних розмірів рослин. При проведенні полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см висота рослин нуту за варіантами природного зволоження, в середньому по досліду, складала 33,4 см, та була меншою на

6,6% порівняно з глибокою оранкою. При зрошенні різниця збільшилася до 7,5% з перевагою полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, де висота рослин складала 43,0 см.

Для формування оптимальної асиміляційної системи необхідне збалансоване забезпечення всіма елементами живлення. Проведені нами дослідження свідчать, що внесення $N_{90}P_{90}$ сприяло формуванню вищих рослин за обох умов зволоження. Так, за природного зволоження, висота рослин складала 36,2 см. Зменшення вдвічі внесених поживних речовин привело до послаблення ростових процесів, і як наслідок, зменшення висоти рослин на 2,5%, до 35,3 см. При зрошенні, на максимальному фоні живлення, висота рослин складала 47,5 см, що перевершила показник за дози внесення $N_{45}P_{45}$ на 14,7%. Найменші рослини були на варіантах досліду, де мінеральні добрива не вносили, як за умов природного зволоження - 31,9 см, так і штучного – 35,5 см.

Збільшення кількості рослин на площі сприяло посиленню конкуренції між рослинами і, як наслідок, збільшенню лінійних розмірів. Таку тенденцію було відзначено за умов проведення досліджень з нутом. Найменша густота стояння рослин 0,5 млн/га забезпечило формування рослин висотою в межах 28,1-33,7 см за природного зволоження та 31,6-47,5 – при зрошенні. Збільшення кількості рослин вдвічі - до 1,0 млн/га вплинуло на ростові процеси і висота рослин зросла на 10,2% за природного зволоження та 6,2 – при зрошенні. Максимальної висоти рослини нуту досягли при густоті стояння 1,5 млн/га. За цих умов показник на ділянках без зрошення складав, в середньому по досліду, 37,3 см та був вищим на 18,4% за густоту 0,5 млн/га. За штучного зволоження висота рослин нуту коливалася від 38,0 до 52,6 см і була вищою за варіанти з густотою стояння 1,0 млн/га – на 10,0, а 0,5 млн/га – на 16,9%. Зрошення збільшило висоту рослин нуту, в середньому по досліду, з 34,5 см до 41,5 см, що складало 20,3%.

Максимальних лінійних розмірів рослини нуту досягали у фазу повної стиглості зерна (табл. 4.5). На цей час висота рослин збільшилася від фази цвітіння, при цьому закономірність впливу технологічних прийомів

вирощування збереглася. Наприкінці онтогенезу висота рослин за полицевого обробітку на глибину 28-30 см складала за природного зволоження 42,0 см, а при зрошенні – 51,9 см. Зменшення глибини обробітку до 20-22 см зменшило лінійні показники на 7,1 та 7,9%, відповідно.

Таблиця 4.5

Висота рослин нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування у фазу повної стиглості зерна, см

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	32,7	36,1	38,1
	$N_{45}P_{45}$	37,1	40,3	44,0
	$N_{90}P_{90}$	37,7	41,4	45,5
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	35,4	39,8	43,2
	$N_{45}P_{45}$	38,3	42,8	46,9
	$N_{90}P_{90}$	39,5	44,3	47,9
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	37,5	41,2	46,0
	$N_{45}P_{45}$	43,3	47,3	52,9
	$N_{90}P_{90}$	50,7	54,7	58,9
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	39,7	42,9	48,9
	$N_{45}P_{45}$	47,8	51,1	56,7
	$N_{90}P_{90}$	56,9	58,8	64,1

$НІР_{05}$ складала, см: для факторів А, D – 0,34-0,36; В, С – 0,42-0,44; взаємодії AD – 0,49-0,51; BD, CD, AB, AC – 0,60-0,62; BC – 0,73-0,76; ABD, ACD – 0,84-0,88; BCD, ABC – 1,03-1,08; комплексної взаємодії ABCD – 1,49-1,53.

Збільшення кількості внесених поживних речовин вплинуло на висоту рослин за обох умов зволоження. При зрошенні висота нуту на неудобрених варіантах складала, в середньому по досліду, 42,7 см, що було меншим за внесення 45 кг/га діючої речовини азотно-фосфорних добрив на 16,9%, а 90 кг/га д.р. – на 34,4%. За природного зволоження ситуація була аналогічною. Висота рослин на контрольних ділянках коливалась від 32,7 до 43,2 см, при цьому внесення $N_{45}P_{45}$ збільшило показник на 10,6%, а за максимальної дози добрив $N_{90}P_{90}$ – на 13,6%.

В конкурентній боротьбі за основні фактори життя при густоті стояння 1,5 млн/га формувалися найвищі рослини нуту, як при зрошенні – 54,6 см, так і без нього – 44,3. За природного зволоження зменшення густоти стояння з 1,5 до 1,0 млн/га спричинило зменшення висоти рослин на 8,6%, а до 0,5 млн/га - на 10,9%. При зрошенні та густоти стояння рослин 0,5 млн/га висота рослин була найменша і складала, в середньому по досліду, 46,0 см. Збільшення кількості рослин на площі до 1,0 млн/га збільшувало показник на 7,2%.

Перевага зрошення за висотою рослин була відзначена також наприкінці вегетації, де різниця складала 23,2%.

4.3. Площа листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал посівів нуту

Для продуктивного синтезу органічної речовини необхідно багато складових елементів, і найважливішим є листкова поверхня. Її кількість обумовлює ріст і розвиток культури, рівень та якісні показники врожаю. Тому, визначення динаміки формування площі листкової поверхні нуту залежно від агротехнічних прийомів вирощування є важливим показником.

Площа асиміляційної поверхні нуту у фазу гілкування різнилася лише за варіантами густоти стояння рослин, хоча ці зміни були обумовлені лише кількістю рослин, а не індивідуальним їх розвитком (табл. 4.6). Різниця між варіантами різної глибини обробітку ґрунту, удобрення та умов вологозабезпечення були меншими за величину $НІР_{05}$.

Найбільші зміни площі листкової поверхні спостерігалися у фазу цвітіння (табл. 4.7). Полицевий обробіток ґрунту на глибину 28-30 см забезпечив кращі умови для розвитку надземної і підземної частин рослин нуту. Завдяки цьому площа асиміляційної поверхні була більшою і складала, в середньому по досліду, 18,75 тис. $м^2$/га за природного зволоження та 36,13 – штучного. Оранка на глибину 20-22 см зменшила площу асиміляційної поверхні на 1,9 та 2,4%, відповідно.

Нут є рослиною, яка, на відміну від інших бобових культур, для формування одиниці врожаю формує найменшу площу листкової поверхні.

Таблиця 4.6

Площа асиміляційної поверхні рослин нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування у фазу гілкування, тис. м^2/га

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	3,21	4,54	5,99
	$N_{45}P_{45}$	3,22	4,50	5,93
	$N_{90}P_{90}$	3,20	4,56	5,99
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	3,22	4,52	5,96
	$N_{45}P_{45}$	3,23	4,55	5,95
	$N_{90}P_{90}$	3,22	4,55	5,93
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	3,23	4,58	6,00
	$N_{45}P_{45}$	3,16	4,52	6,01
	$N_{90}P_{90}$	3,22	4,52	6,05
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	3,22	4,53	5,97
	$N_{45}P_{45}$	3,21	4,54	6,02
	$N_{90}P_{90}$	3,20	4,52	6,09

$НІР_{05}$ складала, тис. м^2/га: для факторів А, D – 0,09-0,10; В, С – 0,11-0,12; взаємодії AD – 0,13-0,14; BD, CD, AB, AC – 0,16-0,17; BC – 0,19-0,20; ABD, ACD – 0,22-0,23; BCD, ABC – 0,27-0,29; комплексної взаємодії ABCD – 0,38-0,41.

Внесення мінеральних добрив позитивно вплинуло на збільшення кількості листочків і відповідно їх площу. Максимальних значень асиміляційна поверхня мала за внесення $N_{90}P_{90}$ на варіантах без зрошення 20,17 тис. м^2/га та 39,49 – за штучного зволоження. Зменшення дози добрив до $N_{45}P_{45}$ негативно вплинуло на аналізуємий показник, який складав 18,79 тис. м^2/га за природного зволоження, що порівняно з попередньою нормою був меншим на 7,3%, але з контрольними ділянками - був більшим на 12,1%. При зрошенні динаміка зміни площі асиміляційної поверхні була аналогічною Мінімальна площа листкової поверхні була на неудобрених варіантах і

коливалася від 26,80 до 33,84 тис. м^2/га. Внесення 45 кг/га діючої речовини азотно-фосфорних добрив збільшило асиміляційну поверхню на 21,2%.

Таблиця 4.7

Площа асиміляційної поверхні рослин нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування у фазу цвітіння, тис. м^2/га

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	14,86	17,11	17,98
	$N_{45}P_{45}$	16,70	19,12	20,07
	$N_{90}P_{90}$	17,83	20,47	21,44
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	15,15	17,21	18,26
	$N_{45}P_{45}$	16,69	19,64	20,54
	$N_{90}P_{90}$	17,82	20,96	22,47
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	26,80	30,50	33,30
	$N_{45}P_{45}$	32,61	36,77	40,53
	$N_{90}P_{90}$	34,57	39,53	42,93
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	27,76	31,21	33,84
	$N_{45}P_{45}$	33,15	37,88	41,41
	$N_{90}P_{90}$	35,10	40,98	43,80

$НІР_{05}$ складала, тис. м^2/га: для факторів А, D – 0,39-0,50; В, С – 0,48-0,61; взаємодії AD – 0,56-0,70; BD, CD, AB, AC – 0,68-0,86; BC – 0,84-1,05; ABD, ACD – 0,96-1,21; BCD, ABC – 1,18-1,49; комплексної взаємодії ABCD – 1,67-2,10.

Загущення рослин негативно вплинуло на індивідуальний розвиток нуту, кількість листочків, їх масу та площу, але на фоні збільшення їх кількості асиміляційна поверхня поля зростала. За природного зволоження густота стояння рослин 0,5 млн/га сформувало на 15,6% меншу площу порівняно з густотою 1,0 млн/га та на 21,9% - з 1,5 млн/га, коливаючись від 14,86 до 17,83 тис. м^2/га. При зрошенні площа фотосинтезуючого апарату збільшилася майже вдвічі і складала за густоти стояння 1,5 млн/га – від 33,30 до 43,80 тис. м^2/га. Зменшення густоти посіву рослин нуту до 1,0 та 0,5 млн/га зменшило і площу асиміляційного апарату на 8,7 та 24,1%, відповідно.

Як зазначалося раніше, рослини нуту реагують збільшенням продуктивності на поліпшення умов зволоження шляхом зрошення. При штучному зволоженні площа листкової поверхні коливалася від 26,80 до 43,80 тис. м^2/га, що порівняно з природним вологозабезпеченням було більшим в1,9 рази.

При дозріванні зерна нуту нижній ярус листків на рослині підсихав та втрачав можливість фотосинтизуючої діяльності, тому загальна площа листкового апарату знижувалася, хоча динаміка змін залишилася як і у фазу цвітіння (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Площа асиміляційної поверхні рослин нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування у фазу дозрівання, тис. м^2/га

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	8,73	10,23	10,63
	$N_{45}P_{45}$	9,79	11,32	11,88
	$N_{90}P_{90}$	10,54	11,99	12,74
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	8,97	10,20	10,68
	$N_{45}P_{45}$	9,91	11,64	12,16
	$N_{90}P_{90}$	10,59	12,42	13,28
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	11,94	13,83	14,98
	$N_{45}P_{45}$	14,50	16,55	18,07
	$N_{90}P_{90}$	15,27	17,50	19,12
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	12,53	13,87	15,08
	$N_{45}P_{45}$	14,81	16,96	18,41
	$N_{90}P_{90}$	15,67	18,30	19,65

$НІР_{05}$ складала, тис. м^2/га: для факторів А, D – 0,20-0,28; В, С – 0,24-,034; взаємодії AD – 0,28-0,39; BD, CD, AB, AC – 0,34-0,48; BC – 0,42-0,59; ABD, ACD – 0,49-0,68; BCD, ABC – 0,60-0,83; комплексної взаємодії ABCD – 0,84-1,18.

Оранка на глибину 20-22 см за обох умов зволоження забезпечила формування меншої площі листкової поверхні порівняно з більш глибоким

обробітком. Різниця між варіантами за природного зволоження складала 2,0% і коливалась від 8,73 до 12,74 тис. м^2/га При зрошенні площа асиміляційної поверхні коливалась від 11,94 до 19,12 тис. м^2/га за полицевого обробітку на глибину 20-22 см та від 12,53 до 19,65 тис. м^2/га – на глибину 28-30 см.

Вирощування нуту на неудобрених варіантах призвело до формування найменшої площі листкової поверхні, яка складала за природного зволоження, в середньому по досліду, 9,91, а при зрошенні – 13,71 тис. м^2/га. Внесення $N_{45}P_{45}$ збільшило асиміляційну поверхню на 12,2 та 20,7%, відповідно. Максимальні показники листкової поверхні спостерігалися за найбільшої дози мінеральних добрив і перевищували контрольні ділянки на 20,4% за природного зволоження та 28,3% - при зрошенні.

Загущення рослин нуту до 0,5 млн/га у фазу дозрівання мали найменшу площу асиміляційної поверхні за обох умов вологозабезпечення. При зрошенні площа листків складала, в середньому по досліду, 14,12 тис. м^2/га і була більшою за природного зволоження на 4,36 тис. м^2/га. Збільшення густоти посіву вдвічі та втричі збільшило площу асиміляційної поверхні за природного зволоження на 15,8 та 21,9%, а при зрошенні – 14,5 та 24,3%, відповідно.

Порівняно з попередньою фазою росту та розвитку нуту різниця розвитку асиміляційної поверхні за різних умов зволоження зменшилася. За природного зволоження площа листкового апарату коливалася від 8,73 до 13,28 тис. м^2/га, а при зрошенні була більшою на 45,3%.

Ефективність формування асиміляційної поверхні рослинами характеризує фотосинтетичний потенціал посівів. Цей показник у фазу «гілкування-цвітіння» суттєво змінювався за досліджуваними факторами (табл. 4.9). Найбільші зміни простежувалися за різних умов вологозабезпечення. Так, на варіантах без зрошення фотосинтетичний потенціал посівів нуту, в середньому по досліду, складав 0,460 млн. м^2/га за добу, в той же час при зрошенні в 1,88 рази більше – 0,867 млн. м^2/га за добу.

Збільшення глибини оранки з 20-22 до 28-30 см збільшувало фотосинтетичний потенціал посівів нуту за природного вологозабезпечення

на 1,5%, а при зрошенні – 2,1%.

Таблиця 4.9

Фотосинтетичний потенціал посівів нуту за фазами росту і розвитку залежно від досліджуваних факторів, млн. м^2/га за добу

Середнє за 2012-2014 рр.

Умови зволоження	Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
			0,5	1,0	1,5
Міжфазний період «гілкування-цвітіння»					
Без зрошення	Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,359	0,430	0,476
		$N_{45}P_{45}$	0,396	0,469	0,516
		$N_{90}P_{90}$	0,418	0,498	0,546
	Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,365	0,432	0,481
		$N_{45}P_{45}$	0,396	0,481	0,527
		$N_{90}P_{90}$	0,418	0,507	0,564
Зрошення	Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,646	0,755	0,845
		$N_{45}P_{45}$	0,770	0,889	1,002
		$N_{90}P_{90}$	0,813	0,948	1,054
	Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,666	0,769	0,856
		$N_{45}P_{45}$	0,782	0,913	1,021
		$N_{90}P_{90}$	0,824	0,979	1,074
Міжфазний період «цвітіння-дозрівання»					
Без зрошення	Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,696	0,806	0,844
		$N_{45}P_{45}$	0,782	0,898	0,943
		$N_{90}P_{90}$	0,837	0,958	1,009
	Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,712	0,809	0,854
		$N_{45}P_{45}$	0,785	0,923	0,965
		$N_{90}P_{90}$	0,839	0,985	1,055
Зрошення	Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1,398	1,599	1,742
		$N_{45}P_{45}$	1,700	1,924	2,115
		$N_{90}P_{90}$	1,799	2,058	2,240
	Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1,454	1,625	1,765
		$N_{45}P_{45}$	1,732	1,979	2,159
		$N_{90}P_{90}$	1,833	2,139	2,290

Мінеральні добрива - потужний фактор зміни умов росту та розвитку будь-якої сільськогосподарської культури, а тому на неудобрених варіантах фотосинтетичний потенціал був найменший і складав за природного зволоження, в середньому по досліду, 0,424 млн. м^2/га за добу, а при

зрошенні – 0,756. Внесення початкової дози добрив ($N_{45}P_{45}$) збільшило показник на 9,4 та 18,5%, відповідно. Максимальних значень фотосинтетичний потенціал отримав за внесення $N_{90}P_{90}$. За цих умов показник збільшився до 0,418-0,564 млн. м^2/га за добу за природного та 0,646-1,074 млн. м^2/га за добу – штучного зволоження.

Загущені посіви мали вищий фотосинтетичний потенціал порівняно з розрідженими посівами нуту. Так, при густоті стояння рослин 1,5 млн/га показник складав, в середньому по досліду, 0,518 млн. м^2/га за добу на варіантах без зрошення. Послідовне зменшення густоти стояння рослин на кожні 0,5 млн/га зменшило фотосинтетичний показник на 10,2 та 32,1%, відповідно. При зрошенні досліджуваний показник був вищим, але динаміка змін була аналогічною. За густоти стояння рослин нуту 0,5 млн/га фотосинтетичний потенціал складав, в середньому по досліду, 0,750 млн. м^2/га за добу і був найменшим серед досліджуваних густот. Загущення посіву нуту до 1,0 та 1,5 млн/га збільшило показник на 16,8 та 30,0%, відповідно.

У міжфазний період «цвітіння-дозрівання» фотосинтетичний потенціал мав вищі показники ніж за попередній період. Це зростання пояснюється більшою площею листкової поверхні та меншою тривалістю міжфазного періоду. Оранка на глибину 20-22 см забезпечила формування фотосинтетичного потенціалу на рівні 0,696-1,055 млн. м^2/га за добу, що порівняно з більш глибоким обробітком на 28-30 см було меншим на 2,0% за природного зволоження. При зрошенні ця різниця була більшою і складала 2,4%.

Ефект від зрошення порівняно з природними умовами вологозабезпечення був вищим у 2,14 рази.

При вирощуванні нуту без внесення мінеральних добрив та природного зволоження фотосинтетичний потенціал сформувався на рівні 0,787 млн. м^2/га за добу. За внесення $N_{45}P_{45}$ досліджуваний показник збільшився на 0,096 млн. м^2/га за добу, а $N_{90}P_{90}$ – на 20,3%. При зрошенні максимальних значень фотосинтетичний потенціал посівів нуту складав, в

середньому по досліду, 2,060 млн. м^2/га за добу і був більшим за контрольні варіанти та дозу $N_{45}P_{45}$ на 29,0 і 6,5%, відповідно.

Загущення посівів нуту з 0,5 до 1,5 млн/га збільшило фотосинтетичний потенціал з 0,775 до 0,945 млн. м^2/га за добу за природного зволоження. При зрошенні показник мав значно більші величини, які складали, відповідно, 1,653 і 2,052 млн. м^2/га за добу.

Висновки за розділом 4:

1. Закономірне скорочення або подовження тривалості міжфазних періодів і вегетаційного періоду в цілому рослин нуту залежало від середньодобової температури повітря, суми активних температур та наявності вологи. Найтриваліший вегетаційний період - 112-118 діб був за вирощування нуту на зрошенні, а найменший – на незрошувальних варіантах - 97-100 діб.

2. Максимальна висота рослин нуту за основними фазами росту й розвитку: сходи – 12,3; цвітіння – 52,6; повна стиглість – 64,1 см була за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$, густоти стояння рослин 1,5 млн/га при зрошенні.

3. Найкращі умови формування площі листкової поверхні у фазу гілкування – 6,09; цвітіння – 43,80 та дозрівання – 19,65 тис. м^2/га були за наступного агротехнологічного комплексу: оранка на глибину 28-30 см, внесення добрив у дозі $N_{90}P_{90}$, густоти стояння рослин 1,5 млн/га за умов штучного зволоження.

4. Максимальні показники фотосинтетичного потенціалу посівів нуту за міжфазними періодами «гілкування-цвітіння» - 1,074 млн. м^2/га за добу та «цвітіння-дозрівання» - 2,290 були сформовані на варіантах зрошення, полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та густоти стояння рослин до 1,5 млн/га.

РОЗДІЛ 5
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ЗЕРНА НУТУ

5.1. Структурні показники врожаю нуту

Продуктивність культури залежить від багатьох чинників, а їх поєднання визначає її рівень. Складовими елементами процесу формування врожаю нуту є густота стояння рослин, кількість сформованих бобів та зерен. Проведені дослідження свідчать, що поставлені на вивчення агротехнологічні прийоми суттєво вплинули на формування структурних показників урожаю та продуктивності нуту в цілому.

Кількість сформованих бобів на одній рослині коливалось в широких межах - від 7,03 до 20,53 шт. (табл. 5.1). Покращення основних факторів життя сприяло збільшенню кількості бобів на одній рослині, а основним, в умовах дефіциту вологи, є зрошення. За цих умов на одній рослині утворювалось, в середньому за роки досліджень, 12,8 бобів, що більше на 24,3% порівняно з варіантами природного зволоження.

Полицевий обробіток на глибину 28-30 см сприяв поліпшенню фізичних властивостей ґрунту, і, як наслідок, умов росту й розвитку рослин нуту. При цьому кількість бобів на одній рослині складала 10,7 шт. за природного вологозабезпечення та 13,1 шт. – на зрошенні. Зменшення глибини обробітку до 20-22 см призвело до зниження кількості бобів на рослині на 9,2 та 4,8%, відповідно.

Формування оптимального поживного режиму рослин обумовлює збільшення структурних показників урожаю нуту. Згідно попереднього твердження, максимальну кількість бобів на одній рослині було отримано за внесення $N_{90}P_{90}$ на зрошенні – 14,5 шт. За природного зволоження показник був меншим на 27,2%. Внесення $N_{45}P_{45}$ зменшило кількість бобів на рослині до 10,3 – за природного та 13,1 шт. – штучного зволоження. Порівняно з максимальними показники погіршення поживного режиму призвело до

зменшення відповідного показника на 1,1 та 1,4 шт., відповідно. На неудобрених варіантах кількість бобів на рослині була найменша і складала, в середньому за роки досліджень, 9,0 – за природного вологозабезпечення та 10,8 шт. – штучного.

Таблиця 5.1

Кількість бобів на одній рослині нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, шт.

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	11,34	7,98	6,63
	$N_{45}P_{45}$	13,23	8,88	7,73
	$N_{90}P_{90}$	14,47	9,75	8,33
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	12,62	8,54	7,03
	$N_{45}P_{45}$	14,40	9,69	8,16
	$N_{90}P_{90}$	16,25	10,65	8,84
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	14,96	9,45	7,63
	$N_{45}P_{45}$	17,68	11,39	9,37
	$N_{90}P_{90}$	19,33	12,50	10,36
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	14,68	9,64	8,14
	$N_{45}P_{45}$	18,34	12,00	9,88
	$N_{90}P_{90}$	20,53	13,31	11,22

$НІР_{05}$ складала, шт.: для факторів А, D – 0,18-0,33; В, С – 0,22-0,41; взаємодії AD – 0,26-0,47; BD, CD, AB, AC – 0,31-0,58; BC – 0,39-0,71; ABD, ACD – 0,44-0,82; BCD, ABC – 0,54-1,00; комплексної взаємодії ABCD – 0,77-1,42.

Найменша кількість бобів на одній рослині за природного зволоження була сформована при найбільшій густоті стояння рослин - 1,5 млн/га і складала 7,8 та 9,4 – при зрошенні. Зменшення щільності посіву збільшило кількість бобів. Така динаміка пояснюється покращенням умов життя рослин, хоча слід зазначити, що загальна кількість бобів, навпаки, зменшилася, що є наслідком меншої кількості рослин на площі. За густоти стояння рослин 1,0 млн/га кількість бобів на одній рослині нуту складала 9,2 шт. – за природного

зволоження та була меншою на 48,9% порівняно з густотою стояння рослин 0,5 млн/га та більшою на 17,9% - за максимальне загущення. При зрошенні кількість бобів на одній рослині за густоти стояння рослин 1,0 млн/га була більшою за попереднє загущення на 21,3%, і складала 11,4 шт. Найменша густота стояння рослин нуту на площі 0,5 млн/га дало змогу рослинам нуту максимально реалізувати генетично обумовлені можливості, тому кількість бобів на одній рослині було найбільшим - 17,6 шт.

Основним показником, який обумовлює величину основної продукції є кількість сформованих зерен на одній рослині. Так, за результатами експериментальних досліджень, кількість зерен коливалась від 5,42 до 20,53 шт. і залежала від того чи іншого поєднання досліджуваних факторів (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Кількість зерен на одній рослині нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, шт.

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	12,87	7,83	5,42
	$N_{45}P_{45}$	14,34	8,56	6,28
	$N_{90}P_{90}$	15,05	9,04	6,49
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	12,96	7,56	5,55
	$N_{45}P_{45}$	14,00	8,47	6,25
	$N_{90}P_{90}$	15,06	8,87	6,58
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	22,08	12,29	8,52
	$N_{45}P_{45}$	25,29	14,57	10,51
	$N_{90}P_{90}$	26,20	15,25	11,15
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	21,12	12,26	8,91
	$N_{45}P_{45}$	25,41	14,73	10,76
	$N_{90}P_{90}$	27,13	15,75	11,58

$НІР_{05}$ складала, шт.: для факторів А, D – 0,23-0,30; В, С – 0,28-0,36; взаємодії AD – 0,32-0,42; BD, CD, AB, AC – 0,39-0,51; BC – 0,48-0,63; ABD, ACD – 0,56-0,72; BCD, ABC – 0,68-0,89; комплексної взаємодії ABCD – 0,97-1,25.

Глибина основного обробітку ґрунту суттєво не вплинула на кількість

сформованих зерен на одній рослині нуту та була в межах похибки досліду, водночас можна відзначити тенденцію до збільшення відповідного показника за умов збільшення глибини основного обробітку ґрунту.

Більш значущі зміни показника простежувалися за різними умовами зволоження. За природного зволоження рослини нуту в умовах гострого дефіциту вологи сформували, в середньому за роки досліджень, 9,51 зерен на одній рослині. При зрошенні кількість зерен суттєво збільшилась, що, в середньому по досліду, складало 16,31 шт., а приріст порівняно з попередніми умовами зріс у 1,72 рази. Таке зростання дає підстави рекомендувати вирощування нуту в умовах зрошення, що забезпечує збільшення кількості зерен на одній рослині, а, відповідно, і врожаю нуту, майже в два рази за оптимальної густоти стояння та інших агротехнологічних прийомів.

Забезпечення рослин нуту поживними речовини на протязі вегетації, є важливим фактором регуляції продуктивності, особливо, як в умовах гострого дефіциту вологи, так і при зрошенні. На неудобрених варіантах кількість зерен на одній рослині була найменша і складала за умов природного вологозабезпечення – 8,70 шт. Внесення $N_{45}P_{45}$ збільшило показник на 10,9% порівняно з контрольними варіантами. За максимальної дози добрив - $N_{90}P_{90}$ була сформована найбільша кількість зерен за умов природного зволоження, яка коливалася від 6,58 до 15,06 шт. на одній рослині. Зрошення, порівняно з природним вологозабезпеченням, збільшило кількість зерен на рослині на 63,2% на неудобрених варіантах, що складало, в середньому за роки досліджень, 14,20 шт. Внесення азотно-фосфорних добрив у кількості 45 кг/га діючої речовини збільшило кількість зерен на рослині до 16,88 шт. За максимальної дози добрив $N_{90}P_{90}$ показник збільшився, відповідно до попереднього значення, на 5,7%.

Загущення посівів нуту негативно вплинуло на кількість зерен на рослині. За максимальної густоти посіву 1,5 млн/га, кількість зерен на одній рослині була найменшою і складала 6,10 шт. за природного зволоження. При зрошенні, за аналогічних умов, їх кількість збільшилася на 67,9%. Зменшення

густоти стояння рослин до 1,0 млн/га збільшило показник на 37,5% за природного вологозабезпечення та на 38,1% - при зрошенні. Максимальна кількість сформованих зерен на одній рослині нуту була за густоти стояння 0,5 млн/га, що за природного зволоження складало, в середньому за роки досліджень, 14,05 шт. та 24,54 шт. – при зрошені.

5.2. Урожай зерна нуту залежно від досліджуваних чинників

Головним результуючим фактором є рівень сформованого врожаю залежно від технологічних прийомів, на які різні сільськогосподарські культури реагують по-різному. Так, з отриманих експериментальних даних видно, що усі поставлені на вивчення технологічні елементи вирощування суттєво вплинули на величину врожаю зерна нуту (табл. 5.3).

Основним фактором формування високого та якісного врожаю зерна нуту на півдні України є зрошення. Саме його впровадження забезпечило значне збільшення врожаю культури. За природного зволоження середня врожайність зерна нуту за роки досліджень складала 1,62 т/га. Вирощування цієї культури на зрошенні збільшило показник майже в 1,8 рази. Приріст урожайності зерна нуту, де лімітуючий чинник нівелювався штучним зволоженням, коливався від 0,93 до 1,62 т/га.

Проведення полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см порівняно з 20-22 см збільшило врожайність зерна нуту на варіантах без зрошення на 0,02-0,08, а при зрошенні – на 0,04-0,08 т/га. Але достовірним цей приріст не можна рахувати тому, що знаходився в межах похибки досліду.

Застосування добрив є одним з основних факторів інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Вирощування культур на даний час без їх застосування є нерентабельним і недоцільним. Але, на відміну від інших культур, бобові здатні себе, а також наступні культури в сівозміні, забезпечувати поживними речовинами, а саме азотом.

Таблиця 5.3

Урожайність зерна нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, т/га

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1,26	1,48	1,55
	$N_{45}P_{45}$	1,41	1,68	1,77
	$N_{90}P_{90}$	1,52	1,80	1,90
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1,28	1,50	1,60
	$N_{45}P_{45}$	1,44	1,72	1,83
	$N_{90}P_{90}$	1,56	1,85	1,98
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	2,18	2,48	2,70
	$N_{45}P_{45}$	2,66	3,02	3,31
	$N_{90}P_{90}$	2,83	3,24	3,53
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	2,22	2,53	2,74
	$N_{45}P_{45}$	2,71	3,10	3,38
	$N_{90}P_{90}$	2,89	3,33	3,60

$НІР_{05}$ складала, т/га: для факторів А, D – 0,035-0,048; В, С – 0,043-0,059; взаємодії AD – 0,050-0,068; BD, CD, AB, AC – 0,061-0,083; BC – 0,075-0,102; ABD, ACD – 0,086-0,118; BCD, ABC – 0,106-0,144; комплексної взаємодії ABCD – 0,150-0,204.

На неудобрених варіантах урожайність зерна нуту була найменшою і коливалась за природного зволоження - від 1,26 до 1,60, тоді як при зрошенні – від 2,18 до 2,74 т/га. Внесення добрив по-різному вплинуло на продуктивність культури за різних умов зволоження. Так, внесення $N_{45}P_{45}$ на варіантах без зрошення збільшило врожайність зерна нуту на 13,1%, що складало 0,15-0,23 т/га. Найбільші показники приросту врожайності зерна були отримані при зрошенні культури – 0,47-0,63 т/га.

Внесення азотно-фосфорних добрив в кількості 90 кг/га діючої речовини значно збільшило величину врожаю культури. За цієї дози середня врожайність зерна нуту в досліді на варіантах без зрошення складала 1,77 т/га, а на зрошенні - в 1,83 рази більше – 3,24 т/га. Порівнюючи з неудобреними варіантами приріст

за цих умов складав, відповідно, 0,26-0,38 та 0,64-0,85 т/га.

Приріст урожайності зерна нуту залежно від збільшення норми мінеральних добрив за природного зволоження коливався від 0,11 до 0,15 т/га, а зрошення – 0,17-0,23 т/га, або більше на 53,3-54,5%.

Формування оптимальної щільності травостою в умовах дефіциту вологи, як ґрунтової, так і повітряної, є важливим агротехнологічним елементом. Сівба нуту із густотою стояння рослин 0,5 млн/га сформувала найменшу врожайність зерна, яка без зрошення коливалася від 1,26 до 1,56, а при зрошенні – від 2,18 до 2,89 т/га. Як видно з наведених даних, зрошення збільшило показник, в середньому по досліду, на 83,0%. Загущення рослин до 1,0 млн/га збільшило загальний вихід продукції (зерна) з площі на 0,22-0,30 т/га за природного та на 0,30-0,44 т/га - штучного зволоження порівняно з попередньою нормою. За максимальної густоти стояння рослин нуту (1,5 млн/га) була отримана найвища врожайність за обох умов зволоження. Так, на варіантах без зрошення цей показник коливався від 1,55 до 1,98 т/га, тоді як при штучному зволоженні – від 2,70 до 3,60 т/га. Порівняно з найменшим загущенням рослин, воно забезпечувало додаткове формування 0,30-0,42 т/га зерна за природного та 0,51-0,71 т/га – штучного зволоження.

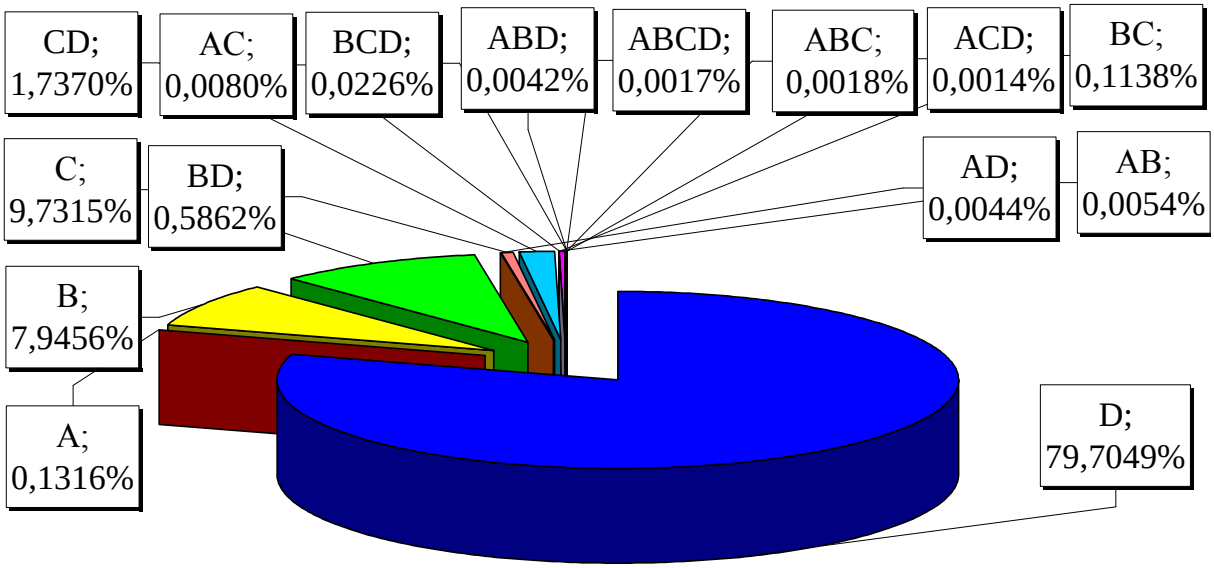


Рис. 5.1. Частка участі факторів та їх взаємодії в формуванні врожаю зерна нуту(A – основний обробіток ґрунту, B – фон живлення, C – густота стояння рослин, D – умови зволоження) (середнє за 2012-2014 рр.)

Для визнання параметрів впливу досліджуваних агротехнологічних прийомів вирощування нуту був проведений математичний аналіз результатів досліджень. Дисперсійний аналіз свідчить, що в середньому за роки досліджень, частка участі фактора А (основний обробіток ґрунту) в формуванні врожаю зерна нуту складала 0,13%, фактора В (фон живлення) – 7,95%, фактора С (густота стояння рослин) – 9,73% та фактора D (умови зволоження) – 79,70% (рис. 5.1).

5.3. Якість зерна нуту залежно від досліджуваних елементів технології вирощування

Розмір та величина, або, як його називають, «калібр», насіння нуту є одним з головних елементів, які визначають вартість зерна на світовому ринку. Тому, вирощування культури з максимальними розмірами та вагою є однією з головних задач поряд із підвищенням урожаю. В наших дослідженнях маса 1000 зерен в першу чергу визначалася генетичними особливостями культури, а також елементами агротехніки вирощування нуту (табл. 5.4). Величина маси 1000 зерен нуту залежала від досліджуваних прийомів вирощування і коливалась від 225 до 259 г, тобто різниця складала - 15,1%.

Створення глибокого орного шару, за результатами опрацьованих літературних джерел, є передумовою формування найвищого та якісного врожаю сільськогосподарських культур. Така тенденція була відзначена і в наших дослідженнях. Виконання полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см дало змогу сформуватися більшим за величиною зернам, маса 1000 яких за природного зволоження коливалась від 229 до 245 г та при зрошенні - від 241 до 259 г. Зменшення глибини обробітку до 20-22 см зменшило і відповідний показник. Це зменшення складало, в середньому по досліду, 2,2 і 2,9%, відповідно.

Потужним фактором зміни величини зерна нуту є мінеральні добрива. Це видно на прикладі контрольних ділянок, де мінеральні добрива не

вносили, і удобрених варіантів. Вирощування нуту на природному фоні родючості забезпечило формування найменшої маси 1000 зерен, що складало, в середньому по досліду, 230 г за природного вологозабезпечення та 242 г – при зрошенні, а різниця дорівнювала 5,2%. Внесення добрив в дозі $N_{45}P_{45}$ дало змогу сформуватися більшим за масою на 2,2% зернам нуту, а збільшення дози до $N_{90}P_{90}$ – на 3,9% на варіантах без зрошення. При зрошенні маса 1000 зерен нуту була вищою за відповідні контрольні варіанти на 1,7% за внесення $N_{45}P_{45}$, та 4,1% - $N_{90}P_{90}$.

Таблиця 5.4

Маса 1000 зерен нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, г

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	230	228	225
	$N_{45}P_{45}$	236	232	228
	$N_{90}P_{90}$	240	236	232
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	236	232	229
	$N_{45}P_{45}$	241	237	233
	$N_{90}P_{90}$	245	241	237
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	242	238	235
	$N_{45}P_{45}$	246	242	239
	$N_{90}P_{90}$	253	248	244
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	249	245	241
	$N_{45}P_{45}$	254	250	246
	$N_{90}P_{90}$	259	255	251

$НІР_{05}$ складала, г: для факторів А, D – 0,67-1,11; В, С – 0,82-1,36; взаємодії AD – 0,94-1,57; BD, CD, AB, AC – 1,15-1,92; BC – 1,41-2,35; ABD, ACD – 1,63-2,72; BCD, ABC – 2,00-3,33; комплексної взаємодії ABCD – 2,83-4,71.

Конкурентна боротьба за фактори життя негативно вплинула на масу 1000 зерен нуту. Посів нуту з густотою стояння рослин 0,5 млн/га найкраще вплинув на величину показника, який за природного зволоження був найбільший і складав, в середньому по досліду, 238 г та 251 г – при зрошені.

Збільшення кількості рослин на площі вдвічі зменшило масу 1000 зерен за обох досліджуваних умов зволоження. Так, на варіантах без зрошення показник складав 234 г і був на 1,7% меншим за попереднє загущення. При штучному зволоженні зниження складало 2,0%. Найменші показники маси 1000 зерен були відмічені при густоті стояння рослин 1,5 млн. рослин/га. За цих умов величина досліджуваного показника за природного зволоження коливалася від 225 до 237 г, а при зрошенні – від 235 до 251 г.

Інтенсифікація технології вирощування нуту шляхом вирощування його при зрошенні позитивно вплинула на величину маси 1000 зерен. За штучного зволоження показник коливався від 235 до 259 г і був більшим за природне вологозабезпечення, в середньому по досліду, на 5,6%.

Важливими показниками якості зерна нуту є вміст жиру, вуглеводів та клітковини і, особливо, білка. В зерні нуту міститься вуглеводів 43-66%, жиру - 4,7-8,2%, клітковини - 6-9%, а в зеленій масі - високий вміст щавлевої кислоти [13, 37, 83, 91, 111]. За іншими даними у деяких сортів вуглеводів міститься 20-47% [10], цукрів – 1-2,6%, а зольність складає 3,2-3,9% [180-183].

Цінність білка нуту полягає в тому, що він близький до тваринного, а його вміст в зерні коливається від 18-26% [13, 37, 83], у деяких сортів білка до 32,3% [10]. Нут за вмістом білка поступається тільки сої, перевершує при цьому квасолю, сочевицю та горох від 3 до 7%, а сумарна кількість незамінних амінокислот в білку складає 41,53% від їх загальної кількості [115, 118].

Вміст білка в зерні, в основному, залежить від сортових особливостей нуту. За результатами досліджень коливання протеїну та жиру в межах сорту складали 1-2% [146, 180-183, 195, 197].

За даними експериментальних досліджень, азотні добрива збільшили вміст білка в зерні на 7,8-10,5%, що є надзвичайно високим показником відгуку культури на азотне живлення. Фосфор підвищував вміст білка лише на 0,9-4,1%, а за дози P_{90} показник знижувався на 1,3%. Сумісне внесення азотних та фосфорних добрив збільшило вміст білка на 0,5-5,6% [169].

Отримані експериментальні дані щодо вмісту білка в зерні нуту свідчать, що його коливання суттєво залежало від досліджуваних факторів (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Вміст білка в зерні нуту залежно від досліджуваних факторів, % від сухої речовини

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	20,13	19,37	17,78
	$N_{45}P_{45}$	23,74	22,96	20,73
	$N_{90}P_{90}$	26,55	25,20	23,85
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	20,69	20,09	18,16
	$N_{45}P_{45}$	24,51	23,38	21,11
	$N_{90}P_{90}$	26,89	25,58	24,29
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	21,94	21,13	19,40
	$N_{45}P_{45}$	25,44	24,50	22,16
	$N_{90}P_{90}$	28,40	26,86	25,55
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	22,16	21,28	19,56
	$N_{45}P_{45}$	25,65	24,67	22,38
	$N_{90}P_{90}$	28,62	27,11	25,64

$НІР_{05}$ складала, %: для факторів А, D – 0,17-0,19; В, С – 0,21-0,23; взаємодії AD – 0,24-0,26; BD, CD, AB, AC – 0,29-0,32; BC – 0,36-0,39; ABD, ACD – 0,41-0,45; BCD, ABC – 0,50-0,56; комплексної взаємодії ABCD – 0,71-0,79.

Як відмічалося раніше, вирощування нуту на зрошувальних землях збільшувало не тільки продуктивність культури, а також поліпшило якісні показники. За цих умов вологозабезпечення вміст білка, в середньому за роки досліджень, складав 24,03%, а за умов природного зволоження – 22,50%.

Створення сприятливих умов для росту й розвитку нуту за рахунок полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см порівняно з оранкою на 20-22 см сприяло підвищенню вмісту білка в зерні. За глибокого обробітку в умовах природного зволоження вміст білка коливався від 18,16 до 26,89%, а його приріст складав в абсолютних показниках 0,48%. Полицевий обробіток

ґрунту на глибину 20-22 см при зрошені за вмістом білка в зерні був гіршим порівно з глибоким обробітком - на 0,19%.

Збільшення кількості внесених поживних речовин аналогічно впливало на вміст білка в зерні нуту. Найменший вміст білка було отримано на неудобрених варіантах, де його кількість коливалась від 17,78 до 20,69% за природного вологозабезпечення, а при зрошенні – від 19,40 до 22,16%. Як видно, перевага показників зрошувальних варіантів за цих умов складала 1,54%. Внесення $N_{45}P_{45}$ збільшило вміст білка в насінні в умовах природного зволоження на 3,37% - до 22,74%, а при зрошенні – на 3,22% - до 24,13%. Максимальний вміст білка в зерні нуту було відмічено за внесення мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$. Застосування цього агротехнологічного прийому за природного вологозабезпечення дозволило накопичити в зерні, в середньому за роки досліджень, 25,39% білка, а при зрошенні – 27,03.

На формування продуктивності та якості культури впливає кількість та форма розміщення рослин на площі. Сівба нуту з густотою стояння рослин 0,5 млн/га створило найкращі умови для формування більш якісного врожаю зерна. Вміст білка за цих умов був найвищий і за умов зрошення коливався від 21,94 до 28,62%. За природного зволоження вміст білка був меншим на 1,62%, або в 1,07 рази. Загущення посівів до 1,0 млн/га змінювало площу і форму живлення рослин, що призвело до погіршення якісних показників. В умовах природного зволоження вміст білка, в середньому за роки досліджень, складав 22,76%, що порівняно із зрошенням на 1,50% було меншим. Найменший вміст білка в зерні нуту був за максимальної густоти стояння. Вирощування культури за цих умов та природного вологозабезпечення забезпечило накопичення білка в зерні, в середньому за роки досліджень, 20,99%, а при зрошенні – 22,45%.

Для сільськогосподарських виробників більш значимим показником є загальний збір білка з сівозмінної площі. Саме цей показник дає змогу поєднати висоту врожаю та його якісні показники. Умовний загальний збір білка за вирощування нуту коливався в широких межах - від 218 до 794 кг/га

(табл. 5.6).

Таблиця 5.6

Умовний загальний збір білка за вирощування нуту залежно від досліджуваних факторів, кг/га

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	218	247	237
	$N_{45}P_{45}$	288	332	316
	$N_{90}P_{90}$	347	390	390
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	228	259	250
	$N_{45}P_{45}$	304	346	332
	$N_{90}P_{90}$	361	407	414
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	411	451	451
	$N_{45}P_{45}$	582	636	631
	$N_{90}P_{90}$	691	748	776
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	423	463	461
	$N_{45}P_{45}$	598	658	651
	$N_{90}P_{90}$	711	776	794

Витрати, які були понесені на більш глибокий обробіток ґрунту на глибину 28-30 см, окупилися більшим загальним збором білка з площі, який за природного зволоження складав 322, а зрошення – 615 кг/га. Зменшення глибини обробітку до 20-22 см знизило загальний збір білка за природного вологозабезпечення на 4,9, а штучного – на 3,0%.

Умовний загальний збір білка суттєво залежав від фону живлення. Найменший врожай та вміст протеїну в зерні обумовили найменший загальний збір, який за природного вологозабезпечення складав 240, а зрошення – 443 кг/га, з різницею в 1,85 рази. Внесення мінеральних добрив забезпечило суттєве зростання загального збору білка з площі. За природного зволоження та внесення $N_{45}P_{45}$ умовний загальний збір складав 320 кг/га, а за подвійної дози був більшим за попередню норму на 20,3%. Аналогічні зміни були на варіантах зрошення, але з різницею в 19,6%.

Інша динаміка простежувалася за різних густот стояння рослин нуту. Найменша густота стояння рослин 0,5 млн/га забезпечило найнижчий врожай та найвищий вміст білка в зерні, тому умовний загальний збір також був низький і складав за природного зволоження – 291, а штучного – 569 кг/га. Загущення рослин до 1,0 млн/га дало змогу зібрати найбільший умовний загальний збір білка за природного вологозабезпечення – 330 кг/га, а подальше збільшення густоти стояння рослин до 1,5 млн/га знизило досліджуваний показник на 7 кг/га. При зрошенні густота стояння рослин 1,5 млн/га сформувало найбільший загальний умовний збір білка – 627 кг/га, а зменшення кількості рослин до 1,0 млн/га знизило відповідний показник на 8,0%, складаючи 622 кг/га.

Зрошення на посівах нуту сприяло збільшенню усіх показників, зокрема, і загального збору білка. В умовах штучного зволоження умовний загальний збір білка складав 606 кг/га, тоді, як за природного зволоження він був в 1,92 рази меншим та складав 315 кг/га.

5.4. Програмування врожаю зерна нуту залежно від досліджуваних елементів технології вирощування

Кореляційно-регресійний аналіз – це побудова та аналіз економіко-математичної моделі у вигляді рівняння регресії (рівняння кореляційного зв’язку), що виражає залежність результативної ознаки від однієї або кількох ознак-факторів і дає оцінку міри щільності зв’язку [113, 172, 228]. Основні ідеї теорії кореляції вперше висунув англійський учений Ф. Гальтон наприкінці 70-х років XIX століття. Досліджуючи закономірності спадковості, він виявив, що кількісні ознаки батьків у дітей пом’якшувалися, «повертали» до середніх величин за сукупністю. Такий зв’язок учений назвав «регресією». Цей термін закріпився за рівнянням, яке дає змогу за величиною однієї кореляційно пов’язаної ознаки розраховувати середні величини іншої [69].

Розвинув теорію кореляції учень Ф. Гальтона К. Пірсон, який

використовував коефіцієнт кореляції, як вимірник щільності зв'язку. Він розробив методи аналізу взаємозв'язку двох змінних, теорію часткових і чистих коефіцієнтів кореляції, теорію багатофакторної кореляції. Свій внесок у розвиток математичної статистики зробили Р. Фішер та учень К. Пірсоа В. Госсет (псевдонім Стьюдент). Логічні й математичні питання теорії кореляції вивчав український математик-економіст Є. Слуцький [69, 120].

Правильне застосування кореляційних методів дає змогу зрозуміти глибинну сутність процесів взаємозв'язків. Кореляційні зв'язки виявляються не в кожному окремому випадку, а в середньому для багатьох випадків. У цих зв'язках між причиною і наслідком немає повної відповідності, а спостерігається лише певне співвідношення. Особливості кореляційних зв'язків породжують у теорії кореляції два завдання: визначити теоретичну форму зв'язку (регресійний аналіз) і виміряти щільність зв'язку (кореляційний аналіз). Перше полягає в тому, щоб знайти форму функціонального зв'язку, яка найбільшою мірою відповідає суті кореляційної залежності. Друге – виміряти за допомогою спеціальних показників якою мірою кореляційний зв'язок наближається до зв'язку функціонального [69].

Всебічне та глибоке пізнання процесів взаємозв'язків процесів формування врожаю зерна нуту залежно від досліджуваних агротехнологічних прийомів вирощування є невід'ємною частиною нашого наукового дослідження. Отриманні данні в результаті кореляційно-регресійного аналізів свідчать, що сила зв'язку глибини основного обробітку ґрунту (X_1), дози мінеральних добрив (X_2) та густоти стояння рослин (X_3) з урожаєм зерна нуту слабка та складає 0,035; 0,181 та 0,270, відповідно, а сумарного водоспоживання (X_4), навпаки, сильна - 0,930. Напрям зв'язку з усіма досліджуваними елементами технології вирощування нуту - прямий (табл. 5.7).

Множинний коефіцієнт кореляції всіх визначаючих факторів свідчить про сильний взаємозв'язок (0,922) урожаю зерна нуту з досліджуваними елементами технології вирощування.

Таблиця 5.7

Результати кореляційного і регресійного аналізів даних урожаю зерна нуту

Середнє за 2012-2014 рр.

До якого X_i відносяться дані	R – множинний і r_i – парні коефіцієнти кореляції	D – загальний і d_i – часткові коефіцієнти детермінації	b_0 і b_i – коефіцієнти регресії	t – критерій	
				фактичний	0,05
$X_1X_2X_3X_4$	0,960	0,922	-0,6740	-	
X_1	0,035	0,001	-0,0147	-2,82	1,97
X_2	0,181	0,033	0,0019	6,58	
X_3	0,270	0,073	0,2783	5,43	
X_4	0,930	0,865	0,0011	32,49	

Примітки: X_1 - глибина основного обробітку ґрунту, см; X_2 - доза внесення мінеральних добрив, кг/га діючої речовини; X_3 – густота стояння рослин, млн/га; X_4 – сумарне водоспоживання, $м^3$/га.

Таблиця 5.8

Результати кореляційного аналізу множинних зв'язків даних урожаю зерна нуту з досліджуваними факторами

Середнє за 2012-2014 рр.

До якого X_i відносяться дані	Коефіцієнти кореляції	Коефіцієнти детермінації
X_1X_2	0,183	0,033
X_1X_3	0,272	0,074
X_1X_4	0,933	0,870
X_2X_3	0,339	0,115
X_2X_4	0,945	0,892
X_3X_4	0,940	0,884
$X_1X_2X_3$	0,339	0,115
$X_1X_2X_4$	0,948	0,899
$X_1X_3X_4$	0,942	0,888
$X_2X_3X_4$	0,957	0,915

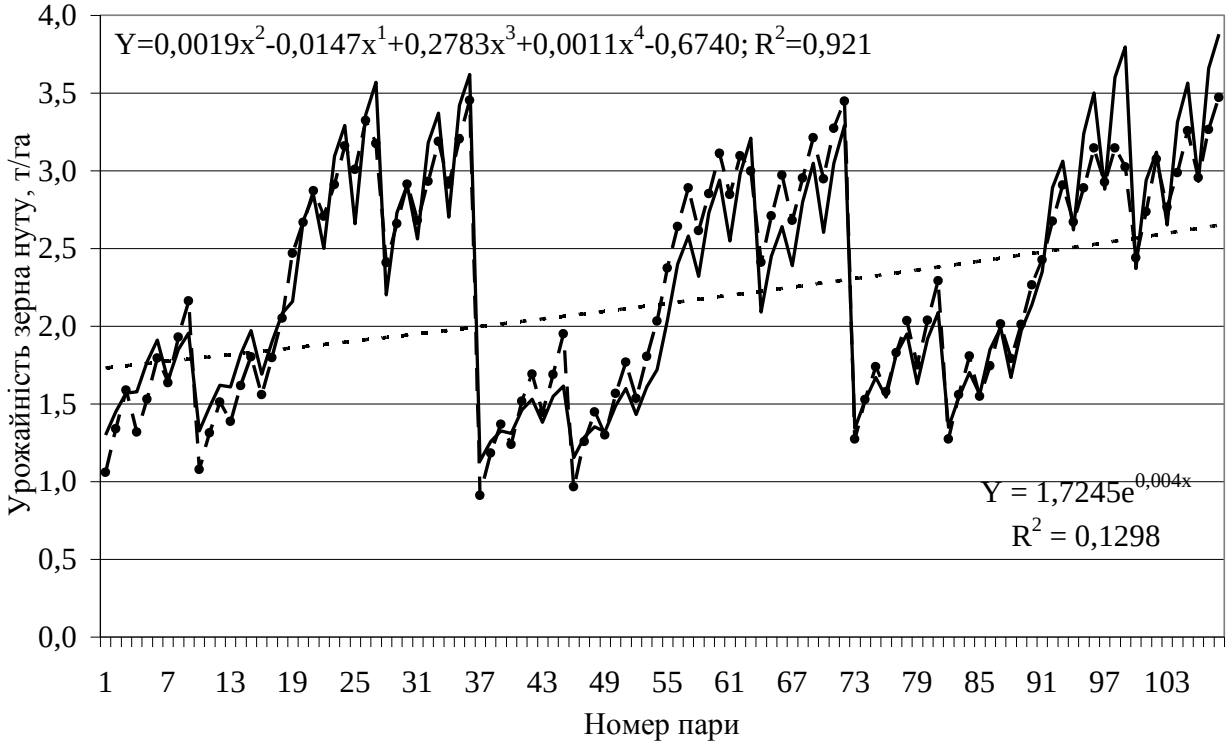
Примітки: X_1 - глибина основного обробітку ґрунту, см; X_2 - доза внесення мінеральних добрив, кг/га діючої речовини; X_3 - густота стояння рослин, млн/га; X_4 – сумарне водоспоживання, $м^3$/га.

Для більш детального аналізу та встановлення достовірності взаємозв'язків досліджуваних факторів з урожаєм зерна нуту був проведений кореляційний аналіз множинних зв'язків.

Отримані дані свідчать (табл. 5.8), що найбільша сила кореляційного зв'язку була відмічена у взаємодіях X_1X_4 - 0,933, X_2X_4 - 0,945; X_3X_4 - 0,940, $X_1X_2X_4$ – 0,948, $X_1X_3X_4$ – 0,942 та $X_2X_3X_4$ – 0,957, тобто де у моделях був використаний фактор X_4 - сумарне водоспоживання.

Коефіцієнт регресії показує, що збільшення глибини основного обробітку ґрунту на 1 см зменшує врожайність зерна нуту на 14,7 кг; збільшення дози мінеральних добрив на 1 кг/га діючої речовини збільшує показник на 1,9 кг/га, загущення на 0,1 млн. рослин/га – 7,3 кг; збільшення сумарного водоспоживання на 1 $м^3$ - на 1,1 кг/га. Згідно отриманих коефіцієнтів регресії та вільного члена була складена математична модель урожаю зерна нуту:

$$Y=0,0019\times X_2-0,0147\times X_1+0,2783\times X_3+0,0011\times X_4-0,6740.$$



Примітки: ——— експериментальний Y; ---●---- розрахований Y.

Рис. 5.2. Експериментальні та розрахункові рівні врожаю зерна нуту

Формула добре пояснює і підтверджує отримані у досліді дані врожаю зерна нуту, про що свідчить близька збіжність кривих експериментальних і розрахункових величин урожаю культури (рис. 5.2).

Як відомо біологічні та технологічні процеси формування продуктивності

культури є криволінійними, тому ми вирішили встановити нелінійні відносини між змінними та результуючим факторами. Для цього була використана апроксимуюча крива по експоненті, на основі якої можна робити висновки про вплив на врожай визначаючих факторів і робить його прогнозування найбільш наближеним до реальних умов вирощування. Отримане рівняння має вигляд:

$$Y = 1{,}7245\, e^{0{,}004X},$$

де: е - основа натурального логарифма;

X - незалежна (факторна) змінна.

Сучасні методи аналізу, програмування та прогнозування усіх елементів живої та неживої природи постійно удосконалюються і все більш стають пристосованими для виконання конкретних завдань. На цей час більш удосконаленим методом програмування врожайності сільськогосподарських культур є регресійний нормований аналіз. Провівши регресійний нормований аналіз встановлено (табл. 5.9), що R= 0,9599; R^2= 0,9214; Скоректований R^2= 0,9183; F(4,103)=301,66 p<0,0000 та стандартна похибка оцінки - 0,2142.

Таблиця 5.9

Результати регресійного нормованого аналізу для залежної змінної

Середнє за 2012-2014 рр.

Показник	Коефіцієнт β	Стандартна похибка	t(103)	p-рівень
Вільний член			-4,32380	0,000036
Фактор X_1	-0,0786	0,0279	-2,82185	0,005731
Фактор X_2	0,1831	0,0278	6,58459	0,000000
Фактор X_3	0,1523	0,0280	5,43101	0,000000
Фактор X_4	0,9135	0,0281	32,49208	0,000000

Примітки: X_1 - глибина основного обробітку ґрунту, см; X_2 - доза внесення мінеральних добрив, кг/га діючої речовини; X_3 - густота стояння рослин, млн/га; X_4 – сумарне водоспоживання, $м^3$/га.

Згідно отриманих даних рівняння має наступний вигляд:

$$\tilde{Y} = 0{,}0786 \times \tilde{X}_1 + 0{,}1831 \times \tilde{X}_2 + 0{,}1523 \times \tilde{X}_3 + 0{,}9135 \times \tilde{X}_4.$$

Лінійний розвиток процесів у живої природи неможливий, тому використання нелінійних функціональних зв’язків для пояснення та

встановлення закономірностей є особливо актуальним і своєчасним. Більш перспективним методом програмування врожаю культури, який можна використовувати на виробництві є кусково-лінійні моделі регресії. Вони характеризуються тим, що вид залежності між результативною змінною і факторними змінними може бути неоднаковий в різних областях значень факторних змінних. При аналізі отриманих експериментальних даних урожаю зерна нуту та показників, які його визначали, рівняння приймає наступний вигляд:

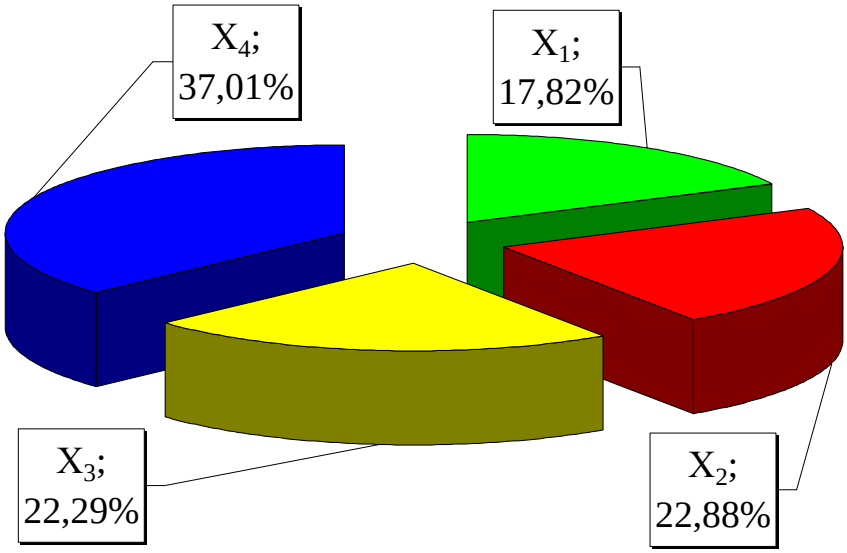
$$Y = \begin{cases} -0{,}0057 \times X_1 + 0{,}0013 \times X_2 + 0{,}1952 \times X_3 + 0{,}0007 \times X_4 - 0{,}0556, \text{ якщо } 0 < Y \le 2{,}26; R = 0{,}97. \\ -0{,}0496 \times X_1 + 0{,}0016 \times X_2 + 0{,}0769 \times X_3 + 0{,}0026 \times X_4 - 4{,}6708, \text{ якщо } \quad Y > 2{,}26; R = 0{,}97. \end{cases}$$

Рівняння характеризує параметри зміни врожаю зерна нуту за умови отримання запланованого врожаю менше або на рівні 2,26 т/га, а друге – більше 2,26 т/га. Ймовірність даних моделей складає 94,7%.

Інформаційний простір еволюціонує дуже стрімко, тому застосування застарілих методів програмування та прогнозування різних процесів може не відповідати дійсності. На даний час велику увагу науковці приділяють нейронним мережам, які мають значні переваги від інших методик [213, 238, 247, 248, 213]. Штучні нейромережі є моделями нейронної структури мозку, який здатен сприймати, обробляти, зберігати та продукувати інформацію, а також навчається. Нейронні мережі не програмуються в звичному сенсі цього слова, вони навчаються. Можливість навчання - одна з головних переваг нейронних мереж перед традиційними методами [103, 186, 209, 239].

В результаті нелінійного методу моделювання за допомогою штучних нейронних мереж була створена узагальнена регресійна штучна нейронна мережа - GRNN (4-54-2-1) з п’ятдесяти чотирма нейронами в першому прихованому шарі і двома в другому прихованому шарі; продуктивністю навчання - 0,22, контрольна – 0,37, тестова – 0,36; похибками навчання - 0,29, контрольна – 0,45, тестова – 0,47. Множина кореляція з урахуванням нелінійних закономірностей впливу факторів на урожай зерна нуту складала 0,96. В результаті оцінки відгуку нейронної мережі здійснено ранжування

факторів на вплив динаміки формування урожаю зерна нуту (рис. 5.3): на першому місці – сумарне водоспоживання ($м^3$/га) з коефіцієнтом впливу 3,47; на другому - доза внесення мінеральних добрив (кг/га діючої речовини) - 1,35; на третьому - густота стояння рослин (млн/га) - 1,25; на четвертому - глибина основного обробітку ґрунту (см) – 0,97.



Примітки: X_1 - глибина основного обробітку ґрунту, см; X_2 - доза внесення мінеральних добрив, кг/га діючої речовини; X_3 - густота стояння рослин, млн/га; X_4 – сумарне водоспоживання, $м^3$/га.

Рис. 5.3. Частка впливу кожного фактору на формування врожаю зерна нуту за нейронного програмування

Створена штучна узагальнена регресійна нейромодель дає змогу не тільки оцінити силу впливу факторів, а й з достатньо високою достовірністю прогнозувати динаміку врожаю зерна нуту залежно від вище наведених факторів.

Висновки за розділом 5:

1. Найбільша кількість бобів – 20,53 шт. та зерен - 27,13 шт. на одній рослині нуту була сформована при виконанні наступного агротехнологічного комплексу: полицевого обробітку на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та густоті стояння рослин 0,5 млн/га при зрошенні.

2. Максимальна врожайність зерна нуту була сформована за виконання полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесені мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$, густоті стояння рослин 1,5 млн/га - 3,60 т/га на фоні

зрошення та 1,98 т/га - без зрошення.

3. Найбільш сприятливі умови формування врожаю зерна нуту високої якості були за полицевого обробітку на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$, сівбі із густотою стояння рослин 0,5 млн/га при зрошенні. За цих умов формувалася найвища маса 1000 зерен - 259 г та вміст білка - 28,62%. Найбільший умовний загальний вихід білка з одиниці площі складав 794 кг при густоті стояння рослин 1,5 млн/га.

4. Побудовані математичні моделі можна використовувати у господарствах різних форм власності за різних умов планування господарської діяльності при вирощуванні запланованої кількості продукції. Їх високу достовірність і практичну доцільність підтверджують дані кривих експериментальних та розрахованих величин.

5. Вперше застосований метод штучних нейронних мереж для моделювання та програмування врожайності зерна нуту. В результаті моделювання створена регресійна штучна нейронна мережа, достовірність якої складала 92,08%. Також визначено нелінійні закономірності ступеня впливу досліджуваних факторів на динаміку формування врожайності зерна нуту: сумарне водоспоживання ($м^3$/га) - 37,01%; внесення мінеральних добрив (кг/га діючої речовини) - 22,88%; густота стояння рослин (млн/га) - 22,29%; глибина основного обробітку ґрунту (см) - 17,82%.

РОЗДІЛ 6
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ І ВИРОБНИЧИХ РЕСУРСІВ НУТОМ

6.1. Сумарне водоспоживання та ефективність використання води рослинами нуту

В умовах південного Степу України лімітуючим фактором є волога, тому вивчення впливу агротехнологічних прийомів на величину сумарного водоспоживання є важливим. Сумарне водоспоживання посівів нуту залежно від досліджуваних прийомів коливалось від 1802 до 3564 м^3/га (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Сумарне водоспоживання нуту залежно від досліджуваних факторів, м^3/га

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1802	1949	2038
	$N_{45}P_{45}$	1897	2025	2138
	$N_{90}P_{90}$	1942	2069	2214
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1936	2091	2164
	$N_{45}P_{45}$	2032	2151	2235
	$N_{90}P_{90}$	2073	2199	2307
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	3060	3155	3272
	$N_{45}P_{45}$	3126	3205	3359
	$N_{90}P_{90}$	3183	3286	3401
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	3166	3307	3392
	$N_{45}P_{45}$	3273	3383	3525
	$N_{90}P_{90}$	3384	3471	3564

Найбільша різниця між досліджуваними варіантами була за різних умов зволоження. На варіантах зрошення, в середньому за роки досліджень, сумарне водоспоживання нуту було більшим на 59,7% порівняно з варіантами природного вологозабезпечення і коливалось від 3060 до 3564 м^3/га.

Глибокий обробіток ґрунту створював найкращі умови для накопичення в ньому вологи, яка в подальшому витрачалася на формування врожаю. Саме полицевий обробіток ґрунту на глибину 28-30 см обумовив збільшення сумарного водоспоживання посівів нуту, в середньому по досліду, за природного зволоження на 124, а при зрошенні – на 158 м^3/га.

Покращення поживного режиму рослин є чинником оптимізації використання інших факторів життя і, зокрема, вологи. На неудобрених варіантах сумарне водоспоживання нуту було найменшим і коливалось за природного зволоження від 1802 до 2164 м^3/га, що порівняно із зрошенням було на 61,5% меншим. Внесення азотно-фосфорних добрив в дозі 45 кг/га діючої речовини збільшило показник при зрошенні на 87, а без зрошення – на 83 м^3/га. За максимальної дози мінеральних добрив $N_{90}P_{90}$ сумарне водоспоживання було найбільшим. Так, при вирощуванні нуту без зрошення показник коливався від 1942 до 2307 м^3/га, що порівняно з попередньою дозою було на 2,6 більше, а за контроль – на 6,9%. Аналогічні зміни простежувались на варіантах зрошення. При внесенні $N_{90}P_{90}$ сумарне водоспоживання, в середньому по досліду, складало 3382 м^3/га, і було найбільшим за цих умов зволоження. Зменшення вдвічі кількості внесених поживних речовин зменшило сумарні витрати води полем нуту на формування врожаю на 2,1, а порівняно з контролем – на 4,9%.

Загущення рослин призвело до додаткових витрат вологи. За густоти стояння 0,5 млн. рослин/га сумарне водоспоживання полем нуту було найменшим і складало, в середньому по досліду, при зрошенні 3199, а за природного вологозабезпечення - 1947 м^3/га (або на 64,3% менше). За густоти стояння 1,0 млн/га рослини нуту використали для формування врожаю на 6,9% більше вологи порівняно з попередньою нормою висіву та на 4,9% менше за максимальної густоти за природного зволоження. Аналогічна зміна показника була відзначена і при зрошенні. За цих умов при густоті стояння 1,5 млн/га сумарне водоспоживання було максимальним і коливалось від 3183 до 3564 м^3/га, що порівняно з густотою посіву 1,0 млн/га було на 3,6% більшим.

Найбільший інтерес для сільськогосподарських виробників становить

коефіцієнт водоспоживання, який характеризує витрати води на формування одиниці врожаю. Залежно від досліджуваних факторів в наших дослідах показник коливався від 990 до 1430 м^3/т. Найвищий коефіцієнт сумарного водоспоживання був на варіантах природного зволоження (табл. 6.2). Посіви нуту при зрошенні порівняно з природнім вологозабезпеченням раціональніше на 12,0% використовували вологу.

Таблиця 6.2

Коефіцієнт водоспоживання нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, м^3/т

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1430	1317	1315
	$N_{45}P_{45}$	1345	1205	1208
	$N_{90}P_{90}$	1278	1149	1165
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1512	1394	1353
	$N_{45}P_{45}$	1411	1251	1221
	$N_{90}P_{90}$	1329	1188	1165
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1404	1272	1212
	$N_{45}P_{45}$	1175	1061	1015
	$N_{90}P_{90}$	1125	1014	963
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1426	1307	1238
	$N_{45}P_{45}$	1208	1091	1043
	$N_{90}P_{90}$	1171	1042	990

Оранка на глибину 20-22 см була однією з умов більш раціонального використання води нутовим полем. За виконання цього агротехнологічного прийому в богарних умовах коефіцієнт водоспоживання, в середньому по досліду, складав 1268, а при зрошенні – 1138 м^3/т. Поглиблення обробітку ґрунту до 28-30 см збільшило показник на 3,6 та 2,6%, відповідно.

Як відомо, при покращенні поживного режиму рослин, збільшується врожай культури і, відповідно, зменшується коефіцієнт водоспоживання. Найбільше вологи використовували рослини нуту для формування врожаю

на неудобрених варіантах, як за природного зволоження - 1387, так і штучного – 1310 $м^3$/т. При внесенні мінеральних добрив в дозі $N_{45}P_{45}$ коефіцієнт сумарного водоспоживання зменшився на 8,9% на варіантах без зрошення та на 19,2% - при зрошенні. Як видно ефективність добрив майже в два рази була більшою на варіантах штучного зволоження. Внесення $N_{90}P_{90}$ менше вплинуло на зміну досліджуваного показника порівняно з попередньою дозою. За цих умов коефіцієнт водоспоживання на варіантах без зрошення складав, в середньому по досліду, 1212 $м^3$/т, що на 5,1% менше за дозу $N_{45}P_{45}$, а на варіантах зрошення – 1051 $м^3$/т та 4,6%, відповідно.

Загущення рослин зменшило коефіцієнт водоспоживання на варіантах без зрошення з 1384 (0,5 млн/га) до 1238 $м^3$/т (1,5 млн/га), а на варіантах зрошення - з 1252 до 1077 $м^3$/т, відповідно.

Розподіл вологи за основними елементами сумарного водоспоживання дає можливість оцінити вплив кожного елемента та шляхи його регулювання (табл. 6.3). Частка участі ґрунтових запасів у формуванні врожаю зерна нуту за природного зволоження складала, в середньому по досліду, 61,3%, що порівняно з варіантами зрошення було більшим на 36,8%. Перерозподіл на варіантах зрошення відбувся за рахунок зрошувальної норми, яка складала, в середньому, 37,8%. Найменша частка у формуванні врожаю культури належала корисним опадам, які на суходольних ділянках складали 38,7, а при зрошенні – 25,4%.

Більш суттєві зміни простежувалися залежно від глибини обробітку ґрунту. За умов природного зволоження частка участі ґрунтових запасів при оранці на глибину 28-30 см складала 62,4%, що було на 2,3% більше за обробіток на 20-22 см. Компенсування нестатку вологи відбулося за рахунок корисних опадів, які складали за обробітку на глибину 20-22 см – 39,9%. Інша ситуація спостерігалася на варіантах зрошення, де частка зрошувальної норми складала за глибокого обробітку ґрунту 36,9%, а зменшення глибини до 20-22 см призвело до збільшення показника до 38,7%.

Таблиця 6.3

Частка участі елементів сумарного водоспоживання нуту залежно від досліджуваних факторів, м^3/га

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га	Сумарне водоспоживання, м^3/га	У тому числі, %		
				ґрунтова волога	корисні опади	зрошувальна норма
Без зрошення						
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	1802	55,5	44,5	0,0
	$N_{45}P_{45}$		1897	57,7	42,3	0,0
	$N_{90}P_{90}$		1942	58,7	41,3	0,0
	Без добрив	1,0	1949	58,9	41,1	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2025	60,4	39,6	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2069	61,2	38,8	0,0
	Без добрив	1,5	2038	60,7	39,3	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2138	62,5	37,5	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2214	63,8	36,2	0,0
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	1936	58,6	41,4	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2032	60,5	39,5	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2073	61,3	38,7	0,0
	Без добрив	1,0	2091	61,7	38,3	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2151	62,7	37,3	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2199	63,5	36,5	0,0
	Без добрив	1,5	2164	63,0	37,0	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2235	64,1	35,9	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2307	65,2	34,8	0,0
Зрошення						
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	3060	31,7	27,4	40,9
	$N_{45}P_{45}$		3126	33,1	26,9	40,0
	$N_{90}P_{90}$		3183	34,3	26,4	39,3
	Без добрив	1,0	3155	33,7	26,7	39,6
	$N_{45}P_{45}$		3205	34,8	26,2	39,0
	$N_{90}P_{90}$		3286	36,4	25,6	38,0
	Без добрив	1,5	3272	36,1	25,7	38,2
	$N_{45}P_{45}$		3359	37,8	25,0	37,2
	$N_{90}P_{90}$		3401	38,5	24,7	36,8
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	3166	34,0	26,5	39,5
	$N_{45}P_{45}$		3273	36,1	25,7	38,2
	$N_{90}P_{90}$		3384	38,2	24,9	36,9
	Без добрив	1,0	3307	36,8	25,4	37,8
	$N_{45}P_{45}$		3383	38,2	24,8	37,0
	$N_{90}P_{90}$		3471	39,8	24,2	36,0
	Без добрив	1,5	3392	38,4	24,8	36,8
	$N_{45}P_{45}$		3525	40,7	23,8	35,5
	$N_{90}P_{90}$		3564	41,3	23,6	35,1

При зрошенні ґрунтові запаси за полицевого обробітку на глибину 28-30 см складали 38,2%, а зменшення глибини знизило показник до 35,2%. Навпаки, ситуація з часткою участі корисних опадів була протилежною, величина якої збільшилася з 24,8 до 26,0%.

Мінеральні добрива по-різному вплинули на розподіл складових елементів сумарного водоспоживання. За природного зволоження частка участі ґрунтових запасів на неудобрених варіантах була найменшою і складала 59,8%, а внесення $N_{45}P_{45}$ збільшило показник до 61,4, а $N_{90}P_{90}$ – до 62,4%. Частка участі корисних опадів навпаки ґрунтовим запасам мало протилежну закономірність. На варіантах зрошення частка участі ґрунтових запасів була меншою від попередніх значень і коливалась від 35,2 до 38,2%, збільшуючись за внесення добрив. На долю зрошувальної норми припадало від 37,0 до 38,8%, маючи найбільші показники на неудобрених варіантах. Найменша частка участі в сумарному водоспоживанні належала ґрунтовим запасам - від 24,9 до 26,1%.

Загущення рослин на варіантах без зрошення збільшило частку участі ґрунтових запасів в сумарному водоспоживанні від 58,8 до 63,3% і, відповідно, зменшило долю корисних опадів - з 41,2 до 36,7%. На варіантах зрошення збільшення густоти стояння рослин зменшило частку участі зрошувальної норми в сумарному водоспоживання з 39,1 (0,5 млн/га) до 36,6% (1,5 млн/га). Частка участі корисних опадів мала аналогічну закономірність, її величина коливалась від 26,3 до 24,6%. Ґрунтові запаси за густоти стояння 0,5 млн. рослин/га складали в сумарному водоспоживанні 34,6%, а загущення рослин до 1,5 млн/га збільшило цей показник до 38,9%.

6.2. Ефективність використання мінеральних добрив та поливної води посівами нуту

В умовах загальносвітової економічної кризи, різко знизилося використання всіх видів добрив, хімічних меліорантів і засобів захисту рослин, що призвело до непоправного витрачання накопичених запасів елементів

ґрунтової родючості, та у результаті - зниження продуктивності ріллі [128].

Вченими доведено, що навіть при нинішньому диспаритету цін в світі можна добитися високої окупності внесених поживних речовин шляхом науково-обґрунтованого підбору виду, дози і способу внесення добрив за результатами ґрунтово-рослинної діагностики відповідно до біологічних вимог рослин [40, 162]. За рахунок цього можна отримати до 50-60% приросту врожаю сільськогосподарських культур [128]. На зрошувальних землях частка участі зрошення у формуванні врожаю складає 40-50, добрив - 30-40%, причому загальна продуктивність підвищується майже в тричі.

Показники ефективності використання добрив є одними з основних показників, що характеризують діяльність сільськогосподарських підприємств. Від їх величини залежить об’єм реалізації продукції, рівень її собівартості, прибутку, рентабельності, фінансове положення підприємства, його платоспроможність і інші економічні показники. Тому, аналіз технології вирощування необхідно починати з вивчення ефективності використання добрив [81, 167].

Агрономічна ефективність добрив - це кількість сільськогосподарської продукції, отримана від їх застосування. Вона виражається у вигляді приросту врожаю сільськогосподарських культур в кілограмах на 1 кг діючої речовини мінеральних добрив, або на 1 т органічних добрив.

За даними ФАО останніми роками коефіцієнт кореляції зібраного врожаю з об’ємами використання мінеральних добрив в 40 країнах світу складає 0,83-0,85. Частка участі добрив в урожаї постійно збільшується. Залежно від рівня хімізації землеробства частка елементів живлення добрив в урожаї країн Західної Європи складає 60-75%, Франції – 50-70, США - 50, Росії - 10. У той же час, через низку обставин ефективність застосування добрив досить низька. Окупність 1 кг NPK зерном в господарствах складає 4-6 кг, тоді як в польових дослідах наукових установ досягає 12-14 кг зерна. За нормами ФАО оптимальними вважається 10-12 кг зерна на 1 кг NPK. Не дивлячись на те, що не використані врожаєм поточного року елементи живлення можуть бути

використані рослинами в подальші роки (у післядії), з економічної точки зору пролонгована дія добрив є заморожуванням засобів, що знижує їх повернення і ефективність вкладення. Тому необхідне застосування відповідних заходів для підвищення використання елементів живлення в рік внесення [128, 225].

За даними польових досліджень окупність 1 кг діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю основної продукції (кг) пшениці озимої складає: 3,5-6,5, жита озимого - 3,5-6,2, пшениці ярої - 3,4-6,0, ячменю - 3,2-8,0, вівса - 2,5-7,0, кукурудзи - 2,2-7,0, рису - 5,7-12,0, картоплі - 20-50, цукрового буряка - 18-70, льоносоломи - 4,0-8,5, соняшнику - 2,0-4,0, овочів - 10-50, сіна з трав - 7-25, плодів і ягід - 10-35 [225].

Практика показує, що найвища окупність приростом урожаю одиниці добрив при застосуванні невисоких доз добрив. Проте оскільки приріст урожаю з одиниці площі при внесенні малих доз добрив також невеликий, то витрати на внесення їх можуть не окупатися приростом урожаю. При збільшенні доз добрив до певного рівня приріст урожаю і доходи зростають, проте окупність одиниці добрив урожаєм поступово знижується. Досвід показує, що вигідніше застосовувати менші дози добрив на більшій площі і отримувати при цьому більший валовий врожай, ніж використання високих доз добрив на меншій площі [225].

У сучасних умовах важливо не лише визначити ефективність добрив в поточному році, але і оцінити їх на основі кон’юнктури ринку на продукцію рослинництва і рентабельність їх внесення на найближчу перспективу [225].

В даний час частка участі мінеральних добрив у формуванні загальної продуктивності орних земель складає 40-45%. Головне завдання підвищення ефективності застосування засобів хімізації полягає в підвищенні окупності мінеральних добрив до 8,0 кг на кг NPK [81, 128, 167].

Окупність внесених мінеральних добрив істотно змінюється залежно від застосування технологічних прийомів вирощування культури. Коли поживні речовини повністю задовольняють потребу рослини при оптимальному надходженні всіх факторів життя, виробникам можна досягти

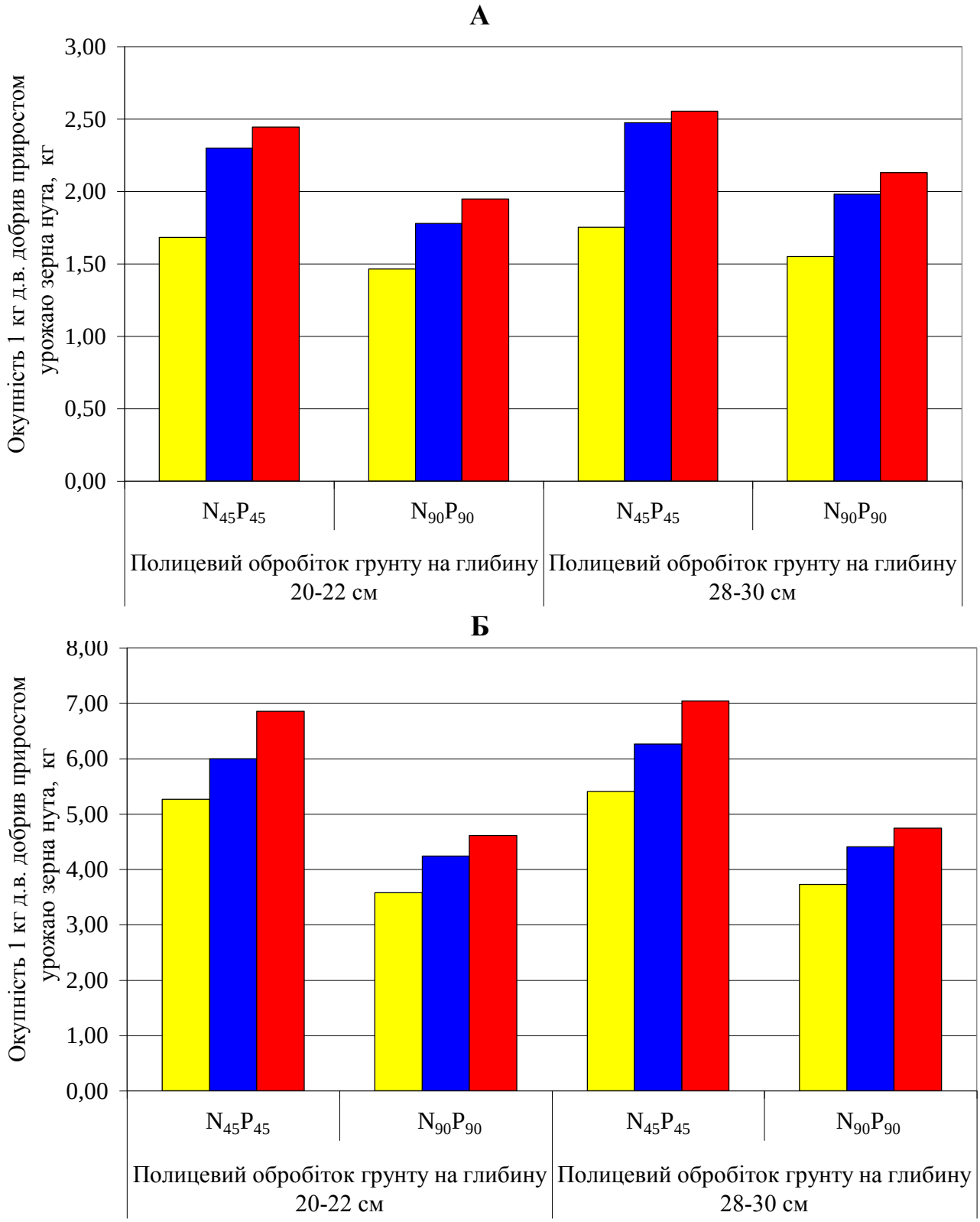
максимального ефекту. В умовах арідного клімату, коли величина врожаю обумовлюється наявністю вологи, біологічна ефективність добрив мінімальна. В умовах зрошення, навпаки, лімітуючим чинником є поживні речовини, які в цих умовах максимально реалізуються в прирості врожаю, формуючи максимальний рівень їх окупності.

Проведені дослідження свідчать, що в незрошувальних умовах окупність одного кілограма діючої речовини мінеральних добрив приростом урожайності зерна нуту, в середньому за роки досліджень, складала 2,00 кг (рис. 6.1), що значно менше оптимальних показників. Вирощування нуту на зрошуваних площах збільшило ефективність внесення поживних речовин в 2,59 рази.

За проведення полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см окупність внесених поживних речовин приростом урожаю зерна нуту, в середньому за роки досліджень, складала в незрошувальних умовах 1,94, а при зрошенні - 5,09 кг. Збільшення глибини оранки до 28-30 см за обох умов зволоження, сприяло збільшенню показника на 6,7 і 3,3%, відповідно. Як видно, збільшення глибини обробітку несуттєво збільшило окупність мінеральних добрив приростом урожаю зерна нуту.

Окупність мінеральних добрив змінювалася залежно від густоти стояння рослин. Збільшення їх кількості на одиницю площі підвищило агрономічну ефективність використання добрив. На варіантах природного зволоження і густоти стояння рослин 0,5 млн/га окупність одного кілограма діючої речовини мінеральних добрив приростом урожайності зерна нуту коливалася від 1,46 до 1,75 кг, при 1,0 млн/га – від 1,78 до 2,47 і 1,5 млн/га – від 1,95 до 2,55, що порівняно з мінімальним загущенням було більше на 32,3 і 41,0%, відповідно.

На фоні зрошення показник був більшим в 2,45-2,79 рази порівняно з варіантами природного зволоження. Найбільша окупність одного кілограма діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю зерна нуту була за максимальної густоти стояння рослин 1,5 млн/га, що, в середньому за роки досліджень, складало 5,81 кг. Зменшення густоти стояння рослин на кожні 0,5 млн/га призвело до зниження окупності на 11,1 і 29,4%, відповідно.



Примітка. Умови зволоження: А – без зрошення; Б – зрошення.
Густота стояння рослин: - 0,5 млн/га; - 1,0 млн/га; - 1,5 млн/га.

Рис. 6.1. Окупність одного кілограма діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю зерна нуту, кг (середнє за 2012-2014 рр.)

Важливим елементом агрономічної ефективності внесених добрив є

обґрунтування раціональності внесення тієї або іншої дози добрив. У наших дослідженнях, найбільша окупність 1 кг діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю зерна нуту була за внесення $N_{45}P_{45}$ при обох умовах зволоження. Збільшення дози поживних речовин знизило величину ефективності. Вирощування зерна нуту в незрошувальних умовах на півдні України забезпечило окупність одного кілограма діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю зерна нуту від 1,68 до 2,55 кг. Збільшення дози азотно-фосфорних добрив до $N_{90}P_{90}$ знизило показник на 21,5%.

В умовах зрошення окупність одного кілограма діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю зерна нуту була значно вище. При внесенні найменшої дози добрив показник, в середньому, складав 6,14 кг/кг діючої речовини, що було в 2,79 рази більше порівняно з незрошувальними умовами. Збільшення вдвічі внесених поживних речовин знизило окупність мінеральних добрив приростом урожаю зерна нуту на 45,5% - до 4,22 кг.

Проведені дослідження свідчать, що найбільша окупність одного кілограма діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю зерна нуту 7,04 кг в зрошувальних умовах була отримана за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив в дозі $N_{45}P_{45}$ і густоті стояння рослин до 1,5 млн/га, а в незрошувальних – 2,55 кг за аналогічних умов.

В умовах Південного Степу України однією з основних проблем сільського господарства є обмежені ресурси прісної води для зрошення. Тому, дослідження ефективності зрошення є особливо доцільним. Отримані дані засвідчують високу окупність 1 $м^3$ зрошувальної води приростом урожаю коливаючись від 0,62 до 1,08 кг зерна нуту (табл. 6.4).

Проведення полицевого обробітку ґрунту на різну глибину не засвідчило суттєву перевагу одного з них. Проте була відзначна тенденція до збільшення окупності зрошувальної води до 0,01-0,03 кг/$м^3$ при обробітку на глибину 28-30 см.

Як було зазначено раніше найбільший вплив на величину окупності всіх матеріальних ресурсів мали мінеральні добрива. На неудобрених

варіантах окупність 1 м^3 зрошувальної води приростом урожаю складала, в середньому за роки досліджень, 0,69 кг зерна нуту. Внесення мінеральних добрив в дозі $N_{45}P_{45}$ збільшило показник на 34,8% - до 0,93 кг. Подальше збільшення дози добрив не забезпечило аналогічного збільшення величини окупності. За максимальної дози окупність одного м^3 зрошувальної води приростом урожаю складала 0,98 кг, що було більшим за $N_{45}P_{45}$ на 5,4, а від контролю (без добрив) – на 42,0%.

Таблиця 6.4

Окупність поливної води приростом урожаю зерна нуту, кг/м^3

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,62	0,67	0,76
	$N_{45}P_{45}$	0,83	0,89	1,03
	$N_{90}P_{90}$	0,87	0,96	1,08
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,63	0,69	0,76
	$N_{45}P_{45}$	0,85	0,92	1,03
	$N_{90}P_{90}$	0,89	0,98	1,08

Загущення рослин нуту до 1,5 млн/га забезпечило найбільшу окупність 1 м^3 зрошувальної води приростом урожаю 0,96 кг зерна. Зменшення кількості рослин на площі зменшило показник на 23,1%, при густоті стояння 1,0 млн/га – на 12,9%, склавши у підсумку 0,85 кг зерна.

Проведення полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 та 28-30 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та густоті стояння рослин нуту 1,5 млн/га забезпечило найвищу окупність одного м^3 зрошувальної води приростом урожаю 1,08 кг зерна нуту.

6.3. Економічна ефективність технології вирощування нуту

Великий вплив на ефективність аграрного сектора робить стан сільськогосподарської науки, можливість на практиці широко застосовувати її досягнення. Закони природи відображають особливості розвитку природних

явищ і процесів. Вони суттєво впливають на розвиток сільськогосподарського виробництва та його економічну ефективність. Економічні закони, як і закони природи, мають об’єктивний, не залежний ні від кого характер. Пізнання механізмів дій законів економічних і природи, їх обліку в господарській практиці сприяє прискореному розвитку економіки та підвищенню життєвого рівня і добробуту населення. Тільки на основі вивчення та пізнання об’єктивних законів розвитку суспільства і природи можна формувати економічну політику держави та здійснювати економічні реформи в ній.

Вивчаючи виробничі відносини, економіка сільського господарства повинна враховувати постійні зміни в розвитку продуктивних сил, організації, техніці та технологіях виробництва, виявляти застарілі та неефективні методи господарювання і пропонувати нові, визначати ефективність застосування тих чи інших засобів виробництва і трудових ресурсів, технічних, агротехнічних, меліоративних, природоохоронних та інших заходів, перспективи розвитку сільського господарства [9, 28, 43, 245].

Інтенсивне землеробство вимагає постійного удосконалення елементів технології вирощування культури. Введення їх часто пов’язане з додатковими витратами, що в свою чергу обумовлює отримання більш дорогого продукту. Збільшення витратної частини позначається, в першу чергу, на собівартості товару, яка зростає, коли приріст врожаю не покриває додаткові витрати (табл. 6.5).

Проведені розрахунки свідчать, що собівартість зерна нуту в умовах природного зволоження була на 20,6% більшою порівняно із зрошенням, де показник коливався від 3130 до 4025 грн/т. Цей факт пояснюється отриманням більшого в 1,8 рази врожаю зерна культури.

Проведення оранки на глибину 20-22 см, в умовах природного і штучного зволоження, забезпечило отримання більш дорогого продукту (зерна нуту), порівняно з обробітком на глибину 28-30 см. На незрошувальних варіантах собівартість зерна знизилася на 68, а при зрошенні - на 44 грн/т на користь більш глибокого обробітку.

Як відомо, найбільша віддача від внесених мінеральних добрив проявляється при забезпеченні рослин в достатній кількості вологою. Собівартість зерна нуту в умовах природного зволоження та внесення $N_{45}P_{45}$ коливалася від 3641 до 4757 грн/т, що порівняно з контрольними варіантами (без добрив), була на 1,2% меншою. При зрошенні різниця між варіантами була більшою, і складала 12,4%, а на удобреному фоні коливалася від 3130 до 3532 грн/т. Внесення під нут $N_{90}P_{90}$ збільшило на варіантах без зрошення досліджуваний показник, в середньому, до 4253, а при зрошенні - до 3369 грн/т.

Таблиця 6.5

Собівартість зерна нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, грн/т

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	3546	4098	4947
	$N_{45}P_{45}$	3674	4052	4757
	$N_{90}P_{90}$	3895	4182	4814
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	3539	4084	4833
	$N_{45}P_{45}$	3641	3995	4633
	$N_{90}P_{90}$	3836	4118	4672
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	3488	3725	4025
	$N_{45}P_{45}$	3152	3330	3532
	$N_{90}P_{90}$	3249	3356	3573
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	3454	3677	3990
	$N_{45}P_{45}$	3130	3267	3479
	$N_{90}P_{90}$	3205	3296	3532

Загущення посівів супроводжувалося додатковим використанням посівного матеріалу, яке не завжди окуповується приростом врожаю. При густоті стояння рослин 0,5 млн/га собівартість зерна нуту в умовах природного зволоження складала, в середньому по досліду, 3689 і 3280 грн/т – при зрошенні. Формування густоти посіву 1,0 млн/га викликало збільшення аналізованого показника на 10,8% порівняно із загущенням 0,5 млн/га в

умовах без зрошення та 4,9% - при зрошенні. Максимальна собівартість була при густоті стояння рослин 1,5 млн/га, де показник на незрошувальних землях коливався від 4633 до 4947, а при зрошенні – від 3479 до 4025 грн/т та був вищим, порівняно з попередньою нормою, на 16,8 і 7,2%, відповідно.

Формування сукупних витрат цілком залежало від поєднання досліджуваних факторів. Поглиблення оброблюваного шару ґрунту до 28-30 см, знизило норму виробітку і збільшило витрати палива, що в умовах зрошення збільшило витрати на 78 грн/га (в середньому за роки досліджень складало 10136 грн/га) порівняно з оранкою на 20-22 см (10058 грн/га). В незрошуваних умовах витрати на вирощування нуту були в 1,5 рази меншими і складали за оранки на глибину 20-22 см - 6800 грн/га, а на 28-30 см - на 1,0% більше (табл. 6.6).

Таблиця 6.6

Загальні витрати на вирощування зерна нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, грн/га

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	4468	6064	7667
	$N_{45}P_{45}$	5180	6807	8420
	$N_{90}P_{90}$	5920	7528	9147
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	4530	6126	7732
	$N_{45}P_{45}$	5243	6871	8479
	$N_{90}P_{90}$	5984	7617	9251
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	7603	9239	10868
	$N_{45}P_{45}$	8385	10058	11691
	$N_{90}P_{90}$	9194	10875	12613
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	7667	9304	10932
	$N_{45}P_{45}$	8482	10126	11758
	$N_{90}P_{90}$	9262	10976	12714

Одним з основних елементів, який формує загальні витрати на вирощування культури є добрива. На варіантах досліду, де їх не вносили,

загальні витрати складали, в середньому за роки досліджень, 6098 (без зрошення) і 9269 грн/га (при зрошенні). Внесення $N_{45}P_{45}$ збільшило витрати на 12,1 і 8,8%, відповідно. Найбільші витрати були за максимальної дози мінеральних добрив $N_{90}P_{90}$, які в умовах природного зволоження складали, в середньому по досліду, 7575, а при зрошенні - 10939 грн/га.

Однією з важливих складових ефективності економічної системи є ефективність капітальних вкладень. Вона виражається відношенням отриманого ефекту до капітальних вкладень, які викликали цей ефект [8, 224].

Загущення посівів будь-якої культури безпосередньо залежить від кількості висіяного насіння. Тому, при густоті посіву 0,5 млн/га за природного вологозабезпечення витрати були найменшими і коливались від 4468 до 9251 грн/га, а при зрошенні – були на 61,5% більшими. Формування густоти посіву 1,0 млн/га збільшило витрати на 30,9% - в умовах без зрошення і 19,7% - при зрошенні. Максимальні витрати були за вирощування нуту при густоті стояння рослин 1,5 млн/га, які порівняно з нормою 0,5 млн/га збільшилися на 61,8 і 39,5%, відповідно.

Компенсація нестачі вологи шляхом зрошення вимагало великих фінансових витрат, які за варіантами досліду коливалися від 7603 до 12714 грн/га. На варіантах без зрошення витрати на вирощування нуту були на 47,7% меншими.

Вартість зерна нуту цілком залежала від величини сформованого врожаю, тому мала аналогічну динаміку змін (додаток Р).

Валовий прибуток - загальна сума прибутку отримана підприємством від підприємницької діяльності. Визначається як різниця між чистим доходом і собівартістю цієї продукції. З суми валового прибутку підприємство сплачує податки, відсотки за кредити, ренту, штрафи, тощо. З вирахуванням цих витрат у розпорядженні підприємства залишається чистий прибуток, який використовують для розширення виробництва, утворення фондів матеріального стимулювання, страхових і резервних фондів та ін. Якщо підприємство стане отримувати дохід, то в підсумку зможе збільшити

масштаби своєї діяльності, зайняти більш стійкі позиції на ринку. Найчастіше подібні процеси супроводжуються модернізацією підприємства [8, 224].

Глибокий обробіток ґрунту створив кращі умови для формування більш потужної кореневої системи, високого врожаю зерна нуту і, відповідно, - валового прибутку (табл. 6.7). Його величина на варіантах природного зволоження та оранки ґрунту на глибину 28-30 см складала, в середньому по досліду, 7070 грн/га, що перевищувало на 4,4% відповідний показник при обробітку на 20-22 см. При зрошенні продуктивність культури зросла і забезпечила отримання практично вдвічі більшого валового прибутку. При полицевому обробітку ґрунту на глибину 20-22 см аналізований показник коливався від 10927 до 17392 грн/га, а збільшення оброблюваного шару на 8 см - додатково забезпечило приріст прибутку на 3,1%.

Таблиця 6.7

Валовий прибуток від вирощування зерна нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, грн/га

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	6242	6516	5508
	$N_{45}P_{45}$	6805	7473	6625
	$N_{90}P_{90}$	7000	7772	7003
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	6350	6624	5868
	$N_{45}P_{45}$	6997	7749	7076
	$N_{90}P_{90}$	7276	8108	7579
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	10927	11841	12082
	$N_{45}P_{45}$	14225	15612	16444
	$N_{90}P_{90}$	14861	16665	17392
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	11203	12201	12358
	$N_{45}P_{45}$	14553	16224	16972
	$N_{90}P_{90}$	15303	17329	17886

При вирощуванні зерна нуту на неудобрених варіантах за обох умов зволоження, валовий прибуток був найменший і коливався при зрошенні від

10927 до 12358 грн/га, а без зрошення - від 5868 до 6624 грн/га. Внесення $N_{45}P_{45}$ збільшило досліджуваний показник, який в умовах без зрошення, в середньому за роки досліджень, складав 7121, а при зрошенні - 15672 грн/га. Максимальної величини валовий прибуток при вирощуванні нуту був отриманий при внесенні $N_{90}P_{90}$, що порівняно з контрольними варіантами (без добрив) був на 20,5% більшим в умовах природного і на 40,8% - зрошення.

Загущення посівів по-різному вплинуло на валовий прибуток за різних умов зволоження. На варіантах без зрошення найвищий показник був отриманий при густоті стояння рослин 1,0 млн/га, що, в середньому по досліду, складав 7374 грн/га. Збільшення і зменшення густоти посіву нуту знизило валовий прибуток на 11,6 і 8,8%, відповідно. На фоні зрошення максимальний прибуток був отриманий при густоті стояння рослин 1,5 млн/га, який коливався від 12082 до 17886 грн/га. Зменшення кількості рослин на одиниці площі знизило валовий прибуток на 3,6% - за густоти посіву 1,0 млн/га і 14,9% - 0,5 млн/га.

Зрошення сприяло значному зростанню валового прибутку порівняно з природним вологозабезпеченням, що складало, в середньому за роки досліджень, - 112,0%.

Рентабельність – це якісний, вартісний показник, що характеризує рівень віддачі витрат або ступень використання ресурсів, що є в наявності, в процесі виробництва і реалізації продукції. Фірма рентабельна, якщо суми виторгу достатньо не тільки для сплати витрат на виробництво, але і для утворення прибутку. Таким чином, рентабельність характеризує ефективність роботи підприємства, дає уявлення про його спроможність збільшувати свій капітал [8, 224].

Рівень рентабельності при вирощуванні нуту на зрошенні був найвищим і коливався від 111,2 до 171,6%, тоді як без зрошення - від 71,8 до 140,2% (табл. 6.8).

Основний обробіток ґрунту на глибину 20-22 см в умовах природного зволоження сформував рівень рентабельності, в середньому за роки

досліджень, на рівні 104,1%, а на 28-30 см - 107,1%. Аналогічна закономірність була відмічена в умовах зрошення, де показник складав 144,6 і 147,8%, відповідно.

Таблиця 6.8

Рівень рентабельності вирощування зерна нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, %

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	139,7	107,4	71,8
	$N_{45}P_{45}$	131,4	109,8	78,7
	$N_{90}P_{90}$	118,2	103,2	76,6
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	140,2	108,1	75,9
	$N_{45}P_{45}$	133,4	112,8	83,5
	$N_{90}P_{90}$	121,6	106,4	81,9
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	143,7	128,2	111,2
	$N_{45}P_{45}$	169,7	155,2	140,7
	$N_{90}P_{90}$	161,6	153,2	137,9
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	146,1	131,1	113,0
	$N_{45}P_{45}$	171,6	160,2	144,3
	$N_{90}P_{90}$	165,2	157,9	140,7

Внесення мінеральних добрив в дозі $N_{45}P_{45}$ забезпечило на обох варіантах зволоження максимальний рівень рентабельності, який при зрошенні складав 157,0%, а без зрошення - 108,3%. Збільшення дози мінеральних добрив знизило досліджуваний показник на 7,0 і 4,2%, відповідно. Найменший рівень рентабельності вирощування зерна нуту був отриманий на варіантах, де добрива не вносили. У цих умовах при зрошенні рівень рентабельності складав, в середньому за роки досліджень, 128,9%, а без зрошення - на 21,7% менше.

Загущення посівів нуту від 0,5 до 1,5 млн/га в умовах природного вологозабезпечення знизило рівень рентабельності, в середньому по досліду, від 130,8 до 78,1%. В умовах зрошення максимальний рівень рентабельності

був отриманий при густоті стояння рослин 0,5 млн/га - 159,7%.

6.4. Енергетична оцінка технології вирощування нуту

В умовах ринкової економіки при значному коливанні цін не завжди вдається дати об’єктивну оцінку ефективності виробництва сільськогосподарської продукції за допомогою економічних показників, оскільки вони у великій мірі схильні до кон’юнктури ринку. А кон’юнктура цінової політики часто спотворює дійсні показники ефективності виробництва того або іншого виду продукції сільського господарства. У цих умовах дати об’єктивну оцінку різним альтернативним рішенням часто не є можливим. Тому, розробка пропозицій по зниженню енерговитрат при вирощуванні сільськогосподарських культур, особливо на перспективу, можна успішніше вирішити при використанні менш схильних до кон’юнктури ринку і ринкової економіки натуральних енергетичних показників - за допомогою енергетичної оцінки [214, 227].

В даний час зерновиробництво є однією з найбільш енергоємних галузей сільськогосподарського виробництва, тому підвищення рівня продуктивності культур, зниження використання енергетичних ресурсів і впровадження енергозберігаючих технологій вирощування є актуальними і перспективними. Непропорційне зростання реалізаційних цін в умовах різкого збільшення витрат на енергетичні і матеріальні ресурси призвело до скорочення прибутків, а в більшості господарств до збитковості, сільськогосподарського виробництва [121].

Витрати на енергоресурси (енергоносії, електро- і водопостачання, паливо) в собівартості складають близько 50% всіх витрат. Для зниження собівартості вирощування в першу чергу необхідно скоротити витрати енергії на паливо, добрива, воду тощо. Це можливо при розробці новітніх і сучасних технологій [189]. Однією з перспективних культур в енергетичному відношенні є нут.

Визначення кількості енергії, отриманої з урожаєм основної і побічної продукції, – один з основних принципів методики енергетичного аналізу. Другий принцип – на основі енергетичних еквівалентів по технологічній карті встановити загальні витрати енергії на вирощування, прибирання і післяжнивне доопрацювання врожаю сільськогосподарських культур.

Надходження енергії обчислювали лише за основним видом продукції – врожаєм зерна нуту. Тому, закономірності зміни кількості надходження енергії були аналогічними динаміки продуктивності культури (табл. 6.9).

Таблиця 6.9

Надходження енергії від вирощування зерна нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, ГДж/га

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	45,4	53,3	55,8
	$N_{45}P_{45}$	50,8	60,5	63,7
	$N_{90}P_{90}$	54,7	64,8	68,4
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	46,1	54,0	57,6
	$N_{45}P_{45}$	51,9	61,9	65,9
	$N_{90}P_{90}$	56,2	66,6	71,3
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	78,5	89,3	97,2
	$N_{45}P_{45}$	95,8	108,7	119,2
	$N_{90}P_{90}$	101,9	116,7	127,1
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	79,9	91,1	98,7
	$N_{45}P_{45}$	97,6	111,6	121,7
	$N_{90}P_{90}$	104,1	119,9	129,6

Важливим показником при вивченні енергетичної ефективності вирощування нуту на зерно, є кількість використаної енергії. Саме цей показник визначає наскільки енергетично витратна технологія, а також енергоефективність в цілому. У проведених нами розрахунках видно, що кількість витраченої енергії на вирощування нуту значно коливалась за варіантами дослідів (табл. 6.10).

Таблиця 6.10

Витрати енергії на вирощування зерна нуту залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	14,9	19,9	24,9
	$N_{45}P_{45}$	29,4	34,7	39,5
	$N_{90}P_{90}$	45,3	50,5	55,7
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	15,1	20,1	25,1
	$N_{45}P_{45}$	29,6	34,9	39,9
	$N_{90}P_{90}$	45,5	51,0	56,0
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	29,7	35,1	43,8
	$N_{45}P_{45}$	44,9	50,7	62,2
	$N_{90}P_{90}$	61,4	67,1	79,0
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	29,9	35,3	44,0
	$N_{45}P_{45}$	45,4	50,9	64,2
	$N_{90}P_{90}$	61,7	67,7	78,6

Вивчення основного обробітку ґрунту під нут свідчить, що поглиблення з 20-22 до 28-30 см за природного зволоження збільшило витратну частину енергобалансу на 0,2, а при зрошенні – 0,4 ГДж/га.

Найбільша кількість енергії була використана на варіантах внесення добрив. При $N_{90}P_{90}$ під нут кількість енергії, яка була використана для повного циклу вирощування культури складала, в середньому за роки досліджень, - 50,7 ГДж/га в умовах природного зволоження і 69,3 ГДж/га – при зрошенні. Зменшення вдвічі кількості внесених поживних речовин знизило енергетичні витрати за природного зволоження на 46,1 а при зрошенні – на 30,5%. Найменшим показник був на варіантах, де мінеральні добрива не вносили. На цих варіантах витрати енергії були в 1,9 рази меншими порівняно з максимальною дозою добрив при зрошенні і в 2,5 рази – без зрошення.

Загущення посівів збільшувало витрати енергії на вирощування нуту. Найменшим показник був при густоті стояння рослин нуту до 0,5, а найбільший

- при 1,5 млн/га. При зрошенні і найменшому загущенні показник складав, в середньому за роки досліджень, 45,5 ГДж/га, що порівняно з максимальною густотою стояння - на 36,3% менше. Формування густоти посіву рослин на рівні 1,0 млн/га потребувало використання в умовах зрошення - 51,1, а без зрошення – 35,2 ГДж/га. В умовах природного зволоження збільшення або зменшення кількості рослин на одиниці площі істотно змінювало величину витрат енергії на вирощування нуту, яке, в середньому за роки досліджень, коливалося від приросту в 17,3% до додаткових витрат на 14,2%, відповідно.

Інтенсифікація вирощування нуту на зерно шляхом зрошення потребувала на 50,7% більше енергії, порівняно з незрошувальними ділянками, де показник коливався від 14,9 до 56,0 ГДж/га.

Ефективність досліджуваних прийомів вирощування нуту можна оцінити по приросту енергії (табл. 6.11).

Таблиця 6.11

Приріст енергії від вирощування зерна нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, ГДж/га

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	30,4	33,4	30,9
	$N_{45}P_{45}$	21,4	25,8	24,3
	$N_{90}P_{90}$	9,5	14,3	12,8
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	31,0	33,9	32,5
	$N_{45}P_{45}$	22,3	27,0	26,0
	$N_{90}P_{90}$	10,7	15,7	15,3
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	48,8	54,2	53,5
	$N_{45}P_{45}$	50,9	58,1	57,0
	$N_{90}P_{90}$	40,5	49,6	48,1
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	50,0	55,8	54,7
	$N_{45}P_{45}$	52,1	60,7	57,5
	$N_{90}P_{90}$	42,4	52,2	51,1

Поглиблення орного шару до 28-30 см збільшило витрати і врожай

зерна нуту, і, зрештою – значний приріст енергії, порівняно з полицевим обробітком на глибину 20-22 см. Приріст енергії при цьому на варіантах без зрошення і оранкою ґрунту на глибину 28-30 см, в середньому за роки досліджень, складав 23,8 ГДж/га (приріст 4,4%), а при зрошенні – 52,9 ГДж/га (приріст 3,3%).

Вирощування нуту на різних фонах живлення призвело до зниження приросту енергії. Найбільший показник був на контрольних варіантах, де добрива не вносили, який на незрошувальних варіантах коливався від 30,4 до 33,9, а при зрошенні – від 48,8 до 55,8 ГДж/га. За природного вологозабезпечення внесення $N_{45}P_{45}$ знизило досліджуваний показник на 30,6%, а $N_{90}P_{90}$ – в 2,4 рази. При зрошенні динаміка приросту енергії відрізнялася. Внесення найменшої дози мінеральних добрив забезпечило збільшення приросту енергії на 3,3 ГДж/га. Збільшення дози до $N_{90}P_{90}$ призвело до отримання найменшого приросту енергії, який, в середньому за роки досліджень, складав 47,3 ГДж/га.

Оптимальною густотою стояння рослин нуту, згідно з отриманими даними, була 1,0 млн/га. У цих умовах максимальний приріст енергії за природного зволоження складав 25,0 та штучного – 55,1 ГДж/га. Зниження або збільшення кількості рослин в ряду призвело до зниження приросту енергії. Найменший приріст енергії був на варіантах із густотою стояння рослин 0,5 млн/га, який знизився на 19,6 (без зрошення) і 16,0% (зрошення) порівняно з попереднім загущенням. Максимальна густота стояння рослин нуту не забезпечила збільшення показника, де приріст енергії на незрошувальних варіантах складав 23,6, а при зрошенні – 53,7 ГДж/га.

Як видно з отриманих даних, зрошення в арідних умовах вимагає значного використання енергетичних ресурсів, але при цьому повністю окуповується величиною отриманого врожаю. Приріст в умовах зрошення перевищував незрошувальні варіанти в 2,25 рази.

Коефіцієнт енергетичної ефективності показав переваги застосування зрошення на півдні України під нут. У цих умовах показник був найвищим і

коливався від 1,61 до 2,67, а без зрошення був на 10,6% меншим (табл. 6.12).

Таблиця 6.12

Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування зерна нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	3,04	2,67	2,24
	$N_{45}P_{45}$	1,73	1,74	1,62
	$N_{90}P_{90}$	1,21	1,28	1,23
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	3,05	2,68	2,29
	$N_{45}P_{45}$	1,75	1,77	1,65
	$N_{90}P_{90}$	1,24	1,31	1,27
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	2,65	2,55	2,22
	$N_{45}P_{45}$	2,13	2,15	1,92
	$N_{90}P_{90}$	1,66	1,74	1,61
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	2,67	2,58	2,24
	$N_{45}P_{45}$	2,15	2,19	1,89
	$N_{90}P_{90}$	1,69	1,77	1,65

Незначні зміни у величині коефіцієнта були за різних глибин основного обробітку ґрунту. Виконання полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см незначно збільшило, в середньому за роки досліджень, на 0,2-0,3 (1,0-1,1%) показник порівняно з оранкою на глибину 20-22 см.

Найменший коефіцієнт енергетичної ефективності був на варіантах досліду, де мінеральні добрива не вносили, що в умовах без зрошення складав 2,66, а при зрошенні – 2,49. Внесення мінеральних добрив значно знизило показник. Найбільш енергетично доцільною виявилася доза $N_{45}P_{45}$, де коефіцієнт за природного зволоження складав 1,71, а штучного - 2,07, а збільшення кількості внесених елементів живлення вдвічі, зменшило коефіцієнт за обох варіантів зволоження на 35,7 і 22,5%, відповідно.

Загущення рослин нуту з 0,5 до 1,0 млн/га несуттєво збільшило коефіцієнт енергетичної ефективності за обох умов зволоження. Суттєві

зміни спостерігалися за максимальної густоти стояння 1,5 млн/га. При цьому коефіцієнт енергетичної ефективності був найменшим в умовах природного зволоження і коливався від 1,23 до 2,29. Зниження складало 16,3% порівняно з мінімальним загущенням на варіантах без зрошення і 12,0% – при зрошенні.

Висновки за розділом 6:

1. Найбільше сумарне водоспоживання посівами нуту - 3564 $м^3$/га було за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см в умовах зрошення, внесенні мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$ та густоти стояння рослин до 1,5 млн/га.

2. Найбільш ефективно використовували вологу рослини нуту на варіантах штучного зволоження, полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та густоти стояння рослин до 1,5 млн/га, де коефіцієнт водоспоживання складав 963 $м^3$/т.

3. Найвища окупність поливної води приростом урожаю зерна нуту - 1,08 кг/$м^3$ була за обох обробітків ґрунту, внесенні $N_{90}P_{90}$ і густоті стояння рослин 1,5 млн/га. За аналогічних умов, але внесенні $N_{45}P_{45}$ формувалася найвища окупність одного кілограма діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю зерна нуту при зрошенні - 7,04 та природного зволоження – 2,55 кг.

4. Найбільший валовий прибуток від вирощування зерна нуту в умовах зрошення - 17886 грн/га був отриманий за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$ і густоті стояння рослин 1,5 млн/га, а в умовах природного вологозабезпечення – 8108 грн/га та густоті стояння рослин 1,0 млн/га.

5. Найбільший приріст енергії - 33,9 ГДж/га в умовах природного зволоження був за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, без внесення добрив і густоті стояння рослин 1,0 млн/га, а при зрошенні – 60,7 ГДж/га – на аналогічних варіантах за внесення $N_{45}P_{45}$. На неудобрених варіантах, обох варіантів обробітків ґрунту та густоті стояння 0,5 млн/га був отриманий максимальний енергетичний коефіцієнт за природного зволоження - 3,04 і 3,05, а при зрошенні - 2,65 і 2,67.

АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сучасне сільськогосподарське виробництво знаходиться в постійному пошуку високорентабельних культур, які здатні задовольнити населення не тільки в продуктах живлення, а також створити передумови для високорентабельного виробництва. Однією з традиційних культур Азії, а для умов Європи малопоширеною, є нут.

Вирощування нуту на Україні завжди пов’язано з великою кількістю питань в технології його вирощування. Товаровиробники при його вирощуванні, майже завжди, посилаються на однотипність вирощування з іншими зернобобовими культурами, що призводить до великих втрат врожаю, і в кінці, відмові від впровадження у виробництво.

Найбільший вплив за розповсюдження культури нуту в Україні належить В.І. Січкарю і О.В. Бушуляну, але їх робота, в основному, зосереджена на створенні нових високопродуктивних сортів та їх адаптації до деяких елементів технології вирощування нуту. Розробки з інших країн для умов України мало прийнятні та потребують додаткового вивчення та наукового обґрунтування.

Для вирішення поставлених задач були розроблені основні складові агротехнічного комплексу вирощування зерна нуту за різних умов зволоження в умовах Південного Степу України, що забезпечують збільшення продуктивності культури та поліпшення якості зерна. Встановлено вплив основного обробітку, доз мінеральних добрив та густоти стояння рослин на агромеліоративний стан ґрунту, його біологічну активність при вирощуванні нуту. Застосовані сучасні методи програмування врожаю зерна нуту залежно від досліджуваних факторів. Дана узагальнена економічна та енергетична оцінка технології вирощування нуту за комплексом показників в умовах південного Степу України.

В результаті досліджень було встановлено, що найкращі фізичні властивості ґрунту в орному шарі формувалися при обробітку на глибину 28-

30 см за природного вологозабезпечення. За цих умов зафіксовані оптимальні параметри водно-фізичних властивостей ґрунту.

Біологічна активність ґрунту напряму пов’язана з життєдіяльністю мікроорганізмів, активність яких, має максимальні показники за наявності вологи. Так, за показниками кількості виділеного двоокису вуглецю з ґрунту та ступеню розкладання лляного полотна оптимальні умови складалися за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см та внесені мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ при зрошенні.

У процесі росту та розвитку рослини нуту споживали елементи живлення з ґрунту та мінеральних добрив. Найбільше умовне споживання лужногідролізованого азоту та рухомого фосфору з господарсько-цінною частиною врожаю було за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$, густоти стояння рослин до 1,5 млн/га при зрошенні.

Вперше був встановлений вплив рослин нуту та технології його вирощування на агромеліоративний стан ґрунту в умовах дії Інгулецької зрошуваної система, води якої за якістю відносяться до II класу. З результатів, отриманих у дослідах, видно, що найбільше винесення водорозчинних солей з 0-50 см шару ґрунту за період вегетації культури було при зрошенні і полицевого обробітку на глибину 20-22 см – 2,516, а на глибину 28-30 см – 2,553 т/га. Це є підставою рахувати нут перспективною фітомеліоруючою культурою для підвищення продуктивності зрошувальних ґрунтів України.

Закономірне скорочення або подовження тривалості міжфазних і загального вегетаційного періоду у рослин нуту залежало від середньодобової температури повітря, накопиченої суми активних температур та наявності вологи.

Розвиток вегетативної системи рослини обумовлює формування найвищого врожаю. Такий розвиток можливий за оптимального поєднання усіх технологічних чинників. Так, взаємодія полицевого обробітку ґрунту на

глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$, густоти стояння рослин до 1,5 млн/га при зрошенні сформували найвищі рослини з максимальною площею асиміляційного апарату.

Для товаровиробника кінцевою метою вирощування культури є рівень врожаю, який базується на слідуючих показниках: кількість сформованих бобів та зерен на рослині. Максимальні показники структури врожаю зерна нуту були сформовані за полицевого обробітку на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$. Найбільша врожайність зерна нуту була отримана при зрошенні - 3,60 т/га за умов виконання полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$, густоті стояння рослин до 1,5 млн/га.

Якість врожаю зерна нуту залежала від умов вирощування культури. Найбільш сприятливі умови формування якісного врожаю зерна нуту були за полицевого обробітку на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$, сівбі із густотою стояння рослин 0,5 млн/га при зрошенні.

На даному етапі розвитку суспільства сучасне товаровиробництво не можливе без методів програмування розвитку процесів формування врожаю. Наведені у дисертаційній роботі різні підходи на основі математичних методів програмування, для людей з різним рівнем обізнаності, дає можливість високоточного програмування врожайності зерна нуту на меліорованих ґрунтах для типових кліматичних умов зони Сухого Степу.

Ефективність використання природних та матеріальних ресурсів формують думку про доцільність кожного елементу агротехніки вирощування. Так, найбільш ефективно використовували вологу рослини нуту на варіантах зрошення, полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та густоти стояння рослин до 1,5 млн/га, де коефіцієнт водоспоживання складав 963 $м^3$/т. За цих умов була відзначена найвища окупність поливної води приростом урожаю зерна нуту. За аналогічних умов, але внесення $N_{45}P_{45}$ формувалася найбільша окупність одного кілограма діючої речовини мінеральних добрив приростом

урожаю зерна нуту.

Оптимізація умов вирощування дозволяє отримувати найкращі економічні показники. Найбільший валовий прибуток від вирощування зерна нуту в умовах зрошення був отриманий за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$ і густоти стояння рослин до 1,5 млн/га, а в умовах природного вологозабезпечення - при меншій густоті стояння рослин - 1,0 млн/га.

Енергетичний аналіз показав доцільність вирощування зерна нуту в умовах природного зволоження за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, без внесення добрив і густоті стояння рослин 1,0 млн/га, а при зрошенні – на аналогічних варіантах за внесення $N_{45}P_{45}$.

Розроблений агротехнологічній комплекс вирощування нуту в різних за зволоженням умовах був впроваджений в господарствах Південного Степу України різних форм власності.

ВИСНОВКИ

За результатами експериментальних досліджень, виконаних протягом 2012-2014 рр., можна сформулювати наступні наукові узагальнення і висновки:

1. За сукупністю ознак, які характеризують фізичні властивості ґрунту, найкращі умови створювалися за полицевого обробітку на глибину 28-30 см в незрошуваних умовах, де щільність складання в шарі 0-30 см складала 1,11 - по сходах культури і 1,22 г/см^3 - при збиранні, а пористість - 57,7 і 53,7%, відповідно. За такого способу вирощування нуту на час сходів була найбільша водопроникність ґрунту - 2,65 мм/хв. та кількість поглинутої води за першу годину визначення - 1590 м^3/га, а на час збирання - 1,96 мм/хв. та 1176 м^3/га, відповідно.

2. Активна життєдіяльність ґрунтової біоти за кількістю виділеного двоокису вуглецю на посівах нуту в фазу цвітіння та ступенем розкладання лляного полотна була за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см при зрошенні та внесені мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ – 215 мг CO_2/м^2×год та 56,4%, відповідно.

3. Вміст елементів живлення за вегетацію нуту знижувався від сівби до збирання врожаю за природного зволоження та зрошення. Найбільше умовне споживання їх рослинами з 0-50 см шару ґрунту було за оранки на глибину 28-30 см, внесення $N_{90}P_{90}$, густоти стояння рослин до 1,5 млн/га при зрошенні лужногідролізованого азоту - 93,9, а рухомого фосфору – 19,6 мг/кг.

4. Найбільше винесення водорозчинних солей з шару ґрунту 0-50 см було за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см при зрошенні – 2,553 т/га, що дає змогу віднести нут до фітомеліоруючих культур.

5. Тривалість міжфазних і вегетаційного періодів нуту залежала від умов зволоження. Найтриваліший вегетаційний період - 112-118 діб був за вирощування нуту на зрошенні, а найменший – на незрошувальних варіантах, 97-100 діб.

6. Найбільшу висоту (64,1 см), площу листкової поверхні (43,80 тис. $м^2$/га) та фотосинтетичний потенціал (2,290 млн. $м^2$/га за добу) рослини нуту мали за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{90}$ та густоти стояння рослин до 1,5 млн/га при зрошенні.

7. Структурні показники формування врожаю зерна мали найбільші значення за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$, густоті стояння 0,5 млн/га при зрошенні - кількість сформованих бобів – 20,53 шт. та зерен - 27,13 шт. на одній рослині.

8. Найбільша врожайність зерна нуту була сформована за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$, густоті стояння рослин до 1,5 млн/га при зрошенні - 3,60 т/га, а за умов природного зволоження - 1,98 т/га.

9. Найбільша маса 1000 зерен нуту (259 г), найвищий вміст білка (28,62%) було отримано за полицевого обробітку на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$, густоти стояння рослин 0,5 млн/га при зрошенні, а найбільший умовний загальний вихід білка – 794 кг/га при густоті стояння 1,5 млн/га.

10. Проведений всебічний за сучасних методів математичний аналіз, отриманих експериментальних даних, щодо удосконалення технології вирощування нуту за різних умов зволоження, дали можливість побудувати математичні моделі врожаю зерна. Їх можливість використання у виробництві та моделюванні процесів формування врожаю зерна підтверджена високим рівнем достовірності - більшої за 90%.

11. В умовах посушливого клімату Південного Степу України найбільше сумарне водоспоживання полем нуту - 3564 $м^3$/га було за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$ та густоти стояння рослин до 1,5 млн/га при зрошенні. Але найбільш доцільно використовували вологу рослини нуту за коефіцієнтом сумарного водоспоживання рослини нуту за оранки на 20-22 см - 963 $м^3$/т.

Найвища окупність поливної води приростом урожаю зерна нуту - 1,08 кг/м^3 була за обох досліджуваних варіантів обробітку ґрунту, внесення $N_{90}P_{90}$ і густоті стояння рослин до 1,5 млн/га. За аналогічних умов, але внесенні $N_{45}P_{45}$, формувалася найбільша також окупність одного кілограма діючої речовини мінеральних добрив при зрошенні - 7,04, а за природного зволоження – 2,55 кг.

12. Економічна, енергетична ефективність та доцільність вирощування нуту на півдні України за різних умов зволоження доведена за найбільшими показниками валового прибутку за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесенні $N_{90}P_{90}$ та густоті стояння рослин 1,5 млн/га в умовах зрошення - 17886 грн/га, а в умовах природного вологозабезпечення – 8108 грн/га при густоті стояння рослин 1,0 млн/га. Найбільший приріст енергії - 33,9 ГДж/га в умовах природного зволоження був отриманий за оранки на глибину 28-30 см, без внесення добрив і густоти стояння рослин 1,0 млн/га, а при зрошенні – 60,7 ГДж/га – на аналогічних варіантах за внесення $N_{45}P_{45}$.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для одержання врожайності зерна нуту на рівні 3,0-3,5 т/га на зрошенні з вмістом білка 26-28%, раціональним використанням природних і матеріальних ресурсів сільськогосподарських товаровиробникам Південного Степу України рекомендуємо наступний агротехнологічний комплекс: вносити мінеральні добрива в дозі $N_{45}P_{45}$, проводити полицевий обробіток ґрунту на глибину 20-22 см та формувати густоту стояння рослин від 1,0 до 1,5 млн/га. За вирощування нуту в неполивних умовах для формування врожайності на рівні 1,5-2,0 т/га густоту стояння рослин рекомендуємо на рівні 0,5-1,0 млн/га.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

Метеорологічні умови вегетаційного періоду нуту за 2012 рік досліджень (дані метеостанції м. Херсон)

Місяць	Декада	Температура повітря, ºС	Кількість опадів, мм	Відносна вологість повітря,%
Березень	1	-2,8	10,6	82
	2	3,8	0,0	76
	3	6,3	15,0	74
	за місяць	2,5	25,6	77
	середньобагаторічне	2,3	26,0	77
	± до багаторічних	**+0,2**	**-0,4**	**0**
Квітень	1	9,0	1,4	77
	2	12,1	4,5	75
	3	18,5	0,0	57
	за місяць	13,2	5,9	70
	середньобагаторічне	10,0	33,0	69
	± до багаторічних	**+3,2**	**-27,1**	**+1**
Травень	1	22,8	0,0	54
	2	21,4	3,2	59
	3	18,4	36,4	74
	за місяць	20,8	39,6	63
	середньобагаторічне	16,0	42,0	64
	± до багаторічних	**+4,8**	**-2,4**	**-1**
Червень	1	21,0	7,6	65
	2	25,4	0,0	54
	3	23,8	12,5	55
	за місяць	23,4	20,1	58
	середньобагаторічне	19,9	45,0	67
	± до багаторічних	**+3,5**	**-24,9**	**-9**
Липень	1	25,7	16,6	55
	2	25,0	23,6	57
	3	28,8	0,0	40
	за місяць	26,6	40,2	50
	середньобагаторічне	21,9	49,0	61
	± до багаторічних	**+4,7**	**-8,8**	**-9**
Серпень	1	27,9	4,6	44
	2	21,2	66,6	65
	3	22,0	8,0	61
	за місяць	23,6	79,2	57
	середньобагаторічне	21,3	38,0	62
	± до багаторічних	**+2,3**	**+41,2**	**+5**

Додаток А.2

Метеорологічні умови вегетаційного періоду нуту за 2013 рік досліджень (дані метеостанції м. Херсон)

Місяць	Декада	Температура повітря, ºС	Кількість опадів, мм	Відносна вологість повітря,%
Березень	1	3,4	6,0	76
	2	4,2	7,3	76
	3	2,0	25,5	76
	за місяць	3,1	38,8	76
	середньобагаторічне	2,3	26,0	77
	± до багаторічних	**+0,8**	**+12,8**	**-1**
Квітень	1	9,5	0,0	75
	2	10,7	3,7	65
	3	15,5	0,0	59
	за місяць	11,9	3,7	66
	середньобагаторічне	10,0	33,0	69
	± до багаторічних	**+1,9**	**-29,3**	**-3**
Травень	1	20,0	0,0	54
	2	20,6	0,3	60
	3	21,4	0,0	60
	за місяць	20,7	0,3	58
	середньобагаторічне	16,0	42,0	64
	± до багаторічних	**+4,7**	**-41,7**	**-6**
Червень	1	19,7	14,6	72
	2	23,6	31,9	58
	3	25,6	32,6	58
	за місяць	23,0	79,1	63
	середньобагаторічне	19,9	45,0	67
	± до багаторічних	**+3,1**	**+34,1**	**-4**
Липень	1	23,7	41,4	67
	2	23,4	2,7	59
	3	22,4	0,0	53
	за місяць	23,2	44,1	60
	середньобагаторічне	21,9	49,0	61
	± до багаторічних	**+1,3**	**-4,9**	**-1**
Серпень	1	24,6	0,0	49
	2	26,1	0,0	46
	3	22,1	12,4	60
	за місяць	24,2	12,4	52
	середньобагаторічне	21,3	38,0	62
	± до багаторічних	**+2,9**	**-25,6**	**-10**

Додаток А.3

Метеорологічні умови вегетаційного періоду нуту за 2014 рік досліджень (дані метеостанції м. Херсон)

Місяць	Декада	Температура повітря, ºС	Кількість опадів, мм	Відносна вологість повітря,%
Березень	1	5,5	0,0	83
	2	7,8	0,0	60
	3	8,8	32,0	67
	за місяць	7,4	32,0	70
	середньобагаторічне	2,3	26,0	77
	± до багаторічних	**+5,1**	**+6,0**	**-7**
Квітень	1	7,6	0,0	60
	2	12,4	29,2	74
	3	14,5	0,3	63
	за місяць	11,5	29,5	65
	середньобагаторічне	10,0	33,0	69
	± до багаторічних	**+1,5**	**-3,5**	**-4**
Травень	1	13,7	33,0	75
	2	17,8	5,2	75
	3	22,2	0,0	61
	за місяць	18,0	38,2	70
	середньобагаторічне	16,0	42,0	64
	± до багаторічних	**+2,0**	**-3,8**	**+6**
Червень	1	22,4	13,3	64
	2	20,0	28,6	58
	3	20,0	22,5	64
	за місяць	20,8	64,4	62
	середньобагаторічне	19,9	45,0	67
	± до багаторічних	**+0,9**	**+19,4**	**-5**
Липень	1	23,5	0,0	53
	2	25,5	9,4	56
	3	26,1	10,0	49
	за місяць	25,1	19,4	52
	середньобагаторічне	21,9	49,0	61
	± до багаторічних	**+3,2**	**-29,6**	**-9**
Серпень	1	27,8	11,1	45
	2	25,1	0,8	57
	3	21,0	8,8	56
	за місяць	24,5	20,7	52
	середньобагаторічне	21,3	38,0	62
	± до багаторічних	**+3,2**	**-17,3**	**-10**

Додаток А.4

Сума активних температур повітря за вегетаційний період нуту за 2012 рік досліджень (дані метеостанції м. Херсон)

Місяць	Декада	>0ºС	>5ºС	>10ºС	>15ºС
січень-лютий		57,0	27,0	-	-
Березень	1	57,0	27,0	-	-
	2	95,0	53,6	-	-
	3	164,0	117,5	-	-
Квітень	1	254,1	202,9	47,8	-
	2	375,5	324,3	152,9	15,1
	3	560,5	509,3	337,9	156,3
Травень	1	788,0	736,8	565,4	383,8
	2	1001,7	950,5	779,1	597,5
	3	1204,3	1153,1	981,7	800,1
Червень	1	1414,3	1363,1	1191,7	1010,1
	2	1667,9	1616,7	1445,3	1263,7
	3	1905,6	1854,4	1683,0	1501,4
Липень	1	2163,0	2111,8	1940,4	1758,8
	2	2412,9	2361,7	2190,3	2008,7
	3	2730,1	2678,9	2507,5	2325,9
Серпень	1	3009,2	2958,0	2786,6	2605,0
	2	3220,8	3169,6	2998,2	2816,6
	3	3462,4	3411,2	3239,8	3058,2
Середньобагаторічна за III-VIII місяці		2814,7	2795,7	2555,5	2295,5
± за вегетаційний період		**+590,4**	**+588,5**	**+684,3**	**+762,7**

Додаток А.5

Сума ефективних температур повітря за вегетаційний період нуту за 2012 рік досліджень (дані метеостанції м. Херсон)

Місяць	Декада	>5ºС	>10ºС	>15ºС
січень-лютий		7,0	-	-
Березень	1	7,0	-	-
	2	18,6	-	-
	3	37,5	-	-
Квітень	1	77,9	7,8	-
	2	149,3	32,9	0,1
	3	284,3	117,9	36,3
Травень	1	461,8	245,4	113,8
	2	625,5	359,1	177,5
	3	773,1	451,7	215,1
Червень	1	933,1	561,7	275,1
	2	1136,7	715,3	378,7
	3	1324,4	853,0	466,4
Липень	1	1531,8	1010,4	573,8
	2	1731,7	1160,3	673,7
	3	1993,9	1367,5	825,9
Серпень	1	2223,0	1546,6	955,0
	2	2384,6	1658,2	1016,6
	3	2571,2	1789,8	1093,2
Середньобагаторічна за III-VIII місяці		**1994,7**	**1225,5**	**600,5**
± за вегетаційний період		**+569,5**	**+564,3**	**+492,7**

Додаток А.6

Сума активних температур повітря за вегетаційний період нуту за 2013 рік досліджень (дані метеостанції м. Херсон)

Місяць	Декада	>0ºС	>5ºС	>10ºС	>15ºС
січень-лютий		116,8	35,9	-	-
Березень	1	152,8	55,9	-	-
	2	196,6	90,4	11,2	-
	3	232,2	118,7	22,3	-
Квітень	1	326,9	208,5	83,2	-
	2	433,7	315,3	152,4	-
	3	588,8	470,4	307,5	107,2
Травень	1	789,1	670,7	507,8	307,5
	2	994,6	876,2	713,3	513,0
	3	1230,3	1111,9	949,0	748,7
Червень	1	1426,9	1308,5	1145,6	945,3
	2	1663,2	1544,8	1381,9	1181,6
	3	1919,2	1800,8	1637,9	1437,6
Липень	1	2156,3	2037,9	1875,0	1674,7
	2	2390,7	2272,3	2109,4	1909,1
	3	2636,9	2518,5	2355,6	2155,3
Серпень	1	2882,9	2764,5	2601,6	2401,3
	2	3143,6	3025,2	2862,3	2662,0
	3	3386,6	3268,2	3105,3	2905,0
Середньобагаторічна за III-VIII місяці		2814,7	2795,7	2555,5	2295,5
± за вегетаційний період		**+455,1**	**+472,5**	**+549,8**	**+609,5**

Додаток А.7

Сума ефективних температур повітря за вегетаційний період нуту за 2013 рік досліджень (дані метеостанції м. Херсон)

Місяць	Декада	>5ºС	>10ºС	>15ºС
січень-лютий		10,9	-	-
Березень	1	15,9	-	-
	2	30,4	1,2	-
	3	43,7	2,3	-
Квітень	1	88,5	13,2	-
	2	145,3	22,4	-
	3	250,4	77,5	17,2
Травень	1	400,7	177,8	67,5
	2	556,2	283,3	123,0
	3	736,9	409,0	193,7
Червень	1	883,5	505,6	240,3
	2	1069,8	641,9	326,6
	3	1275,8	797,9	432,6
Липень	1	1462,9	935,0	519,7
	2	1647,3	1069,4	604,1
	3	1838,5	1205,6	685,3
Серпень	1	2034,5	1351,6	781,3
	2	2245,2	1512,3	892,0
	3	2433,2	1645,3	970,0
Середньобагаторічна за III-VIII місяці		**1994,7**	**1225,5**	**600,5**
± за вегетаційний період		**+427,6**	**+419,8**	**+369,5**

Додаток А.8

Сума активних температур повітря за вегетаційний період нуту за 2014 рік досліджень (дані метеостанції м. Херсон)

Місяць	Декада	>0ºС	>5ºС	>10ºС	>15ºС
січень-лютий		120,5	47,5	-	-
Березень	1	175,1	86,5	-	-
	2	252,9	159,8	10,0	-
	3	349,3	248,8	53,5	-
Квітень	1	425,0	317,6	90,1	-
	2	548,5	441,1	198,7	49,3
	3	693,4	586,0	343,6	111,4
Травень	1	830,7	723,3	471,1	158,2
	2	1008,6	901,2	649,0	336,1
	3	1252,4	1145,0	892,8	579,9
Червень	1	1476,7	1369,3	1117,1	804,2
	2	1676,6	1569,2	1317,0	1004,1
	3	1876,6	1769,2	1517,0	1204,1
Липень	1	2111,6	2004,2	1752,0	1439,1
	2	2366,1	2258,7	2006,5	1693,6
	3	2653,4	2546,0	2293,8	1980,9
Серпень	1	2931,3	2823,9	2571,7	2258,8
	2	3182,0	3074,6	2822,4	2509,5
	3	3412,8	3305,4	3053,2	2740,3
Середньобагаторічна за III-VIII місяці		2814,7	2795,7	2555,5	2295,5
± за вегетаційний період		**+477,6**	**+462,2**	**+497,7**	**+444,8**

Додаток А.9

Сума ефективних температур повітря за вегетаційний період нуту за 2014 рік досліджень (дані метеостанції м. Херсон)

Місяць	Декада	>5ºС	>10ºС	>15ºС
січень-лютий		7,5	-	-
Березень	1	16,5	-	-
	2	44,8	-	-
	3	88,8	3,5	-
Квітень	1	117,6	10,1	-
	2	191,1	38,7	4,3
	3	286,0	83,6	6,4
Травень	1	373,3	121,1	8,2
	2	501,2	199,0	36,1
	3	695,0	332,8	114,9
Червень	1	869,3	457,1	189,2
	2	1019,2	557,0	239,1
	3	1169,2	657,0	289,1
Липень	1	1354,2	792,0	374,1
	2	1558,7	946,5	478,6
	3	1791,0	1123,8	600,9
Серпень	1	2018,9	1301,7	728,8
	2	2219,6	1452,4	829,5
	3	2395,4	1573,2	895,3
Середньобагаторічна за III-VIII місяці		**1994,7**	**1225,5**	**600,5**
± за вегетаційний період		**+393,2**	**+347,7**	**+294,8**

Додаток Б.1

Щільність складення ґрунту на посівах нуту залежно від досліджуваних факторів, г/см^3

2012 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Умови зволоження (Фактор В)	Шар ґрунту, см (Фактор С)	Строк визначення	
			на час сходів	на час збирання
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	0-10	1,08	1,14
		10-20	1,12	1,24
		20-30	1,20	1,30
		0-30	**1,14**	**1,23**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	1,03	1,19
		10-20	1,12	1,15
		20-30	1,16	1,29
		0-30	**1,10**	**1,21**
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	0-10	1,16	1,23
		10-20	1,23	1,33
		20-30	1,32	1,35
		0-30	**1,24**	**1,30**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	1,18	1,26
		10-20	1,26	1,29
		20-30	1,28	1,31
		0-30	**1,24**	**1,29**

$НІР_{05}$ складала, г/см^3:

на час сходів: для факторів А, В – 0,01; факторів С – 0,01; взаємодії АВ – 0,02; АС, ВС – 0,02; комплексної взаємодії АВС – 0,03.

на час збирання: для факторів А, В – 0,02; факторів С – 0,03; взаємодії АВ – 0,03; АС, ВС – 0,04; комплексної взаємодії АВС – 0,06.

Додаток Б.2

Щільність складення ґрунту на посівах нуту залежно від досліджуваних факторів, г/см^3

2013 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Умови зволоження (Фактор В)	Шар ґрунту, см (Фактор С)	Строк визначення	
			на час сходів	на час збирання
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	0-10	1,05	1,18
		10-20	1,12	1,22
		20-30	1,22	1,31
		0-30	**1,13**	**1,24**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	1,08	1,13
		10-20	1,12	1,24
		20-30	1,13	1,29
		0-30	**1,11**	**1,22**
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	0-10	1,17	1,27
		10-20	1,23	1,32
		20-30	1,28	1,40
		0-30	**1,23**	**1,33**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	1,18	1,22
		10-20	1,22	1,32
		20-30	1,26	1,36
		0-30	**1,22**	**1,30**

$НІР_{05}$ складала, г/см^3:

на час сходів: для факторів А, В – 0,02; факторів С – 0,03; взаємодії АВ – 0,03; АС, ВС – 0,04; комплексної взаємодії АВС – 0,05.

на час збирання: для факторів А, В – 0,01; факторів С – 0,02; взаємодії АВ – 0,02; АС, ВС – 0,03; комплексної взаємодії АВС – 0,04.

Додаток Б.3

Щільність складення ґрунту на посівах нуту залежно від досліджуваних факторів, г/см^3

2014 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Умови зволоження (Фактор В)	Шар ґрунту, см (Фактор С)	Строк визначення	
			на час сходів	на час збирання
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	0-10	1,04	1,19
		10-20	1,11	1,24
		20-30	1,17	1,31
		0-30	**1,11**	**1,25**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	1,06	1,16
		10-20	1,12	1,22
		20-30	1,19	1,29
		0-30	**1,12**	**1,23**
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	0-10	1,17	1,25
		10-20	1,24	1,32
		20-30	1,27	1,36
		0-30	**1,23**	**1,31**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	1,15	1,24
		10-20	1,21	1,30
		20-30	1,21	1,34
		0-30	**1,19**	**1,29**

$НІР_{05}$ складала, г/см^3:

на час сходів: для факторів А, В – 0,01; факторів С – 0,02; взаємодії АВ – 0,02; АС, ВС – 0,02; комплексної взаємодії АВС – 0,03.

на час збирання: для факторів А, В – 0,01; факторів С – 0,02; взаємодії АВ – 0,02; АС, ВС – 0,03; комплексної взаємодії АВС – 0,04.

Додаток Б.4

Загальна пористість ґрунту на посівах нуту залежно від досліджуваних факторів, г/см^3

2012 рік

Основний обробіток ґрунту	Умови зволоження	Шар ґрунту, см	Строк визначення	
			на час сходів	на час збирання
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	0-10	58,6	56,5
		10-20	57,3	52,9
		20-30	54,6	50,8
		0-30	**56,8**	**53,4**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	60,7	54,7
		10-20	57,3	56,2
		20-30	56,1	51,2
		0-30	**58,1**	**54,0**
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	0-10	55,7	53,1
		10-20	53,1	49,5
		20-30	50,1	48,8
		0-30	**53,0**	**50,4**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	55,0	52,0
		10-20	52,1	50,9
		20-30	51,6	50,4
		0-30	**52,9**	**51,1**

Додаток Б.5

Загальна пористість ґрунту на посівах нуту залежно від досліджуваних факторів, г/см^3

2013 рік

Основний обробіток ґрунту	Умови зволоження	Шар ґрунту, см	Строк визначення	
			на час сходів	на час збирання
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	0-10	59,9	55,0
		10-20	57,4	53,5
		20-30	53,6	50,4
		0-30	**57,0**	**52,9**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	58,9	56,9
		10-20	57,5	52,9
		20-30	57,3	51,2
		0-30	**57,9**	**53,7**
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	0-10	55,3	51,5
		10-20	53,3	49,9
		20-30	51,4	47,1
		0-30	**53,4**	**49,5**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	54,9	53,4
		10-20	53,8	49,7
		20-30	52,2	48,3
		0-30	**53,6**	**50,5**

Додаток Б.6

Загальна пористість ґрунту на посівах нуту залежно від досліджуваних факторів, г/см^3

2014 рік

Основний обробіток ґрунту	Умови зволоження	Шар ґрунту, см	Строк визначення	
			на час сходів	на час збирання
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	0-10	60,5	54,6
		10-20	57,9	52,8
		20-30	55,6	50,5
		0-30	**58,0**	**52,6**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	59,5	55,7
		10-20	57,4	53,5
		20-30	54,8	51,1
		0-30	**57,3**	**53,4**
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	0-10	55,3	52,2
		10-20	53,0	49,7
		20-30	51,8	48,6
		0-30	**53,4**	**50,1**
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	56,1	52,7
		10-20	53,9	50,6
		20-30	54,2	49,4
		0-30	**54,7**	**50,9**

Додаток Б.7

Водопроникність ґрунту та кількість поглинутої води за першу годину визначення на посівах нуту залежно від досліджуваних факторів

2012 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Умови зволоження (Фактор В)	Строк визначення	
		на час сходів	на час збирання
Водопроникність ґрунту, мм/хв.			
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	2,64	1,92
Полицевий на глибину 28-30 см		2,82	2,09
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	2,41	1,62
Полицевий на глибину 28-30 см		2,62	1,81
$НІР_{05}$, мм/хв.	для фактора А, В	0,05	0,04
	для взаємодії АВ	0,06	0,06
Кількість поглинутої води за першу годину визначення, $м^3$/га			
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	1582	1154
Полицевий на глибину 28-30 см		1692	1252
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	1448	973
Полицевий на глибину 28-30 см		1569	1083
$НІР_{05}$, $м^3$/га	для факторів А, В	26,89	26,00
	для взаємодії АВ	38,03	36,78

Примітка. Виміри проводили на варіантах внесення мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$ та густоти стояння рослин 1,0 млн/га.

Додаток Б.8

Водопроникність ґрунту та кількість поглинутої води за першу годину визначення на посівах нуту залежно від досліджуваних факторів

2013 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Умови зволоження (Фактор В)	Строк визначення	
		на час сходів	на час збирання
Водопроникність ґрунту, мм/хв.			
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	2,45	1,78
Полицевий на глибину 28-30 см		2,62	1,94
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	2,24	1,50
Полицевий на глибину 28-30 см		2,43	1,67
$НІР_{05}$, мм/хв.	для фактора А, В	0,04	0,04
	для взаємодії АВ	0,06	0,05
Кількість поглинутої води за першу годину визначення, $м^3$/га			
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	1467	1070
Полицевий на глибину 28-30 см		1570	1161
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	1343	903
Полицевий на глибину 28-30 см		1455	1004
$НІР_{05}$, $м^3$/га	для факторів А, В	24,05	21,85
	для взаємодії АВ	34,02	30,90

Примітка. Виміри проводили на варіантах внесення мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$ та густоти стояння рослин 1,0 млн/га.

Додаток Б.9

Водопроникність ґрунту та кількість поглинутої води за першу годину визначення на посівах нуту залежно від досліджуваних факторів

2014 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Умови зволоження (Фактор В)	Строк визначення	
		на час сходів	на час збирання
Водопроникність ґрунту, мм/хв.			
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	2,35	1,71
Полицевий на глибину 28-30 см		2,51	1,86
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	2,15	1,44
Полицевий на глибину 28-30 см		2,33	1,61
$НІР_{05}$, мм/хв.	для фактора А, В	0,05	0,04
	для взаємодії АВ	0,07	0,05
Кількість поглинутої води за першу годину визначення, $м^3$/га			
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	1409	1028
Полицевий на глибину 28-30 см		1507	1115
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	1289	866
Полицевий на глибину 28-30 см		1398	964
$НІР_{05}$, $м^3$/га	для факторів А, В	28,93	22,12
	для взаємодії АВ	40,92	31,28

Примітка. Виміри проводили на варіантах внесення мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$ та густоти стояння рослин 1,0 млн/га.

Додаток В

Кількість виділеного двоокису вуглецю з ґрунту на посівах нуту в фазу цвітіння залежно від агротехнологічних прийомів вирощування, мг CO_2/м^2×год

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Умови зволоження (Фактор D)	
		без зрошення	зрошення
2012 рік			
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	95	120
	$N_{45}P_{45}$	110	158
	$N_{90}P_{90}$	135	189
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	102	138
	$N_{45}P_{45}$	129	183
	$N_{90}P_{90}$	162	218
$НІР_{05}$ складала, мг CO_2/м^2×год: для факторів А, В – 6,49; D – 7,95; взаємодії АВ – 9,18; AD, BD – 11,25; комплексної взаємодії ABD – 15,91.			
2013 рік			
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	79	111
	$N_{45}P_{45}$	90	139
	$N_{90}P_{90}$	108	169
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	84	128
	$N_{45}P_{45}$	106	161
	$N_{90}P_{90}$	131	197
$НІР_{05}$ складала, мг CO_2/м^2×год: для факторів А, В – 7,17; D – 8,78; взаємодії АВ – 10,14; AD, BD – 12,42; комплексної взаємодії ABD – 17,56.			
2014 рік			
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	93	126
	$N_{45}P_{45}$	113	165
	$N_{90}P_{90}$	138	201
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	99	142
	$N_{45}P_{45}$	131	190
	$N_{90}P_{90}$	164	230
$НІР_{05}$ складала, мг CO_2/м^2×год: для факторів А, В – 6,92; D – 8,48; взаємодії АВ – 9,79; AD, BD – 11,99; комплексної взаємодії ABD – 16,96.			

Додаток Г

Показники якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи за вегетаційний період нуту (за даними Миколаївського регіонального управління водних ресурсів)

Показники	Середнє за вегетаційний період культури в роки досліджень		
	2012	*2013*	*2014*
pH	8,32	8,24	8,33
Сухий залишок, мг/дм^3	1658	1494	1484
Гідрокарбонати, мг/дм^3	245,1	221,13	262,30
Сульфати, мг/дм^3	508,0	473,20	454,40
Хлориди, мг/дм^3	348,41	334,21	303,10
Кальцій, мг/дм^3	143	115	100
Магній, мг/дм^3	88,16	77,98	79,05
Натрій, мг/дм^3	309,63	246,06	233,58
Калій, мг/дм^3	16,14	14,71	9,77
Залізо загальне, мг/дм^3	0,180	0,157	0,362
Цинк, мг/дм^3	0,046	0,040	0,025
Марганець, мг/дм^3	0,120	0,105	0,055
Хром (III), мг/дм^3	0,000	0,000	0,000
Нікель, мг/дм^3	0,045	0,035	0,034
Мідь, мг/дм^3	0,005	0,003	0,003
Хром (VI), мг/дм^3	0,000	0,000	0,000
Кадмій, мг/дм^3	0,000	0,000	0,000
Нафтопродукти, мг/дм^3	0,005	0,003	0,003
Цезій-137 А, пКи/л	1,80	1,70	2,49
Стронцій-90 А, пКи/л	6,90	6,80	7,01
Коефіцієнт іонного обміну	1,40	1,62	1,56
Іригаційний коефіцієнт	5,09	5,42	5,95

Додаток Д.1

Висота рослин нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, т/га

2012 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)	Фаза росту та розвитку		
			гілкування	цвітіння	повна стиглість зерна
Без зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	12,5	28,3	33,0
	$N_{45}P_{45}$		12,3	32,0	37,4
	$N_{90}P_{90}$		12,7	31,8	37,4
	Без добрив	1,0	13,7	30,8	36,3
	$N_{45}P_{45}$		12,1	34,8	41,1
	$N_{90}P_{90}$		13,0	35,3	41,8
	Без добрив	1,5	12,6	31,7	37,9
	$N_{45}P_{45}$		12,5	37,1	44,4
	$N_{90}P_{90}$		12,8	38,0	45,5
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	12,0	31,1	36,6
	$N_{45}P_{45}$		12,3	34,1	40,2
	$N_{90}P_{90}$		12,7	35,0	41,2
	Без добрив	1,0	13,0	34,0	40,3
	$N_{45}P_{45}$		13,1	36,3	43,1
	$N_{90}P_{90}$		12,8	37,2	44,2
	Без добрив	1,5	13,4	36,6	43,9
	$N_{45}P_{45}$		12,3	39,3	47,2
	$N_{90}P_{90}$		12,8	40,5	48,8
Зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	12,3	31,9	38,1
	$N_{45}P_{45}$		12,3	36,1	43,3
	$N_{90}P_{90}$		12,6	42,2	50,6
	Без добрив	1,0	12,8	34,3	41,2
	$N_{45}P_{45}$		13,0	39,5	47,5
	$N_{90}P_{90}$		13,0	45,5	55,1
	Без добрив	1,5	12,5	38,0	46,5
	$N_{45}P_{45}$		12,6	43,5	53,2
	$N_{90}P_{90}$		13,0	48,8	59,8
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	12,4	33,5	40,1
	$N_{45}P_{45}$		12,7	40,1	48,1
	$N_{90}P_{90}$		12,6	47,4	57,3
	Без добрив	1,0	12,3	35,2	42,4
	$N_{45}P_{45}$		12,7	42,4	51,5
	$N_{90}P_{90}$		12,4	48,6	59,0
	Без добрив	1,5	12,6	40,5	49,6
	$N_{45}P_{45}$		12,6	46,4	56,9
	$N_{90}P_{90}$		13,0	52,7	64,7
$НІР_{05}$, см	A, D		0,17	0,29	0,35
	B, C		0,20	0,35	0,42
	AD		0,23	0,40	0,49
	BD, CD, AB, AC		0,29	0,49	0,60
	BC		0,35	0,61	0,73
	ABD, ACD		0,41	0,70	0,85
	ABC, BCD		0,50	0,86	1,04
	ABCD		0,70	1,21	1,46

Додаток Д.2

Висота рослин нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, т/га

2013 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)	Фаза росту та розвитку		
			гілкування	цвітіння	повна стиглість зерна
Без зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	11,6	26,2	30,1
	$N_{45}P_{45}$		10,9	31,3	36,0
	$N_{90}P_{90}$		11,5	31,3	36,0
	Без добрив	1,0	11,5	29,4	33,8
	$N_{45}P_{45}$		11,2	33,3	38,4
	$N_{90}P_{90}$		11,5	34,4	39,7
	Без добрив	1,5	11,2	31,0	36,1
	$N_{45}P_{45}$		10,9	35,7	41,6
	$N_{90}P_{90}$		10,6	36,7	42,8
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	10,2	28,3	32,7
	$N_{45}P_{45}$		11,2	30,0	34,7
	$N_{90}P_{90}$		10,3	31,3	36,2
	Без добрив	1,0	10,2	32,1	37,2
	$N_{45}P_{45}$		10,8	35,9	41,6
	$N_{90}P_{90}$		11,4	37,5	43,5
	Без добрив	1,5	11,0	34,7	40,4
	$N_{45}P_{45}$		10,9	38,8	45,3
	$N_{90}P_{90}$		10,3	39,7	46,4
Зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	11,0	30,5	35,7
	$N_{45}P_{45}$		11,0	35,6	41,7
	$N_{90}P_{90}$		10,8	41,6	48,9
	Без добрив	1,0	11,0	33,3	39,4
	$N_{45}P_{45}$		10,5	38,6	45,7
	$N_{90}P_{90}$		11,3	44,3	52,5
	Без добрив	1,5	10,6	37,8	44,9
	$N_{45}P_{45}$		10,9	42,6	50,8
	$N_{90}P_{90}$		11,1	47,6	56,9
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	11,1	32,4	38,1
	$N_{45}P_{45}$		10,5	39,7	46,7
	$N_{90}P_{90}$		10,7	46,1	54,3
	Без добрив	1,0	10,4	34,9	41,4
	$N_{45}P_{45}$		11,0	41,1	48,9
	$N_{90}P_{90}$		11,0	48,0	57,2
	Без добрив	1,5	10,3	39,1	46,6
	$N_{45}P_{45}$		10,1	45,3	54,2
	$N_{90}P_{90}$		10,6	50,3	60,2
$НІР_{05}$, см	A, D		0,14	0,27	0,36
	B, C		0,18	0,33	0,44
	AD		0,20	0,38	0,51
	BD, CD, AB, AC		0,25	0,47	0,62
	BC		0,31	0,57	0,76
	ABD, ACD		0,35	0,66	0,88
	ABC, BCD		0,43	0,81	1,08
	ABCD		0,61	1,15	1,53

Додаток Д.3

Висота рослин нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, т/га

2014 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)	Фаза росту та розвитку		
			гілкування	цвітіння	повна стиглість зерна
Без зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	12,4	29,7	34,9
	$N_{45}P_{45}$		13,9	32,3	38,0
	$N_{90}P_{90}$		13,7	33,8	39,8
	Без добрив	1,0	13,2	32,4	38,3
	$N_{45}P_{45}$		12,8	35,0	41,4
	$N_{90}P_{90}$		13,4	36,0	42,6
	Без добрив	1,5	13,1	33,9	40,2
	$N_{45}P_{45}$		13,8	38,7	45,9
	$N_{90}P_{90}$		13,5	40,6	48,3
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	13,4	31,3	36,9
	$N_{45}P_{45}$		13,8	33,9	40,0
	$N_{90}P_{90}$		13,4	34,9	41,2
	Без добрив	1,0	12,6	35,1	41,8
	$N_{45}P_{45}$		12,9	36,8	43,8
	$N_{90}P_{90}$		13,7	37,9	45,3
	Без добрив	1,5	12,9	37,8	45,3
	$N_{45}P_{45}$		13,7	40,1	48,1
	$N_{90}P_{90}$		12,8	40,5	48,6
Зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	12,9	32,3	38,8
	$N_{45}P_{45}$		13,4	37,3	44,8
	$N_{90}P_{90}$		13,1	43,7	52,6
	Без добрив	1,0	12,5	35,4	42,9
	$N_{45}P_{45}$		12,9	40,0	48,6
	$N_{90}P_{90}$		12,6	46,4	56,5
	Без добрив	1,5	12,7	38,3	46,7
	$N_{45}P_{45}$		12,5	44,9	54,8
	$N_{90}P_{90}$		12,6	49,0	59,9
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	13,0	34,0	41,0
	$N_{45}P_{45}$		13,0	40,3	48,7
	$N_{90}P_{90}$		12,5	48,9	59,2
	Без добрив	1,0	13,2	36,7	45,0
	$N_{45}P_{45}$		13,2	43,2	53,0
	$N_{90}P_{90}$		13,1	49,0	60,2
	Без добрив	1,5	13,1	41,2	50,6
	$N_{45}P_{45}$		13,2	48,0	59,0
	$N_{90}P_{90}$		13,2	54,8	67,5
$НІР_{05}$, см	A, D		0,16	0,28	0,34
	B, C		0,20	0,34	0,42
	AD		0,23	0,39	0,49
	BD, CD, AB, AC		0,28	0,48	0,60
	BC		0,34	0,59	0,73
	ABD, ACD		0,40	0,68	0,84
	ABC, BCD		0,49	0,83	1,03
	ABCD		0,69	1,17	1,46

Додаток Е.1

Площа асиміляційної поверхні рослин нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, тис. м^2/га

2012 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)	Фаза росту та розвитку		
			гілкування	цвітіння	повна стиглість зерна
Без зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	3,26	15,32	9,10
	$N_{45}P_{45}$		3,59	16,91	9,83
	$N_{90}P_{90}$		3,57	17,96	10,64
	Без добрив	1,0	4,67	18,17	11,04
	$N_{45}P_{45}$		4,73	20,01	11,91
	$N_{90}P_{90}$		4,82	21,34	12,31
	Без добрив	1,5	6,41	18,58	10,96
	$N_{45}P_{45}$		6,17	20,48	12,49
	$N_{90}P_{90}$		6,97	22,11	13,09
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	3,71	15,54	9,31
	$N_{45}P_{45}$		3,81	17,28	10,30
	$N_{90}P_{90}$		3,62	18,13	10,99
	Без добрив	1,0	4,68	18,01	10,69
	$N_{45}P_{45}$		4,85	20,63	12,24
	$N_{90}P_{90}$		4,94	22,31	13,24
	Без добрив	1,5	6,15	18,88	11,00
	$N_{45}P_{45}$		6,89	21,25	12,61
	$N_{90}P_{90}$		6,34	23,11	13,80
Зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	3,64	26,52	12,07
	$N_{45}P_{45}$		3,42	32,92	14,81
	$N_{90}P_{90}$		3,33	34,83	15,80
	Без добрив	1,0	4,69	30,75	13,96
	$N_{45}P_{45}$		5,00	37,53	17,10
	$N_{90}P_{90}$		4,83	40,50	18,57
	Без добрив	1,5	6,28	33,08	15,22
	$N_{45}P_{45}$		6,31	41,28	18,70
	$N_{90}P_{90}$		6,35	43,08	19,62
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	3,46	27,02	12,43
	$N_{45}P_{45}$		3,42	33,23	15,10
	$N_{90}P_{90}$		3,39	34,68	15,78
	Без добрив	1,0	4,87	31,67	14,29
	$N_{45}P_{45}$		4,84	38,24	17,45
	$N_{90}P_{90}$		4,84	41,32	19,05
	Без добрив	1,5	6,39	32,90	14,95
	$N_{45}P_{45}$		6,47	41,79	18,86
	$N_{90}P_{90}$		6,51	43,89	20,24
$НІР_{05}$, тис. м^2/га	A, D		0,10	0,49	0,28
	B, C		0,12	0,60	0,34
	AD		0,14	0,69	0,39
	BD, CD, AB, AC		0,17	0,85	0,48
	BC		0,20	1,04	0,59
	ABD, ACD		0,24	1,20	0,68
	ABC, BCD		0,29	1,47	0,83
	ABCD		0,41	2,08	1,18

Додаток Е.2

Площа асиміляційної поверхні рослин нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, тис. м^2/га

2013 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)	Фаза росту та розвитку		
			гілкування	цвітіння	повна стиглість зерна
Без зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	3,11	13,41	7,34
	$N_{45}P_{45}$		2,78	15,34	8,51
	$N_{90}P_{90}$		2,91	16,00	8,97
	Без добрив	1,0	4,41	15,03	8,43
	$N_{45}P_{45}$		4,43	16,87	9,40
	$N_{90}P_{90}$		4,27	17,48	9,71
	Без добрив	1,5	5,86	16,26	9,11
	$N_{45}P_{45}$		6,06	17,81	9,72
	$N_{90}P_{90}$		5,48	18,10	10,26
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	2,89	13,82	7,63
	$N_{45}P_{45}$		3,02	14,72	8,15
	$N_{90}P_{90}$		2,74	15,71	8,69
	Без добрив	1,0	4,10	15,39	8,63
	$N_{45}P_{45}$		4,12	16,93	9,48
	$N_{90}P_{90}$		4,22	18,17	10,17
	Без добрив	1,5	5,74	16,80	9,33
	$N_{45}P_{45}$		5,45	18,12	10,19
	$N_{90}P_{90}$		5,36	19,82	10,97
Зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	2,91	25,06	10,07
	$N_{45}P_{45}$		3,04	29,45	11,87
	$N_{90}P_{90}$		3,10	31,38	12,23
	Без добрив	1,0	4,33	27,86	11,90
	$N_{45}P_{45}$		4,16	32,97	13,52
	$N_{90}P_{90}$		4,40	35,40	13,63
	Без добрив	1,5	5,99	31,11	12,77
	$N_{45}P_{45}$		5,99	36,17	14,54
	$N_{90}P_{90}$		6,05	38,58	15,41
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	3,12	25,89	10,71
	$N_{45}P_{45}$		3,13	29,89	12,06
	$N_{90}P_{90}$		3,13	31,92	12,79
	Без добрив	1,0	4,38	29,16	11,69
	$N_{45}P_{45}$		4,40	34,45	13,93
	$N_{90}P_{90}$		4,39	37,91	15,18
	Без добрив	1,5	5,77	31,81	12,78
	$N_{45}P_{45}$		5,79	37,38	15,01
	$N_{90}P_{90}$		5,84	39,76	15,98
$НІР_{05}$, тис. м^2/га	A, D		0,10	0,39	0,20
	B, C		0,12	0,48	0,24
	AD		0,14	0,56	0,28
	BD, CD, AB, AC		0,17	0,68	0,34
	BC		0,20	0,84	0,42
	ABD, ACD		0,23	0,96	0,49
	ABC, BCD		0,29	1,18	0,60
	ABCD		0,41	1,67	0,84

Додаток Е.3

Площа асиміляційної поверхні рослин нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, тис. м^2/га

2014 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)	Фаза росту та розвитку		
			гілкування	цвітіння	повна стиглість зерна
Без зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	3,28	15,84	9,76
	$N_{45}P_{45}$		3,28	17,84	11,04
	$N_{90}P_{90}$		3,12	19,52	12,03
	Без добрив	1,0	4,54	18,14	11,21
	$N_{45}P_{45}$		4,33	20,48	12,66
	$N_{90}P_{90}$		4,59	22,57	13,96
	Без добрив	1,5	5,69	19,11	11,82
	$N_{45}P_{45}$		5,55	21,93	13,43
	$N_{90}P_{90}$		5,53	24,10	14,86
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	3,06	16,09	9,98
	$N_{45}P_{45}$		2,87	18,09	11,27
	$N_{90}P_{90}$		3,31	19,64	12,10
	Без добрив	1,0	4,77	18,25	11,26
	$N_{45}P_{45}$		4,67	21,38	13,19
	$N_{90}P_{90}$		4,49	22,40	13,86
	Без добрив	1,5	6,00	19,10	11,73
	$N_{45}P_{45}$		5,49	22,26	13,69
	$N_{90}P_{90}$		6,08	24,49	15,08
Зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	3,14	28,82	13,69
	$N_{45}P_{45}$		3,03	35,45	16,83
	$N_{90}P_{90}$		3,24	37,50	17,80
	Без добрив	1,0	4,73	32,88	15,64
	$N_{45}P_{45}$		4,40	39,82	19,03
	$N_{90}P_{90}$		4,33	42,70	20,29
	Без добрив	1,5	5,74	35,71	16,95
	$N_{45}P_{45}$		5,73	44,16	20,96
	$N_{90}P_{90}$		5,75	47,13	22,34
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	3,09	30,36	14,45
	$N_{45}P_{45}$		3,09	36,35	17,27
	$N_{90}P_{90}$		3,08	38,71	18,44
	Без добрив	1,0	4,33	32,79	15,61
	$N_{45}P_{45}$		4,39	40,94	19,49
	$N_{90}P_{90}$		4,32	43,72	20,68
	Без добрив	1,5	5,75	36,80	17,51
	$N_{45}P_{45}$		5,82	45,06	21,35
	$N_{90}P_{90}$		5,93	47,77	22,73
$НІР_{05}$, тис. м^2/га	A, D		0,09	0,50	0,26
	B, C		0,11	0,61	0,32
	AD		0,13	0,70	0,37
	BD, CD, AB, AC		0,16	0,86	0,46
	BC		0,19	1,05	0,56
	ABD, ACD		0,22	1,21	0,65
	ABC, BCD		0,27	1,49	0,79
	ABCD		0,38	2,10	1,12

Додаток Ж

Кількість сформованих бобів на одній рослині нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, шт.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)	Роки досліджень		
			2012	2013	2014
Без зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	10,56	10,25	13,20
	$N_{45}P_{45}$		11,96	11,48	16,25
	$N_{90}P_{90}$		13,15	12,26	18,00
	Без добрив	1,0	7,99	7,35	8,60
	$N_{45}P_{45}$		8,76	8,08	9,80
	$N_{90}P_{90}$		9,58	8,74	10,95
	Без добрив	1,5	7,28	6,85	5,75
	$N_{45}P_{45}$		7,99	7,51	7,70
	$N_{90}P_{90}$		8,85	8,18	7,95
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	11,85	11,45	14,55
	$N_{45}P_{45}$		13,24	12,95	17,00
	$N_{90}P_{90}$		15,05	14,15	19,55
	Без добрив	1,0	8,63	8,10	8,90
	$N_{45}P_{45}$		9,73	9,05	10,30
	$N_{90}P_{90}$		10,84	9,76	11,35
	Без добрив	1,5	7,38	6,93	6,80
	$N_{45}P_{45}$		8,25	7,74	8,50
	$N_{90}P_{90}$		8,93	8,24	9,35
Зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	13,63	13,85	17,40
	$N_{45}P_{45}$		16,58	16,23	20,25
	$N_{90}P_{90}$		17,59	17,65	22,75
	Без добрив	1,0	9,54	9,46	9,35
	$N_{45}P_{45}$		11,36	10,91	11,90
	$N_{90}P_{90}$		12,16	12,00	13,35
	Без добрив	1,5	8,28	8,41	6,20
	$N_{45}P_{45}$		9,86	9,49	8,75
	$N_{90}P_{90}$		10,46	10,38	10,25
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	13,73	13,85	16,45
	$N_{45}P_{45}$		16,70	16,53	21,80
	$N_{90}P_{90}$		17,81	18,14	25,65
	Без добрив	1,0	9,64	9,63	9,65
	$N_{45}P_{45}$		11,49	11,13	13,40
	$N_{90}P_{90}$		12,24	12,19	15,50
	Без добрив	1,5	8,55	8,58	7,30
	$N_{45}P_{45}$		10,11	9,84	9,70
	$N_{90}P_{90}$		10,85	10,80	12,00
$НІР_{05}$, шт.	A, D		0,21	0,18	0,33
	B, C		0,26	0,22	0,41
	AD		0,30	0,26	0,47
	BD, CD, AB, AC		0,37	0,31	0,58
	BC		0,45	0,39	0,71
	ABD, ACD		0,52	0,44	0,82
	ABC, BCD		0,64	0,54	1,00
	ABCD		0,90	0,77	1,42

Додаток 3

Кількість зерен на одній рослині нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, шт.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)	Роки досліджень		
			2012	2013	2014
Без зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	13,08	11,93	13,60
	$N_{45}P_{45}$		14,51	13,06	15,45
	$N_{90}P_{90}$		15,55	13,50	16,10
	Без добрив	1,0	8,23	7,01	8,25
	$N_{45}P_{45}$		9,04	7,70	8,95
	$N_{90}P_{90}$		9,56	8,06	9,50
	Без добрив	1,5	5,86	5,20	5,20
	$N_{45}P_{45}$		6,40	5,65	6,80
	$N_{90}P_{90}$		6,91	5,91	6,65
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	13,34	12,04	13,50
	$N_{45}P_{45}$		14,31	13,09	14,60
	$N_{90}P_{90}$		15,58	13,56	16,05
	Без добрив	1,0	8,03	7,06	7,60
	$N_{45}P_{45}$		8,99	7,76	8,65
	$N_{90}P_{90}$		9,59	7,96	9,05
	Без добрив	1,5	5,78	5,09	5,80
	$N_{45}P_{45}$		6,33	5,56	6,85
	$N_{90}P_{90}$		6,64	5,70	7,40
Зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	21,31	20,56	24,35
	$N_{45}P_{45}$		25,51	23,35	27,00
	$N_{90}P_{90}$		26,30	24,76	27,55
	Без добрив	1,0	12,55	11,88	12,45
	$N_{45}P_{45}$		15,21	13,74	14,75
	$N_{90}P_{90}$		15,59	14,58	15,60
	Без добрив	1,5	8,91	8,85	7,80
	$N_{45}P_{45}$		11,09	10,10	10,35
	$N_{90}P_{90}$		11,31	10,63	11,50
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	20,96	20,50	21,90
	$N_{45}P_{45}$		25,45	23,59	27,20
	$N_{90}P_{90}$		25,96	24,91	30,50
	Без добрив	1,0	12,48	11,90	12,40
	$N_{45}P_{45}$		15,13	13,73	15,35
	$N_{90}P_{90}$		15,40	14,54	17,30
	Без добрив	1,5	9,04	8,75	8,95
	$N_{45}P_{45}$		11,05	10,18	11,05
	$N_{90}P_{90}$		11,29	10,64	12,80
$НІР_{05}$, шт.	A, D		0,30	0,23	0,29
	B, C		0,36	0,28	0,35
	AD		0,42	0,32	0,41
	BD, CD, AB, AC		0,51	0,39	0,50
	BC		0,63	0,48	0,61
	ABD, ACD		0,72	0,56	0,71
	ABC, BCD		0,89	0,68	0,87
	ABCD		1,25	0,97	1,23

Додаток И.1

Урожайність зерна нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, т/га

2012 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1,30	1,58	1,65
	$N_{45}P_{45}$	1,45	1,77	1,85
	$N_{90}P_{90}$	1,57	1,91	2,01
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1,33	1,61	1,69
	$N_{45}P_{45}$	1,48	1,82	1,90
	$N_{90}P_{90}$	1,62	1,97	2,08
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	2,16	2,50	2,66
	$N_{45}P_{45}$	2,68	3,09	3,36
	$N_{90}P_{90}$	2,84	3,29	3,57
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	2,20	2,56	2,70
	$N_{45}P_{45}$	2,73	3,18	3,42
	$N_{90}P_{90}$	2,91	3,37	3,62

$НІР_{05}$ складала, т/га: для факторів А, D – 0,044; В, С – 0,054; взаємодії AD – 0,062; BD, CD, AB, AC – 0,076; BC – 0,093; ABD, ACD – 0,107; BCD, ABC – 0,131; комплексної взаємодії ABCD – 0,185.

Додаток И.2

Урожайність зерна нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, т/га

2013 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1,13	1,31	1,38
	$N_{45}P_{45}$	1,26	1,46	1,55
	$N_{90}P_{90}$	1,32	1,53	1,61
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1,15	1,32	1,43
	$N_{45}P_{45}$	1,29	1,49	1,61
	$N_{90}P_{90}$	1,35	1,60	1,72
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	2,04	2,32	2,55
	$N_{45}P_{45}$	2,40	2,73	2,98
	$N_{90}P_{90}$	2,58	2,94	3,21
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	2,09	2,39	2,60
	$N_{45}P_{45}$	2,45	2,80	3,05
	$N_{90}P_{90}$	2,64	3,05	3,29

$НІР_{05}$ складала, т/га: для факторів А, D – 0,035; В, С – 0,043; взаємодії AD – 0,050; BD, CD, AB, AC – 0,061; BC – 0,075; ABD, ACD – 0,086; BCD, ABC – 0,106; комплексної взаємодії ABCD – 0,150.

Додаток И.3

Урожайність зерна нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, т/га

2014 рік

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1,34	1,54	1,63
	$N_{45}P_{45}$	1,52	1,82	1,92
	$N_{90}P_{90}$	1,67	1,95	2,09
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1,35	1,56	1,67
	$N_{45}P_{45}$	1,54	1,85	1,97
	$N_{90}P_{90}$	1,70	1,99	2,14
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	2,35	2,62	2,88
	$N_{45}P_{45}$	2,89	3,24	3,60
	$N_{90}P_{90}$	3,06	3,50	3,80
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	2,37	2,65	2,93
	$N_{45}P_{45}$	2,94	3,31	3,66
	$N_{90}P_{90}$	3,12	3,56	3,88

$НІР_{05}$ складала, т/га: для факторів А, D – 0,048; В, С – 0,059; взаємодії AD – 0,068; BD, CD, AB, AC – 0,083; BC – 0,102; ABD, ACD – 0,118; BCD, ABC – 0,144; комплексної взаємодії ABCD – 0,204.

Додаток К

Маса 1000 зерен нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, г

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)	Роки досліджень		
			2012	2013	2014
Без зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	234	225	238
	$N_{45}P_{45}$		242	229	242
	$N_{90}P_{90}$		245	235	245
	Без добрив	1,0	233	221	234
	$N_{45}P_{45}$		237	226	237
	$N_{90}P_{90}$		240	231	241
	Без добрив	1,5	230	216	230
	$N_{45}P_{45}$		234	221	233
	$N_{90}P_{90}$		238	226	237
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	240	230	243
	$N_{45}P_{45}$		245	234	247
	$N_{90}P_{90}$		250	239	252
	Без добрив	1,0	236	226	240
	$N_{45}P_{45}$		241	231	243
	$N_{90}P_{90}$		245	237	248
	Без добрив	1,5	232	221	236
	$N_{45}P_{45}$		237	227	240
	$N_{90}P_{90}$		240	231	244
Зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	246	238	250
	$N_{45}P_{45}$		252	242	256
	$N_{90}P_{90}$		264	248	261
	Без добрив	1,0	241	234	246
	$N_{45}P_{45}$		248	238	252
	$N_{90}P_{90}$		257	242	258
	Без добрив	1,5	238	231	244
	$N_{45}P_{45}$		245	233	248
	$N_{90}P_{90}$		252	240	254
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	251	244	259
	$N_{45}P_{45}$		257	250	264
	$N_{90}P_{90}$		265	254	269
	Без добрив	1,0	245	240	254
	$N_{45}P_{45}$		253	245	258
	$N_{90}P_{90}$		261	249	265
	Без добрив	1,5	243	235	249
	$N_{45}P_{45}$		249	241	253
	$N_{90}P_{90}$		256	245	258
$НІР_{05}$, г	A, D		1,05	0,67	1,11
	B, C		1,29	0,82	1,36
	AD		1,49	0,94	1,57
	BD, CD, AB, AC		1,82	1,15	1,92
	BC		2,23	1,41	2,35
	ABD, ACD		2,58	1,63	2,72
	ABC, BCD		3,16	2,00	3,33
	ABCD		4,47	2,83	4,71

Додаток Л

Вміст білка в зерні нуту залежно від досліджуваних факторів, % від сухої речовини

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота стояння рослин, млн/га (Фактор С)	Роки досліджень		
			2012	2013	2014
Без зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	20,17	19,32	20,89
	$N_{45}P_{45}$		23,80	23,55	23,88
	$N_{90}P_{90}$		26,61	26,67	26,36
	Без добрив	1,0	19,42	18,57	20,13
	$N_{45}P_{45}$		23,02	22,71	23,15
	$N_{90}P_{90}$		25,26	24,99	25,35
	Без добрив	1,5	17,82	16,95	18,56
	$N_{45}P_{45}$		20,78	20,44	20,98
	$N_{90}P_{90}$		23,91	23,62	24,03
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	20,74	19,94	21,39
	$N_{45}P_{45}$		24,57	24,24	24,73
	$N_{90}P_{90}$		26,96	26,98	26,74
	Без добрив	1,0	20,14	19,32	20,82
	$N_{45}P_{45}$		23,44	23,18	23,53
	$N_{90}P_{90}$		25,64	25,42	25,67
	Без добрив	1,5	18,19	17,33	18,97
	$N_{45}P_{45}$		21,16	20,87	21,30
	$N_{90}P_{90}$		24,35	24,18	24,35
Зрошення (Фактор D)					
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	21,99	21,19	22,65
	$N_{45}P_{45}$		25,50	25,30	25,51
	$N_{90}P_{90}$		28,47	28,48	28,25
	Без добрив	1,0	21,18	20,25	21,96
	$N_{45}P_{45}$		24,55	24,27	24,67
	$N_{90}P_{90}$		26,93	26,73	26,93
	Без добрив	1,5	19,45	18,63	20,13
	$N_{45}P_{45}$		22,22	21,96	22,30
	$N_{90}P_{90}$		25,61	25,36	25,67
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	22,21	21,31	22,96
	$N_{45}P_{45}$		25,72	25,48	25,76
	$N_{90}P_{90}$		28,69	28,67	28,50
	Без добрив	1,0	21,34	20,50	22,02
	$N_{45}P_{45}$		24,73	24,43	24,85
	$N_{90}P_{90}$		27,18	26,86	27,31
	Без добрив	1,5	19,61	18,70	20,38
	$N_{45}P_{45}$		22,44	22,09	22,62
	$N_{90}P_{90}$		25,70	25,49	25,73
$НІР_{05}$, %	A, D		0,18	0,17	0,19
	B, C		0,22	0,21	0,23
	AD		0,25	0,24	0,26
	BD, CD, AB, AC		0,31	0,29	0,32
	BC		0,38	0,36	0,39
	ABD, ACD		0,44	0,41	0,45
	ABC, BCD		0,53	0,50	0,56
	ABCD		0,76	0,71	0,79

Додаток М.1

Сумарне водоспоживання нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, м^3/га

2012 рік

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн. рослин/га	Сумарне водоспожи-вання, м^3/га	У тому числі, %		
				ґрунтова волога	опади	зрошу-вальна вода
Без зрошення						
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	1782	60,4	39,6	0,0
	$N_{45}P_{45}$		1887	62,6	37,4	0,0
	$N_{90}P_{90}$		1964	64,1	35,9	0,0
	Без добрив	1,0	1893	62,7	37,3	0,0
	$N_{45}P_{45}$		1936	63,6	36,4	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2026	65,2	34,8	0,0
	Без добрив	1,5	2062	65,8	34,2	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2180	67,6	32,4	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2240	68,5	31,5	0,0
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	1910	63,0	37,0	0,0
	$N_{45}P_{45}$		1973	64,2	35,8	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2002	64,8	35,2	0,0
	Без добрив	1,0	2069	65,9	34,1	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2127	66,8	33,2	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2143	67,1	32,9	0,0
	Без добрив	1,5	2099	66,4	33,6	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2166	67,4	32,6	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2247	68,6	31,4	0,0
Зрошення						
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	3103	33,8	22,7	43,5
	$N_{45}P_{45}$		3132	34,4	22,5	43,1
	$N_{90}P_{90}$		3166	35,1	22,3	42,6
	Без добрив	1,0	3195	35,7	22,1	42,2
	$N_{45}P_{45}$		3230	36,4	21,8	41,8
	$N_{90}P_{90}$		3304	37,8	21,3	40,9
	Без добрив	1,5	3348	38,6	21,1	40,3
	$N_{45}P_{45}$		3486	41,0	20,3	38,7
	$N_{90}P_{90}$		3503	41,3	20,1	38,6
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	3155	34,8	22,4	42,8
	$N_{45}P_{45}$		3233	36,4	21,8	41,8
	$N_{90}P_{90}$		3314	38,0	21,3	40,7
	Без добрив	1,0	3281	37,3	21,5	41,2
	$N_{45}P_{45}$		3359	38,8	21,0	40,2
	$N_{90}P_{90}$		3442	40,3	20,5	39,2
	Без добрив	1,5	3367	39,0	21,0	40,0
	$N_{45}P_{45}$		3484	41,0	20,2	38,8
	$N_{90}P_{90}$		3559	42,2	19,9	37,9

Додаток М.2

Сумарне водоспоживання нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, м^3/га

2013 рік

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн. рослин/га	Сумарне водоспожи-вання, м^3/га	У тому числі, %		
				ґрунтова волога	опади	зрошу-вальна вода
Без зрошення						
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	1642	53,5	46,5	0,0
	$N_{45}P_{45}$		1740	56,1	43,9	0,0
	$N_{90}P_{90}$		1757	56,6	43,4	0,0
	Без добрив	1,0	1819	58,0	42,0	0,0
	$N_{45}P_{45}$		1922	60,3	39,7	0,0
	$N_{90}P_{90}$		1929	60,4	39,6	0,0
	Без добрив	1,5	1883	59,5	40,5	0,0
	$N_{45}P_{45}$		1953	60,9	39,1	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2041	62,6	37,4	0,0
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	1805	57,7	42,3	0,0
	$N_{45}P_{45}$		1921	60,3	39,7	0,0
	$N_{90}P_{90}$		1941	60,7	39,3	0,0
	Без добрив	1,0	1985	61,6	38,4	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2081	63,3	36,7	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2111	63,9	36,1	0,0
	Без добрив	1,5	2076	63,2	36,8	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2173	64,9	35,1	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2229	65,8	34,2	0,0
Зрошення						
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	3014	28,2	25,3	46,5
	$N_{45}P_{45}$		3107	30,4	24,5	45,1
	$N_{90}P_{90}$		3182	32,0	24,0	44,0
	Без добрив	1,0	3108	30,4	24,6	45,0
	$N_{45}P_{45}$		3174	31,8	24,1	44,1
	$N_{90}P_{90}$		3261	33,7	23,4	42,9
	Без добрив	1,5	3196	32,3	23,9	43,8
	$N_{45}P_{45}$		3272	33,9	23,3	42,8
	$N_{90}P_{90}$		3338	35,2	22,9	41,9
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	3159	31,5	24,2	44,3
	$N_{45}P_{45}$		3280	34,0	23,3	42,7
	$N_{90}P_{90}$		3370	35,8	22,7	41,5
	Без добрив	1,0	3282	34,1	23,2	42,7
	$N_{45}P_{45}$		3378	36,0	22,6	41,4
	$N_{90}P_{90}$		3464	37,6	22,0	40,4
	Без добрив	1,5	3401	36,4	22,4	41,2
	$N_{45}P_{45}$		3549	39,1	21,5	39,4
	$N_{90}P_{90}$		3555	39,1	21,5	39,4

Додаток М.3

Сумарне водоспоживання нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, м^3/га

2014 рік

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн. рослин/га	Сумарне водоспожи-вання, м^3/га	У тому числі, %		
				ґрунтова волога	опади	зрошу-вальна вода
Без зрошення						
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	1982	52,8	47,2	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2062	54,6	45,4	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2104	55,5	44,5	0,0
	Без добрив	1,0	2136	56,2	43,8	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2216	57,7	42,3	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2251	58,4	41,6	0,0
	Без добрив	1,5	2169	56,8	43,2	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2281	58,9	41,1	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2362	60,3	39,7	0,0
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	2093	55,3	44,7	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2204	57,5	42,5	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2278	58,9	41,1	0,0
	Без добрив	1,0	2219	57,8	42,2	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2246	58,3	41,7	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2341	60,0	40,0	0,0
	Без добрив	1,5	2318	59,6	40,4	0,0
	$N_{45}P_{45}$		2366	60,4	39,6	0,0
	$N_{90}P_{90}$		2446	61,7	38,3	0,0
Зрошення						
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,5	3062	33,0	34,4	32,6
	$N_{45}P_{45}$		3138	34,6	33,5	31,9
	$N_{90}P_{90}$		3201	35,9	32,9	31,2
	Без добрив	1,0	3162	35,1	33,3	31,6
	$N_{45}P_{45}$		3209	36,0	32,8	31,2
	$N_{90}P_{90}$		3293	37,6	32,0	30,4
	Без добрив	1,5	3271	37,2	32,2	30,6
	$N_{45}P_{45}$		3320	38,2	31,7	30,1
	$N_{90}P_{90}$		3362	38,9	31,3	29,7
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,5	3186	35,6	33,0	31,4
	$N_{45}P_{45}$		3306	37,9	31,9	30,2
	$N_{90}P_{90}$		3467	40,8	30,4	28,8
	Без добрив	1,0	3359	38,9	31,3	29,8
	$N_{45}P_{45}$		3411	39,8	30,9	29,3
	$N_{90}P_{90}$		3508	41,5	30,0	28,5
	Без добрив	1,5	3408	39,8	30,9	29,3
	$N_{45}P_{45}$		3541	42,0	29,7	28,3
	$N_{90}P_{90}$		3578	42,6	29,4	28,0

Додаток Н.1

Коефіцієнт водоспоживання нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, м^3/т

2012 рік

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1371	1198	1250
	$N_{45}P_{45}$	1302	1094	1178
	$N_{90}P_{90}$	1251	1061	1114
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1436	1285	1242
	$N_{45}P_{45}$	1333	1168	1140
	$N_{90}P_{90}$	1236	1088	1080
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1436	1278	1259
	$N_{45}P_{45}$	1169	1045	1038
	$N_{90}P_{90}$	1115	1004	981
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1434	1281	1247
	$N_{45}P_{45}$	1184	1056	1019
	$N_{90}P_{90}$	1139	1021	983

Додаток Н.2

Коефіцієнт водоспоживання нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, м^3/т

2013 рік

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1449	1388	1365
	$N_{45}P_{45}$	1384	1316	1260
	$N_{90}P_{90}$	1327	1261	1267
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1566	1504	1452
	$N_{45}P_{45}$	1494	1399	1351
	$N_{90}P_{90}$	1437	1320	1296
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1478	1340	1253
	$N_{45}P_{45}$	1295	1163	1098
	$N_{90}P_{90}$	1233	1109	1040
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1511	1373	1308
	$N_{45}P_{45}$	1339	1207	1164
	$N_{90}P_{90}$	1277	1136	1080

Додаток Н.3

Коефіцієнт водоспоживання нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, м^3/т

2014 рік

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1479	1387	1330
	$N_{45}P_{45}$	1357	1218	1188
	$N_{90}P_{90}$	1260	1154	1130
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1550	1422	1388
	$N_{45}P_{45}$	1431	1214	1201
	$N_{90}P_{90}$	1340	1176	1143
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1303	1207	1136
	$N_{45}P_{45}$	1086	991	922
	$N_{90}P_{90}$	1046	941	885
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1344	1268	1163
	$N_{45}P_{45}$	1124	1031	968
	$N_{90}P_{90}$	1111	985	922

Додаток О

Окупність одного кілограма діючої речовини мінеральних добрив приростом урожайності зерна нуту, кг

Рік досліджень	Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
			0,5	1,0	1,5
2012	Без зрошення				
	Полицевий на глибину 20-22 см	$N_{45}P_{45}$	1,67	2,11	2,22
		$N_{90}P_{90}$	1,50	1,83	2,00
	Полицевий на глибину 28-30 см	$N_{45}P_{45}$	1,67	2,33	2,33
		$N_{90}P_{90}$	1,61	2,00	2,17
	Зрошення				
	Полицевий на глибину 20-22 см	$N_{45}P_{45}$	5,78	6,56	7,78
		$N_{90}P_{90}$	3,78	4,39	5,06
	Полицевий на глибину 28-30 см	$N_{45}P_{45}$	5,89	6,89	8,00
		$N_{90}P_{90}$	3,94	4,50	5,11
2013	Без зрошення				
	Полицевий на глибину 20-22 см	$N_{45}P_{45}$	1,38	1,67	1,89
		$N_{90}P_{90}$	1,06	1,22	1,29
	Полицевий на глибину 28-30 см	$N_{45}P_{45}$	1,48	1,86	1,99
		$N_{90}P_{90}$	1,10	1,56	1,61
	Зрошення				
	Полицевий на глибину 20-22 см	$N_{45}P_{45}$	4,00	4,56	4,78
		$N_{90}P_{90}$	3,00	3,44	3,67
	Полицевий на глибину 28-30 см	$N_{45}P_{45}$	4,00	4,56	5,00
		$N_{90}P_{90}$	3,06	3,67	3,83
2014	Без зрошення				
	Полицевий на глибину 20-22 см	$N_{45}P_{45}$	2,00	3,11	3,22
		$N_{90}P_{90}$	1,83	2,28	2,56
	Полицевий на глибину 28-30 см	$N_{45}P_{45}$	2,11	3,22	3,33
		$N_{90}P_{90}$	1,94	2,39	2,61
	Зрошення				
	Полицевий на глибину 20-22 см	$N_{45}P_{45}$	6,00	6,89	8,00
		$N_{90}P_{90}$	3,94	4,89	5,11
	Полицевий на глибину 28-30 см	$N_{45}P_{45}$	6,33	7,33	8,11
		$N_{90}P_{90}$	4,17	5,06	5,28

Додаток П

Окупність одного м^3 поливної води приростом урожайності зерна нуту, кг

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
2012 рік				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,57	0,61	0,67
	$N_{45}P_{45}$	0,82	0,88	1,01
	$N_{90}P_{90}$	0,85	0,92	1,04
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,58	0,63	0,67
	$N_{45}P_{45}$	0,83	0,91	1,01
	$N_{90}P_{90}$	0,86	0,93	1,03
2013 рік				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,60	0,67	0,78
	$N_{45}P_{45}$	0,76	0,85	0,95
	$N_{90}P_{90}$	0,84	0,94	1,07
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,63	0,71	0,78
	$N_{45}P_{45}$	0,78	0,87	0,96
	$N_{90}P_{90}$	0,86	0,97	1,05
2014 рік				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,67	0,72	0,83
	$N_{45}P_{45}$	0,91	0,95	1,12
	$N_{90}P_{90}$	0,93	1,03	1,14
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,68	0,73	0,84
	$N_{45}P_{45}$	0,93	0,97	1,13
	$N_{90}P_{90}$	0,95	1,05	1,16

Додаток Р

Вартість урожаю зерна з 1 га нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування, грн.

Середнє за 2012-2014 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота стояння рослин, млн/га		
		0,5	1,0	1,5
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	10710	12580	13175
	$N_{45}P_{45}$	11985	14280	15045
	$N_{90}P_{90}$	12920	15300	16150
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	10880	12750	13600
	$N_{45}P_{45}$	12240	14620	15555
	$N_{90}P_{90}$	13260	15725	16830
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	18530	21080	22950
	$N_{45}P_{45}$	22610	25670	28135
	$N_{90}P_{90}$	24055	27540	30005
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	18870	21505	23290
	$N_{45}P_{45}$	23035	26350	28730
	$N_{90}P_{90}$	24565	28305	30600

Додаток С.1

ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі Лавренко Наталії Миколаївни на тему «Урожайність та якість зерна нуту залежно від технологічних прийомів вирощування за різних умов зволоження»

Назва впроваджуваної пропозиції	Місце та об'єм впровадження	Шляхи впровадження	Результати впровадження
Технологія вирощування нуту в умовах Південного Степу України	СК «Радянська земля» Білозерського району Херсонської області у 2013-2014 рр. на площі 10 га	Застосування при вирощуванні культури рекомендованої технології	В середньому за роки впровадження рекомендованої технології врожайність зерна нуту коливалась від 1,43 (без зрошення) до 2,62 т/га (зрошення) з рівнем рентабельності від 98 (без зрошення) до 134% (зрошення).

Директор СК «Радянська земля» _____ О.П. Максимов

Головний бухгалтер _____ О.С. Комягіна

Науково-виробнича фірма
«Дріада, Лтд»
Товариство з обмеженою відповідальністю

Додаток С.2

ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі Лавренко Наталії Миколаївни на тему «Урожайність та якість зерна нуту залежно від технологічних прийомів вирощування за різних умов зволоження»

Назва впроваджуваної пропозиції: Технологія вирощування нуту в умовах Південного Степу України.

Місце та об'єм впровадження: ТОВ НВФ «Дріада, ЛТД» Генічеського району Херсонської області у 2013 році на площі 10 га.

Шляхи впровадження: Удосконалення технології вирощування нуту шляхом внесення мінеральних добрив в дозі $N_{45}P_{45}$, виконання полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 та формування загущення рослин 1,0 млн/га.

Результати впровадження: При впровадженні рекомендованої технології врожайність зерна нуту в умовах зрошення склала 2,69 т/га, чистий прибуток – 15230 грн/га

Директор ТОВ НВФ «Дріада, ЛТД»,
к.с.-г.н., с.н.с. _____ О.Д. Жужа

Головний бухгалтер _____ Л.А. Шапраненко

73006, м. Херсон, вул. Р. Люксембург, 23, тел. (0552) 41-58-41, факс 41-94-52
Р/р 26002229434 в ХОД «Райффайзен Банк Аваль», МФО 380805, ОКПО 22748650
ІПН 227486521030, номер свідоцтва 200087268. E-mail: driada_2005@ukr.net

Додаток С.3

ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі Лавренко Наталії Миколаївни на тему «Урожайність та якість зерна нуту залежно від технологічних прийомів вирощування за різних умов зволоження»

Назва впроваджуваної пропозиції	Місце та об'єм впровадження	Шляхи впровадження	Результати впровадження
Технологія вирощування нуту за різних умов зволоження в умовах Південного Степу України	ФГ «Велес-2010» Новотроїцького району Херсонської області у 2014 році на площі 3 га	Проведення виробничих дослідів на полях господарства	При впровадженні рекомендованої технології врожайність зерна нуту в умовах без зрошення склала 1,71 т/га з рівнем рентабельності 98,6%, при зрошенні – 2,96 т/га і 147,1% відповідно.

Голова ФГ «Велес-2010» _____ В.В. Острогляд

Головний бухгалтер _____ Н.І. Фикса

Додаток С.4

ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі Лавренко Наталії Миколаївни на тему «Урожайність та якість зерна нуту залежно від технологічних прийомів вирощування за різних умов зволоження»

Назва впроваджуваної пропозиції	Місце та об'єм впровадження	Шляхи впровадження	Результати впровадження
Технологія вирощування нуту за різних умов зволоження в умовах Південного Степу України	ПОСП «Агрофірма МИР» Новотроїцького району Херсонської області у 2014 році на площі 10 га	Проведення виробничих дослідів на полях господарства	Врожайність зерна нуту без зрошення склала 1,64 т/га, чистий прибуток 6120 грн/га. На зрошуваних землях запропонована технологія забезпечила врожай зерна 2,74 т/га, рівень рентабельності 142%.

Директор ПОСП «Агрофірма МИР» _____ І.І. Доценко

Головний бухгалтер _____ С.І. Колбасюк

Додаток С.5

ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі Лавренко Наталії Миколаївни на тему «Урожайність та якість зерна нуту залежно від технологічних прийомів вирощування за різних умов зволоження»

Назва впроваджуваної пропозиції	Місце та об'єм впровадження	Шляхи впровадження	Результати впровадження
Технологія вирощування нуту в умовах Південного Степу України	Державне підприємство «Дослідне господарство «Клепінінська експериментальна база» Інституту сільського господарства Криму Національної академії аграрних наук України, 2014 рік, площа 7,4 га, АР Крим	Застосування при вирощуванні культури рекомендованої технології. Постановка виробничих дослідів на полях господарства	1. В незрошуваних умовах: урожайність склала 1,70 т/га, чистий прибуток - 7867 грн/га, рівень рентабельності - 104%. 2. При зрошенні: урожайність - 3,07 т/га, чистий прибуток - 14175 грн/га, рівень рентабельності - 153%.

В.о. директора ДП «ДГ» КЕБ "ІСГК НААНУ" В.С. Паштецький

Головний бухгалтер Т.А. Анженко

Додаток С.6

ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі Лавренко Наталії Миколаївни на тему «Урожайність та якість зерна нуту залежно від технологічних прийомів вирощування за різних умов зволоження»

Назва впроваджуваної пропозиції	Місце та об'єм впровадження	Шляхи впровадження	Результати впровадження
Технологія вирощування нуту в умовах Південного Степу України	ФГ «Восток» Білозерського району Херсонської області у 2014 році на площі 2 га	Застосування при вирощуванні культури рекомендованої технології	Впроваджена технологія вирощування зерна нуту забезпечила врожайність в умовах без зрошення 1,30 т/га, рівень рентабельності 103%.

Голова ФГ «Восток» _____ Д.О. Максимов

Головний бухгалтер _____ Є.І. Школьна

Додаток С.7

ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі Лавренко Наталії Миколаївни на тему «Урожайність та якість зерна нуту залежно від технологічних прийомів вирощування за різних умов зволоження»

Назва впроваджуваної пропозиції	Місце та об'єм впровадження	Шляхи впровадження	Результати впровадження
Технологія вирощування нуту в умовах Південного Степу України	ФГ «Роксолана» Білозерського району Херсонської області у 2014 році на площі 2 га	Застосування при вирощуванні культури рекомендованої технології	При вирощуванні за рекомендованої технологією урожайність зерна нуту склала від 1,31 (без зрошення) до 2,57 т/га (зрошення) з собівартістю від 3420 (без зрошення) до 4111 грн/т (зрошення).

Голова ФГ «Роксолана» _____ М.В. Максимов

Головний бухгалтер _____ Є.І. Школьна

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абдуллаев К.К. Влияние способов посева на урожайность нута в чистых и смешанных агроценозах в условиях степной зоны Казахстана / К.К.Абдуллаев, К.Е. Конопьянов, С.К.Абеуов // Кормопроизводство.- 2008.- №5. - С. 7-8.
2. Агрокультура «Растениеводство» / Экология / [Електронний ресурс]. - Режим доступу до журн. http://milservice.ru/r/1931.html. – С. 16.
3. Адамень Ф.Ф. Изучение эффективности нитрагинизации различных сортов нута / Ф.Ф. Адамень, Е.Л. Щигорцова // Сельскохозяйственное производство в Южной Степи – проблемы и перспективы: Труды КИАПП – Симферополь, 2004. – С. 68-70.
4. Адьяев С.Б. Совершенствование технологии возделывания нута в рисовых севооборотах Калмыкии: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.09 - Растениеводство / Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова / Адьяев Санал Борисович. - Саратов, 2005. – 160 с.
5. Акинербем Ф. Практики о выращивании нута / Ф. Акинербем // Зерно. - 2011. - № 2. - С. 60-64.
6. Александров Ю.А. Формирование агрофитоценозов зернобобовых культур в условиях лесостепи Среднего Поволжья: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.09 – Растениеводство / Самарская государственная сельскохозяйственная академия / Александров Юрий Алексеевич. - Кинель, 2009. – 189 с.
7. Алексєєнко Н.В. Підвищення стійкості рослин нуту проти кореневої гнилі під впливом штамів Bacillus sp. 01-1 Bacillus sp. 12501 / Н.В. Алексєєнко // Карантин і захист рослий. - 2010. - №2. - С 22-23.
8. Анализ хозяйственной деятельности в промышленности: учебник / [Л.А. Богдановская, Г.Г. Виногоров, О.Ф. Мигун и др.]; под общ. ред. В.И. Стражева. - Минск: Высшая школа, 1995. - 363 с.

9. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств: Підручник. – [2-ге вид., доп. і перероблене] / В.Г. Андрійчук. - К.: КНЕУ, 2002. - 624 с.
10. Аникеева Н.В. Характеристика источников получения белковых препаратов для пищевой промышленности / Н.В. Аникеева // Хранение и переработка зерна. - 2009.- №8 (122). - С. 26-29.
11. Антипов-Каратаев И.Н. К мелиоративной оценке поливной воды, имеющей щелочную реакцию / И.Н. Антипов-Каратаев, Г.М. Кадер // Почвоведение. - 1961. - № 3. - С. 60-65.
12. Антонов Б.И. О Киотском протоколе и не только о нем / Б.И. Антонов, И.С. Пронин, С.И. Пронин // Приложение к журн. «Безопасность жизнедеятельности». - 2005. - №2. - С. 12-24.
13. Архипенко Ф.М. Нут - цінна зернобобова культура / Ф.М. Архипенко // Дім, сад, город. - 2008.- С. 8-9.
14. Ахундова В.А. Биологические особенности бутонизации и цветения бобов нута в связи с плодообразованием / В.А. Ахундова, Е.В. Туркова // Вестник МГУ. Биология. – 1991. - №1. - С. 54-59.
15. Бабич А.О. Зернобобові культури / А.О. Бабич. - К.: Урожай, 1984. - С. 122-140.
16. Бабич А.О. Проблема білка і вирощування зернобобових на корм / А.О. Бабич [3-е изд., доп. и перераб.].- К.: Урожай, 1993.-15 с.
17. Бадина Г.В. Зернобобовые культуры и метеорологические условия / Г.В. Бадина, Э.А. Барашкова // Зерновое хозяйство. – 1976. - №12. - С. 26-28.
18. Базилевич Н. И. Опыт классификации почв по содержанию токсичных солей и ионов / Н.И. Базилевич, Е.И. Панкова // Бюллетень почвенного института им. В.В.Докучаева «Генезис и мелиорация орошаемых почв». – М., 1972. – Вып. 4. – С. 36-40.
19. Балашов А.В. Влияние сорта, сроков и доз внесения гербицидов на урожай и качество зерна нута в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.09 –

Растениеводство / Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия / Балашов Андрей Васильевич. - Волгоград, 2000. – 153 с.

20. Балашов А.В. Особенности селекции, семеноводства и технологии возделывания сортов нута, адаптированных к засушливым условиям Нижнего Поволжья: дис. ... доктора с.-х. наук: 06.01.01 - Общее земледелие / Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия / Балашов Андрей Васильевич. - Волгоград, 2011. – 414 с.
21. Балашов В.В. Агротехнологии и научное обеспечение интенсификации земледелия на современном этапе / В.В. Балашов, М.А. Хабаров. - М., 2005. - С. 209-208.
22. Балашов В.В. Биологические особенности и технология возделывания нута в Волгоградской области / В.В. Балашов, М.А. Хабаров // Вестник АПК Волгоградской области. - Волгоград, 2003. - С. 5-23.
23. Балашов В.В. Нут - зерно здоровья: [Учеб.-практ. пособие] / В.В. Балашов, А.В. Балашов, И.Т. Патрин. - Волгоград: Перемена, 2002. - 3-10 с.
24. Балашов В.В. Особенности формирования урожая семян нута на каштановых почвах при разных способах и нормах посева / В.В. Балашов // Вопросы семеноводства и селекции орошаемых сельскохозяйственных культур: Сб. науч. тр.- Волгоград, 2001. - С. 114-118.
25. Балашова Н.Н. Мировые тенденции производства и потребления нута / Н.Н. Балашова // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 8. – С. 5-8.
26. Берлянд С.С. Растениеводство / С.С. Берлянд, Б.Д. Крючев. - М.: Колос, 1967. – 655 с.
27. Биологизация агротехнологии выращивания нута: рекомендации по эффективному применению микробных препаратов / [С.В. Дидович, Н.З. Толкачёв, Т.Н. Мельничук и др.]. – Симферополь: ЧП Еремина В.Г., 2010. – 36 с.
28. Бідзюра І.П. Економіка аграрного виробництва столичного регіону

України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. економ. наук: спец. 08.07.02 - Економіка сільського господарства і АПК / Інститут аграрної економіки Української академії аграрних наук / І.П. Бідзюра. - К., 1999. – 20 с.

29. Богдан П.И. Полевые культуры Крыма / П.И. Богдан, И.В. Якушкин. – Симферополь: Крымиздат, 1949. – 397 с.
30. Боднар Г.В. Зернобобовые культуры / Г.В. Боднар. - М.: Колос, 1977. - 256 с.
31. Бодягин Я.М. Совершенствование технологии возделывания нута в условиях Хакасии: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.12 - Кормопроизводство и луговодство / ГНУ научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии / Бодягин Яков Михайлович. - Абакан, 2004. – 139 с.
32. Будыко М.И. Проблема углекислого газа / М.И. Будыко. - СПб.: Гидрометеоиздат, 1997. - 60 с.
33. Бушулян О. Вирощуємо нут за дефіциту вологи / О. Бушулян // Agroexpert: практичний посібник аграрія. - 2011. - № 12. - С. 30-33.
34. Бушулян О. Нут - зернобобова культура для Півдня / О. Бушулян // Farmer. - 2010. - № 4. -С. 66-68.
35. Бушулян О. Нут как новый козырь севооборота / О. Бушулян, В. Сичкарь // Зерно. - 2011. - №2. - С. 54-58.
36. Бушулян О.В. Нут на юге Украины: состояние и перспективы / О.В. Бушулян // Вісник аграрної науки Причорномор’я. - Миколаїв: Миколаївська ДАА, 2003.- Т.2. - №3 (специальный выпуск). - С. 115-119.
37. Бушулян О.В. Нут у сівозміні / О.В. Бушулян, В.І. Січкар // Насінництво. - 2011. - № 12. - С. 13-15.
38. Бушулян О.В. Перспективна культура для півдня України / О.В. Бушулян // Хімія. Агрономія. Сервіс. - №6. – 2010. – С. 52-58.
39. Буянин В.И. Для нута засуха – не проблема / В.И. Буянин, В.С. Кучеров // Земледелие. – 1990. – №10. – С. 62.

40. В Украине производители повысили цены на минудобрения [Електронний ресурс] // Зерно Он-Лайн. – 2014. - Режим доступу до журн. http://www.zol.ru/z-news/showlinks.php?id=105072#
41. Вавилов Н.И. Полевые культуры Юго-востока / Н.И. Вавилов. - Петроград, 1922. - 228 с.
42. Васильев И.В. Ресурсосберегающие технологии возделывания нута на черноземах южных Оренбургского Предуралья: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.01 - Общее земледелие / Оренбургский государственный аграрный университет / Васильев Игорь Владимирович. - Оренбург, 2006. – 189 с.
43. Гейд О.П. Еколого-економічні проблеми аграрного виробництва в регіоні та напрями їх вирішення / О.П. Гейд // Ефективна економіка: Електронне наукове фахове видання. – 2011. – Режим доступу до журн.: www.economy.nayka.com.ua.
44. Германцева Н. Совершенствование технологии возделывания нута на каштановых почвах Заволжья / Н. Германцева, А. Филатов // Пути интенсификации использования земель в Поволжье. – Саратов, 1980. – С. 55-59.
45. Германцева Н.И. Биологические особенности, селекция и семеноводство нута в засушливом Поволжье: дис. ... доктора с.-х. наук: 06.01.05, 06.01.09 - Селекция и семеноводство / Российская академия сельскохозяйственных наук / Германцева Надежда Ивановна. - Пенза, 2001. – 350 с.
46. Германцева Н.И. Действие и последействие гербицидов на засоренность посевов и урожайность нута в засушливом Заволжье // Зерновое хозяйство. - 2005.- №8. - С. 31-32.
47. Германцева Н.И. Новый сорт нута Заволжский и технология его возделывания / Н.И. Германцева, А.Н. Филатов, Г.В. Калинина, Т.В. Селезнева // Зерновое хозяйство. – 2002. - №4. - С. 9-11.
48. Германцева Н.И. Организация семеноводства и производства нута /

Н.И. Германцева // Зернобобовые культуры. – 1989. – №3. – С. 24-26.

49. Германцева Н.И. Селекция нута на высокую продуктивность и адаптивность к условиям Поволжья / Н.И. Германцева, А.Н. Филатов // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. - № 20 (32). – Серія «Сільськогосподарські науки». – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2002. – С. 71-76.
50. Гоголев И.Н. Изменение свойств южных черноземов и темно-каштановых почв Украины под влиянием орошения и пути повышения плодородия орошаемых земель / И.Н. Гоголев, С.Д. Лысогоров, Л.П. Кравчик, Г.С. Сухорукова, С.П. Позняк // Тез. Всес. сов. «Совершенствование методов оценки засоленных почв, прогнозирование и предупреждение вторичного засоления». – М., 1972. - С. 4-5.
51. Горох Нут – еда бедняков и фараонов // Нива: Всеукраїнський щомісячний аграрний журнал. - №11 (130). – 2011. – С. 38-42.
52. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. – Введ. 01.01.86. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 7 с.
53. ГОСТ 26424-85 – ГОСТ 26428-85. Почвы. Методы определения катионно-анионного состава водной вытяжки. – Введ. 01.01.86. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 39 с.
54. Демирчян К.С. Глобальный круговорот углерода и климат / К.С. Демирчян, К.Я. Кондратьев // Известия РГО. - 2004. - Т. 136. - Вып. 1. - С. 16-24.
55. Демченко Н.И. Влияние способов посева, норм высева и гербицида на урожайность и качество семян нута и сои в степи ЦЧР: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.09 - Растениеводство / Воронежский аграрный университет им. К.Д. Глинки / Демченко Николай Иванович. - Воронеж, 2004. – 220 с.
56. Дідович С.В. Ефективність нітрагінізації нуту / С.В. Дідович, М.З. Толкачов, Е.А. Шабанов, О.Л. Щігорцова // Агроекологічний

журнал. – 2005. – № 2. – С. 48-51.

57. Дідович С.В. Підвищення продуктивності нуту шляхом нітранізації насіння / С.В. Дідович // Научные труды Крымского государственного агротехнологического университета. - Сімферополь, 2005. - №91. – С. 25-31.
58. Дідович С.В. Підвищення урожайності нуту шляхом симбіотрофного живлення азотом в умовах суходолу / С.В. Дідович // Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування. – К., 2008. - С. 331-337.
59. Долгов И.С. Исследования подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений / И.С. Долгов. - М.: Изд-во АН СССР, 1948. - 207 с.
60. Долгов Р.И. Влияние минеральных удобрений и инокуляции семян на симбиотическую активность и урожайность нута / Р.И. Долгов // Земледелие. - №2. - 2007. - С. 32.
61. Долгов Р.И. Влияние способов основной обработки почвы и гербицидов на агрофитоценоз и урожайность нута в условиях зоны неустойчивого увлажнения: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.01 - Общее земледелие / Ставропольский государственный аграрный университет / Долгов Роман Иванович. - Ставрополь, 2007. – 149 с.
62. Долгов Р.И. Знакомьтесь: нут / Р.И. Долгов // Агробизнес-Украина. - 2007. - №6. - С. 48-51.
63. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов [5-е изд., доп. и перераб.]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
64. Доспехов Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.Н. Васильев, А.М. Тулков [2-е зд., перераб. доп.]. – М.: Агропромздат, 1987. – С. 87-88.
65. Драганчук М. Нут: агротехника выращивания / М. Драганчук // Фермерське господарство. - 2011. - №35 (547). - С. 18.
66. ДСТУ 4114-2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію

за модифікованим методом Мачигіна. – Введ. 01.01.03. – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. – 6 с.

67. Дюсенбеков З.Д. Сравнительная продуктивность гороха и нута в условиях северного Прииртышья / З.Д. Дюсенбеков. - Алма-Ата, 1968. - С. 68-72.
68. Економіка сільського господарства: [навчальний посібник] / [Збарський В.К., Мацибора В.І., Чалий А.А. та ін.]; За ред. В.К. Збарського і В.І. Мацибори. - К.: Каравела, 2009. - 264 с.
69. Економічна енциклопедія: У трьох томах. Т. 2. / С.В. Мочерний (відп. ред.) та ін. – К.: Видавничий центр «Академія», 2000. – 864 с.
70. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: [методичні рекомендації]. - К.: Нора-прінт, 2001. - 60 с.
71. Енкен В.Б. Нут как кормовая культура / В.Б. Енкен. - М.: Сельскохозяйственная литература, 1960. - С. 359-369.
72. Заверюхін В.І. Нут на корм шлях до вирішення білкової проблеми в тваринництві та зростання ефективності зерновиробництва / В.І. Заверюхін, М.П. Малярчук. – Херсон, 2002. – 6 с.
73. Запарнюк О.Ф. Прояв господарсько-цінних ознак рослин нуту (Cicer arietinum L.) за ґрунтово-кліматичних умов Подільського краю / О.Ф. Запарнюк, В.В. Шерепітко // Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – Вип. 14 «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур». – К.: ІБКіЦБ, 2012. – С. 430-434.
74. Зерно. Методы определения массы 1000 зерен: ГОСТ 10842-89 (ИСО 520-77). – [Дата введения на Украине 1991-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с. (Міждержавний стандарт).
75. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві / А.М. Розвадовський, А.О. Бабич, В.Ф. Петриченко [та ін.]; за ред.

А.М. Розвадовського. - К.: Урожай, 1990. – С. 144-153.

76. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии / В.П. Орлов, А.П. Исаев, С.И. Лосев [и др.]; сост. В.П. Орлов. - М.: Агропромиздат, 1986. - 206 с.
77. Зернові бобові культури / за ред. Д.Ф. Лихваря. – К.: Урожай, 1964. – С. 149-160.
78. Зінченко О.І. Рослинництво / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко. – К.: Аграрна освіта, 2003. – С. 327-329.
79. Иванников С.Г. О возобновлении генеративного развития нута / С.Г. Иванников // Ученые записки КСХИ. - Вып. 14. - Кишинев: Картя Молдовеняске, 1965. - С. 103-110.
80. Ильинский А.А. Экономические и экологические аспекты реализации Киотского договора / А.А. Ильинский // ЭКО. - 2005. - №1. - С. 39-45.
81. Ионас В.А. Система удобрения сельскохозяйственных культур / В.А. Ионас. - Минск: Ураджай, 1998. - 287 с.
82. Исаев А.П. Максимально использовать достоинства зернобобовых / А.П. Исаев, А.М. Платонов // Земледелие. – 1996. - № 5. – С. 15-17.
83. Искакова Г.К. Перспективы использования сои, нута и чечевицы в производстве хлебопродуктов / Г.К. Искакова // Хранение и переработка зерна. - 2006. - № 11 (89). - С. 38-39.
84. Каплун Г. Під час посухи вирощуємо нут // Пропозиція. - 2010.- № 11. - С. 80-81.
85. Карамшук З.П. Обработка почвы, микроорганизмы и урожай / З.П. Карамшук. - Алма-Ата: Кайнар, 1979. – 104 с.
86. Картамышев Н.И. Технология возделывания нута и кормовых бобов / Н.И. Картамышев, О.Д. Балабанова, А.Я. Самохин // Аграрная наука. - 2008. - №10. - С. 20-21.
87. Картамышев Н.И. Технология возделывания нута и кормовых бобов / Н.И. Картамышев, О.Д. Балабанова, А.Я. Самохин // Агроном. - 2009.- №3 (25). - С. 182-183.

88. Качинский Н.А. Физика почв / Н.А. Качинский. - М.: Высшая школа, 1975. - 319 с.
89. Кенесарина Н.А. Особенности водного режима бобовых культур: физиология растений / Н.А. Кенесарина. - Т. 13. - Вып. 1. - 1966. - С. 63-69.
90. Клименко М.О. Основи та методологія наукових досліджень: [навчальний посібник] / М.О. Клименко, В.П. Фещенко, Н.М. Вознюк. - К.: Аграрна освіта, 2010. – 351 с.
91. Кобизєва Л.Н. Генетичні ресурси зернобобових культур в Україні: вивчення, збереження і використання в селекційних програмах / Л.Н. Кобизєва, О.М. Безугла, Л.М. Потьомкіна, Т.О. Дрепіна // Генетичні ресурси рослин. -2004. - №1. – С. 88-93.
92. Кобизєва Л.Н. Формування ознакових колекцій зернобобових культур (горох, нут, сочевиця) в НЦГРРУ / Л.Н. Кобизєва, О.М. Безугла, Л.М. Потьомкіна, Т.О. Дмітріу // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. - № 20 (32). – Серія «Сільськогосподарські науки». – Луганськ: ЛНАУ, 2002. – С. 25-31.
93. Ковда В.А. Опыт оросительных мелиораций / В.А. Ковда // В сб.: «Мелиорация почв в СССР». - М.: Наука, 1971. - С. 94-114.
94. Козленко Є.В. Вплив умов формування якості поливної води на еколого-агромеліоративний стан ґрунтів Інгулецького зрошуваного масиву: дис. ... кандидата с.-г. наук: 06.01.02 / Козленко Євгеній Володимирович. – Херсон, 2013. – 203 с.
95. Коломейченко В.В. Растениеводство: [учебник] / В.В. Коломейченко. – М: Агробизнесцентр, 2007. – С. 240-242.
96. Корбут Е.М. Нут - перспективная зернобобовая культура / Е.М. Корбут // Сборник научных трудов: Карагандинская гос. с.-х. опытн. станция. - Вып. 4. - Караганда, 1973. - С. 146-150.
97. Корма, комбикорма, комбинированное сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина: ГОСТ 13496.4-93. – [Дата введения

на Украине 1997-01-01]. – К.: Госстандарт Украины, 1997. – С. 31-45.

98. Корнилов А.А. Сравнительная засухоустойчивость и солевыносливость сортов гороха, нут и чины: устойчивость зернобобовых и крупяных культур к неблагоприятным факторам среды и пути ее повышения / А.А. Корнилов, И. Асалиев, Ю.А. Сысоев. - Орел, 1982. - С. 27-34.
99. Коротич А.И. Влияние способов основной обработки светло-каштановых почв на биологическую активность и токсичность пахотного слоя / А.И.Коротич // Волгогр. с.-х. ин-т: [сб. науч. тр.]. – 1985. – Т. 90. – С. 61-64.
100. Костина В.С. Водный режим растений зернобобовых культур: пути повышения плодородия почв и урожайность сельскохозяйственных культур / В.С. Костина. - Ставрополь, 1970. - С. 34-37.
101. Костік С.О. Вплив агротехнічних факторів на врожай та якість коренеплодів цукрових буряків: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата с.-г. наук: спец. 06.01.02 - Сільськогосподарські меліорації / С.О. Костік. – Херсон, 2007. – 16 с.
102. Краевский А.Н. Особенности технологии выращивания зернобобовых культур в условиях Луганской области / А.Н. Краевский, А.А. Карпенко, В.В. Шабашов // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. - № 20 (32). – Серія «Сільськогосподарські науки». – Луганськ: ЛНАУ, 2002. – С. 84-88.
103. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2001. – 382 с.
104. Кружилин А.С. Вопросы физиологической разнокачественности онтогенеза бобовых культур / А.С. Кружилин // Сб. Физиолого-биохим. особенности зернобобовых культур. - Орел, 1973. - С. 9-20.
105. Кружилин И.П. Агромелиоративная оценка влагообеспеченности территории Нижнего Поволжья / И.П. Кружилин. - Волгоград, 1976. – 48 с.
106. Кружилин И.П. Управление водным режимом почвы для получения

запланированных урожаев при орошении / И.П. Кружилин // Труды Волгоградского СХИ. - 1981. – Т. 76. - С. 17-35.

107. Крушельницька О.В. Методологія та організація наукових досліджень: [навчальний посібник] / О.В. Крушельницька. - К.: Кондор, 2009. - 206 с.
108. Кулешов Н.Н. Агрономическое семеноведение / Н.Н. Кулешов. - М.: Изд- во с.-х. лит-ры, журналов, и плакатов, 1963. - 206 с.
109. Кулініч О. Вносимо азот з бобовими / О. Кулініч // Пропозиція. – 2005. – № 5. – С. 50.
110. Куперман Ф.М. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза: морфофизиология растений / Ф.М. Куперман. - М.: Высшая школа, 1984. - 240 с.
111. Курчаева Е.Е. Актуальность использования нута на пищевые цели / Е.Е. Курчаева, В.И. Манжесов, В.В. Сторожик // Хранение и переработка зерна. - 2008. - № 6 (108). - С. 41-42.
112. Лавренко С.О. Культура нута на Украине (обзорная статья) / Ekologiya və su təsərrüfati (Экология и водное хозяйство): Elmi-texniki və istehsalat jurnalı (научно-технический и производственный журнал) / С.О. Лавренко, Н.Н. Лавренко. – №3 (iyun). – Bakı-Az: AzMİU (Баку, Азербайджан), 2013. – S. 13-17.
113. Лазер П.Н. Інструментарій і технології організації інформації у землеробстві: [навчальний посібник] / П.Н. Лазер, Є.К. Міхеєв. – Херсон: Видавництво ХДУ, 2006. – 372 с.
114. Ледовский Н.В. Агробиологические особенности и технология возделывания нута в степной зоне Южного Урала: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.09 – Растениеводство / Оренбургский аграрный государственный аграрный университет / Ледовский Николай Васильевич. - Оренбург, 2004. - 170 с.
115. Липчанская Р.А. В поисках гербицида для прополки нута / Р.А. Липчанская, А.В. Балашов, А.В. Нечаев // Защита и карантин растений. - №6. - 2007. - С. 33-35.

116. Лихочвор В.В. Зерновиробництво: [навчальний посібник] / В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриченко, П.В. Іващук; рец. Камінський В.Ф. - Львів: Українські технології, 2008. - С. 613-620.
117. Лысогоров С.Д. Практикум по орошаемому земледелию / С.Д. Лысогоров, В.А. Ушкаренко. - М.: Агропромиздат, 1985. - 128 с.
118. Магомедов Г.О. Экструдированные продукты повышенной пищевой ценности из нута / Г.О. Магомедов // Хранение и переработка сельхозсырья.- 2006.- №9. - С. 32-36.
119. Макенова С.К. Технологические приемы возделывания и использования нута в южной лесостепной зоне Омской области: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.09 – Растениеводство / Омский государственный аграрный университет / Макенова Сауле Кажаповна. - Омск, 2005. – 183 с.
120. Мак-Каллок У.С. Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности / У.С. Мак-Каллок, В. Питтс // Автоматы / Под ред. К.Э. Шеннона и Дж. Маккарти. - М.: Изд-во иностр. лит., 1956. - С. 363-384.
121. Маркелова Е.К. Практическая методика определения энергозатрат и энергоемкости производства продукции, а также потребностей в энергоресурсах / Е.К. Маркелова, А.В. Тихомиров, Р.В. Тузова, Е.Ю. Черномурова, А.И. Морозов, В.С. Горбачев. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. - 56 с.
122. Маслов Б.С. Справочник по мелиорации / Б.С. Маслов, И.В. Минаев, К.В. Губер. - М.: Росагропромиздат, 1989. - 384 с.
123. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция. Предварительные результаты. Задачи / В.В. Медведев. – Харьков: Антиква, 2002. - 428 с.
124. Медведев В.В. Плотность сложения почв. Генетический, экологический и агрономический аспект / В.В. Медведев, Т.Е. Лындина, Т.Е. Лантионова. - Харьков: Изд. «13 типография», 2004. - 244 с.
125. Медведев В.В. Структура почвы (методы, генезис, класификация,

эволюция, география, мониторинг, охрана) / В.В. Медведев. – Харьков: Изд. «13 типография», 2008. – С. 181-194.

126. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. – К.: Урожай, 1988. – 208 с.

127. Меліорація води і агроландшафтів в басейні р. Інгулець: [монографія] / В.А. Сташук, В.В. Морозов, Є.В. Козленко [та ін.]; за наук. ред.: В.А. Сташука, В.В. Морозова, М.М. Ладики. - Херсон: Айлант, 2010. - 329 с.

128. Мерзликин А.С. Проблемы рационального использования удобрений и средств химической защиты растений в сельском хозяйстве России: автореф. дисс. на соискание уч. степени доктора с.-х. наук: спец 06.01.04 - Агрохимия / Анатолий Сергеевич Мерзликин. - М.: РГЛУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2009. – 20 с.

129. Методические рекомендации по энергетической оценке систем и приемов обработки почвы. - М., 1989. - 30 с.

130. Михайленко Л.П. Формування продукційного процесу зернобобових культур під впливом погодних і технологічних факторів в північному Степу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата с-г. наук: спец. 06.01.09 - рослинництво / Л.П. Михайленко. – Дніпропетровськ, 2005. – 23 с.

131. Морозов В.В. Еколого-меліоративні умови природокористування на зрошуваних ландшафтах України: [навчальний посібник] / В.В. Морозов, Л.М. Грановська, М.Г. Поляков. - Київ-Херсон: Айлант, 2003. – С. 112-114.

132. Морозов В.В. Ландшафтні меліорації: [навчальний посібник] / В.В. Морозов. - Херсон: В-во ХДУ, 2007. - 224 с.

133. Морозов В.В. Покращення якості поливної води та еколого-меліоративного стану земель Інгулецької зрошувальної системи: [наук.-метод. рек.] / В.В. Морозов, Є.В. Козленко. - Херсон: РВ «Колос», 2012. - 27 с.

134. Морозов В.В. Шляхи покращення якості поливної води і підвищення родючості ґрунтів Інгулецької зрошувальної системи / В.В. Морозов, Є.В. Козленко, О.В. Морозов // Зрошуване землеробство. - Вип. 55. - Херсон: Айлант, 2011.- С. 30-38.

135. Муродова И.С. Продуктивность нута в зависимости от инокуляции, способов посева и норм высева семян в условиях богары Центрального Таджикистана: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.09 – Растениеводство / Таджикский аграрный университет / Муродова Икболби Саймуминовна. - Душанбе, 2006. - 108 с.

136. Наумов С.А. Минимальная обработка серых почв Нечерноземной зоны / С.А. Наумов // Вопросы обработки почвы. – М.: Колос, 1979. – С. 31-42.

137. Научно-обоснованная система земледелия Крымской области / под ред. Е.В. Николаева и др. – Симферополь: Таврида, 1987. – 336 с.

138. Научно-обоснованная система земледелия Республики Крым / под ред. Е.В. Николаева, В.П. Гордиенко. - Симферополь: Таврида, 1994. - 351 с.

139. Непран І.В. Бактеризація насіння гороху, нуту, вики ярої – елемент екологічно безпечної технології вирощування / І.В. Непран, А.М. Ніколаєнко // Аграрна наука – виробництву: Тези доповідей V державної науково-практичної конференції, м. Біла Церква, 23-25 листопада 2006 р. – Ч. 1. – Біла Церква: БДАУ, 2006. - С. 19.

140. Нечаев А.В. Влияние норм посева и гербицидов на урожайность нута в чернозёмной зоне Волгоградской области: дис. ... на соискание уч. степени кандидата с-х. наук: 06.01.09 - Растениеводство / Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия / Нечаев Алексей Валентинович. - Волгоград, 2007. – 151 с.

141. Николаев Е.В. Адаптация сроков и глубины сева нута к погодным условиям в Крыму / Е.В. Николаев, Э.А. Шабанов // Научные труды Крымского государственного агротехнологического университета. – Вып. 86. - Симферополь, 2004.- С. 215-222.

142. Николаев Е.В. Крымское полеводство: [справочное пособие] /

Е.В. Николаев Е.В., Л.Г. Назаренко, М.М. Мельников. – Симферополь: Таврида, 1998. – 375 с.

143. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений / А.А. Ничипорович. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 158 с.
144. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович, Л.Е. Строганова, С.Н. Чмара, М.П. Власова. - М.: АН СССР, 1961. - 133 с.
145. Новак О.Л. Удосконалення елементів технології вирощування буряку столового в проміжних посівах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата с.-г. наук: спец. 06.01.02 - Сільськогосподарські меліорації / О.Л. Новак. - Херсон, 2012. – 20 с.
146. Нут // Насінництво. - 2008. - №9. - С. 17.
147. О технологии выращивания нута // Фермерське господарство. - 2011. - №14 (526). - С. 17.
148. Одум Г. Энергетический базис человека и природы / Г. Одум, Э. Одум / Пер. с англ.; Под ред. А.П. Огурцова. – М.: Прогресс, 1978. – 380 с.
149. Олейник П.П. Нут и его беды / П.П. Олейник, Н. Эргашев / Сельское хозяйство Узбекистана. – 1990. - №8. - С. 38-40.
150. Определение щелочногидролизуемого азота по Корнфилду // Агрохимические методы исследования почв.- М.: Наука, 1975.- С. 98-99.
151. Остапенко А. И. Культивируемые и дикорастущие сахаропонижающие растения: [справочник] / А.И. Остапенко, А.Я. Толок, Л.А. Бойко, М.Н. Чумаченко. – Херсон: Айлант, 1999. – 131 с.
152. Павленко В.Н. Разработка технологии производства и уборки зернобобовых культур в условиях Нижнего Поволжья: дис. ... доктора с.-х. наук: 06.01.09 - Растениеводство / Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия / Павленко Владимир Николаевич. - Астрахань, 2009. – 356 с.
153. Павленко В.Н. Совершенствование технологии и технических средств возделывания и обмолота нута: дис. ... кандидата техн. наук: 05.20.01 -

Технологии и средства механизации сельского хозяйства / Павленко Владимир Николаевич. - Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия / Волгоград, 2001. – 145 с.

154. Петр И. Рост и развитие зернобобовых культур: формирование урожая основных с.-х. культур / И. Петр, пер. с чеш. З.К. Благовещенской. - М.: Колос, 1984. - С. 211-222.

155. Петрова К.В. Влияние приемов обработки почвы, удобрений на плодородие почвы и продуктивность орошаемой пашни при многолетнем выращивании трех урожаев кормовых культур в год на одной площади: автореф. дис. на соискание уч. степени кандидата с.-х. наук: спец. 06.01.02 - Сельскохозяйственные мелиорации / К.В. Петрова. – Херсон, 1987. – 24 с.

156. Петухова К.В. Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных / К.В. Петухова, В.С. Крылова, Н.Т. Емелина, И.М. Мартынов. - М.: Колос, 1977. - С. 20-28.

157. Подгорный П.И. Растениеводство: [учеб. пособие для студентов вузов] / П.И. Подгорный [2-ге вид., перероб].- М.: Госсельхозиздат, 1963. - 479 с.

158. Подгорный П.И. Растениеводство: [учеб. пособие для студентов вузов] / П.И. Подгорный. - М.: Госсельхозиздат, 1957. - С. 232-236.

159. Подольская Т.В. Водопотребление нута и технология его возделывания в рисовых чеках Калмыкии: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.02 - Мелиорация, рекультивация и охрана земель / Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова / Подольская Татьяна Викторовна. - Волгоград, 2009. – 230 с.

160. Поликарпов В.Л. Особенности технологии выращивания семян нута в южной лесостепи ЦЧР: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.09, 06.01.05 - Селекция и семеноводство / Воронежский государственный аграрный университет им. К. Д. Глинки / Поликарпов Владимир Леонидович. - Воронеж, 2003. – 134 с.

161. Поликарпова Е.В. Особенности плодоношения, урожай и разнокачественность семян нута в зависимости от норм высева и способов посева: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.09 – Растениеводство / Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки / Поликарпова Елена Владимировна. - Воронеж, 2008. – 199 с.
162. Прошкин В.А. Сравнительная эффективность минеральных удобрений на различных почвах / В.А. Прошкин, А.П. Смирнов // Агрохимия. - 1994. - № 5. - С. 35-39.
163. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ на юго-востоке Казахстана в 2011 году / [Нурпеисов И.А., Бастаубаева Ш.О., Мейирман Г.Т. и др.]. – Астана, 2011. – С. 14-15.
164. Ромащенко М.И. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення / М.И. Ромащенко, С.А. Балюк. - К.: Свіч, 2000. - 114 с.
165. Ромащенко М.І. Системи краплинного зрошення / М.І. Ромащенко. – К., 2007. – С. 12.
166. Рослинництво. Лабораторно-практичні заняття: [навч. посіб. для студ. вузів] / за ред. М.Г. Городнього [2-ге вид., перероб. і доп.]. - К.: Вища школа, 1981. - 341 с.
167. Рыбалкин П.Н. Повышение эффективности производства зерна / П.Н. Рыбалкин. - М.: Агропромиздат, 1990. - 224 с.
168. Рябухина О.П. Влияние агрохимикатов и пестицидов на урожайность и качество семян зернобобовых культур на южных черноземах Волгоградской области: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.01 - Общее земледелие / Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия / Рябухина Ольга Петровна. - Волгоград, 2011. – 170 с.
169. Ряховский А.В. Агроэкологическая оценка качества основной и побочной продукции нута / А.В. Ряховский, В.Н. Яичкин, А.И. Тукабаева // Земледелие. - №6. - 2005. - С. 28.
170. Садохин И.Ю. Нут в одновидовых и смешанных посевах степной зоны Западной Сибири / И.Ю. Садохин // Кормопроизводство. - 2008. - №7. -

С. 15-18.

171. Сельскохозяйственные мелиорации: [Учебное пособие] / под ред. С.М. Гончарова, С.М. Коробченко. - К.: Вища школа, 1985. - 382 с.
172. Сергеев С.С. Сельскохозяйственная статистика с основами социально-экономической статистики: [Учебное пособие] / С.С. Сергеев. - М.: Финансы и статистика, 1999. – 656 с.
173. Силохина Л.С. Режим орошения и технология возделывания нута при дождевании в условиях южной зоны Приамурья: дисс. на соискание уч. степени кандидата с-х наук: 06.01.02 - мелиорация, рекультивация и охрана земель / ФГОУВПО «Дальневосточный государственный аграрный университет» / Силохина Лариса Сергеевна.- Благовещенск, 2009.- 121 с.
174. Силохина Л.С. Технологические приемы возделывания и использования нута в южной зоне Амурской области / Л.С. Силохина, И.С. Алексейко // Вестник КрасГАУ. - 2009. - №7. - С. 87-91.
175. Січкар В. Технологія вирощування нуту в Україні / В. Січкар, О. Бушулян // Пропозиція. - № 10. – 2001. – С. 42-43.
176. Січкар В.І. Стан і перспективи селекції зернобобових культур в Селекційно-генетичному інституті УААН / В.І. Січкар // Зб. наук. праць Селекційно-генетичного Інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. – Одеса, 2002. – Вип. 3 (43). – С. 92-103.
177. Січкар В.І. Нут. Ботанічна характеристика, біологічні особливості, агротехніка та нові сорти / В.І. Січкар, О.В. Бушулян. – Одеса: СГІ-НАЦ НАІС, 2007. – 24 с.
178. Січкар В.І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні / В.І. Січкар // Корми і кормовиробництво: Міжвідомчий тематичний наук. зб. – Вінниця: Друк ТОВ ПЦ «Енозіс», 2004. - Вип. 53. - С. 110-115.
179. Стеченко Д.М. Методологія наукових досліджень: [підручник] /

Д.М. Стеченко, О.С. Чмир [2-е вид., перероб. і доп.]. - К.: Знання, 2007. – 320 с.

180. Столяров О.В. Влияние норм высева и способов посева на урожай и качество семян нута в степной части ЦЧР / О.В. Столяров, Н.И. Демченко // Информ. листок № 79-156-02. - Воронеж, 2002. - 3 с.
181. Столяров О.В. Влияние способов посева и норм высева на рост, развитие и урожайность нута / О.В. Столяров, В.А. Федотов, Н.И. Демченко // Кормопроизводство. - 2004. - №4. - С. 19-22.
182. Столяров О.В. Изучение качества различных сортов продовольственного нута, выращенных в условиях ЦЧР / О.В.Столяров, С.В. Калашникова // Зерновое хозяйство. - 2003. - №5. - С. 22.
183. Столяров О.В. Сортоизучение нута в лесостепи ЦЧР / О.В. Столяров // Информ. листок № 79-179-02. - Воронеж, 2002. - 2 с.
184. Ступницкий Д.Н. Формирование урожайности зернобобовых культур в Красноярской Лесостепи в зависимости от сортовых особенностей и приемов возделывания: автореф. дисс. кандидата с.-х. наук: спец. 06.01.09 - растениеводство / Д.Н. Ступницкий. – Новосибирск, 2009. – 21 с.
185. Сысоев, Ю.А. Биологические особенности нута и агротехника его возделывания в засушливой степи Ставропольского края: автореф. дис. кандидата с.-х. наук / Сысоев Ю.А. - Ставрополь, 1977. - 21 с.
186. Тадеусевич Р. Элементарное введение в технологию нейронных сетей с примерами программ / Р. Тадеусевич, Б. Боровик, Т. Гончаж, Б. Леппер / Перевод И.Д. Рудинского. - М.: Горячая линия - Телеком, 2011. – 408 с.
187. Танчик С.П. Технології виробництва продукції рослинництва [підручник] / С.П. Танчик, М.Я. Дмитришак, Д.М. Алімов, В.А. Мокрієнко, О.М. Миропольський, В.М. Гаврилюк. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2008. – С. 481-484.
188. Терешков Н.П. Сравнительная оценка продуктивности зернобобовых и фуражных культур / Н.П. Терешков // Вестник сельскохозяйственных

наук Казахстана. – 1992. - №6. - С. 32-35.

189. Тихомиров А.В. Методические рекомендации по определению энергоемкости производства продукции защищенного грунта / А.В. Тихомиров, Е.К. Маркелова, Е.Ю. Черномурова. - М.: ГНУ ВИЭСХ, 2003. - 76 с.

190. Толкачёв Н.З. Симбиотическая азотфиксация в современном земледелии Украины – проблемы и перспективы / Н.З. Толкачёв, О.Ю. Бутвина, С.В. Дидович // Тезисы Всероссийской конф. 14-19 июня 2001 г. «Сельскохозяйственная микробиология в XIX – XX веках». - Санкт-Петербург, 2001. – С. 76-77.

191. Толкачов М.З. Оптимізація симбіозу бобових рослин і бульбочкових бактерій в сучасному кормовиробництві / М.З. Толкачов // Корми і виробництво: Міжвідомчий тематичний наук. зб. – Вінниця: Тезис, 2003. – Вип. 51. – С.133-136.

192. Томмэ М.Ф. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / М.Ф. Томмэ. - М.: Колос, 1969. - 360 с.

193. Томницький А.В. Вплив систем живлення на формування продуктивності нуту в неполивних умовах півдня України / А.В. Томницький // Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України», 16-18 червня 2009. – Херсон: ІЗПР УААН, 2009. – С. 78-79.

194. Томницький А.В. Ефективність мінеральних добрив при вирощуванні нуту в умовах південного степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата с-г. наук: 06.01.04 – агрохімія / Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського» / Томницький Анатолій Валентинович. - Харків, 2012. – 20 с.

195. Топораш І. Як же впливають добавки різних сортів нуту на хлібопекарські властивості борошна / І. Топораш, О. Рибалка,

М. Червоніс, І. Сурженко // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. - 2007.- №11. - С. 17-20.

196. Тукабаева А. И. Эффективность допосевного одностороннего и совместного внесения азота и фосфора под нут на южных черноземах Оренбургского Предуралья: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.04 - Агрохимия / Оренбургский государственный аграрный университет / Тукабаева Айгулжан Исмагуловна. - Оренбург, 2006. – 134 с.
197. Туріна О. Інокуляція насіння нуту, гороху, чини, сої / О. Туріна // Тваринництво України. - 2010. - №12. - С. 40-42.
198. Умаров З.У. Возделывание нута на орошаемых землях Узбекистана / З.У. Умаров, З.К. Юлдашева // Аграрная наука. - 2005. - №2. - С. 16-17.
199. Управління якістю поливної води Інгулецької зрошувальної системи / В.В. Морозов, В.М. Нежлукченко, Є.Г. Волочнюк, Є.В. Козленко // Прогресивні методи управління водними ресурсами для сільськогосподарського виробництва та розвитку сільських територій: матеріали конференції. - Львів, 2009. - С. 52-65.
200. Ушкаренко В.А. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве: [монография] / В.А. Ушкаренко, Н.Н. Лазарев, С.П. Голобородько, С.В. Коковихин. - М.: Изд. РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – 336 с.
201. Ушкаренко В.О. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: [навчальний посібник] / В.О. Ушкаренко, В.Л. Нікішенко, С.П. Голобородько, С.В. Коковіхін. - Херсон: Айлант, 2008. – 372 с.
202. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство / В.О. Ушкаренко. - К.: Урожай, 1994.- 328 с.
203. Федорчук М.І. Науково-практичні аспекти формування високопродуктивних агровиробничих систем в умовах півдні України: Монографія / М.І. Федорчук, Ю.П. Березовський, С.О. Онищенко, С.В. Коковіхін, І.М. Мринський; за ред. професора М.І. Федорчука. –

Херсон: Айлант, 2011. – С. 110-113; 121-122.

204. Федорчук М.І. Продуктивність сортів нуту в залежності від строків посіву, фону мінерального живлення та густоти стояння рослин у незрошуваних умовах півдня України / М.І. Федорчук, О.І. Деркач // Таврійський науковий вісник: збірник наукових праць. – Херсон: Айлант, 2010. – Вип. 71. - Ч. 3. – С. 234-238.
205. Федотов В.А. Растениеводство Центрально-Черноземного региона / [В.А. Федотов, В.В. Коломейченко, Г.В. Коренев и др.]. - Воронеж, 1998. -464 с.
206. Формирование качества оросительной воды на Ингулецком массиве / А.В. Морозов, В.В. Морозов, Е.В. Козленко, Е.Г. Волочнюк, В.И. Пичура, О.П. Сафонова // Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць. – Херсон: Айлант, 2011.- Вип. 77. - Ч. 2.- С. 141-145.
207. Фронтьер для защиты нута / В.Б. Лебедев, Н.И. Стрижков, В.Н. Захаров, А.П. Силкин // Защита и карантин растений. - 2003. - №12. - С. 28.
208. Хабаров М.А. Выращивание нута в ООО АКХ «Кузнецовская» / М.А. Хабаров // Научно-агрономический журнал. - №1 (88). – Волгоград, 2011. – С. 23-28.
209. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин // Neural Networks: A Comprehensive Foundation [2-е изд.]. - М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
210. Хасанов Г. А. Влияние сроков, норм и способов посева на урожайность и качество нута в условиях Зауралья Республики Башкортостан: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.09 – Растениеводство / Башкирский государственный аграрный университет / Хасанов Гайса Ахмадуллович. - Уфа, 2004. – 184 с.
211. Хасанов Г.А. Сроки, способы посева и нормы высева нута в Зауралье Республики Башкортостан / Г.А. Хасанов, Я.Т. Суюндуков, Х.М. Сафин // Достижения науки и техники АПК. - 2009. - №3. - С. 33-35.
212. Христова Д. Нут / Д. Христова // Земледелие. - 1997. - № 1-2. – С. 12-13.
213. Царегородцев В.Г. Определение оптимального размера нейросети

обратного распространения через сопоставление средних весов синапсов / В.Г. Царегородцев // Материалы XIV Международной конференции по нейрокибернетике. - Ростов-на-Дону, 2005. - Т. 2. - С. 60-64.

214. Черномурова Е.Ю. Энергетическая оценка и повышение эффективности использования энергоресурсов при производстве продукции защищенного грунта: автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве / Е.Ю. Я. Черномурова. – М., 2004. - 20 с.

215. Шатрыкин А.А. Влияние норм, способов посева и удобрений на урожайность нута в зоне каштановых почв Волгоградской области: автореф. дисс. на соискание уч. степени кандидата с.-х. наук: 06.01.09 – Растениеводство / Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия / Шатрыкин Алексей Анатольевич. - Волгоград, 2002. -19 с.

216. Шевченко А.М. Использование технологичных сортов – реальный путь возрождения производства зернобобовых культур / А.М. Шевченко, В.М. Цымбал, Н.С. Ерохина, А.П. Трунов, В.Ю. Скитский // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. - № 20 (32). – Серія «Сільськогосподарські науки». – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2002. – С. 22-25.

217. Шишова И.Н. Возделывание нута в Амурской области / И.Н. Шишова, Л.С. Захарченко, Т.К. Клочкова // Научное обеспечение национального проекта «Развитие АПК»: матер, науч.-практ. конф. 31.01-2.02.2007 г. - Волгоград: ИПК «Нива», 2008. - С. 33-36.

218. Шорина Т.С. Мелиорация почв: учебное пособие / Т.С. Шорина; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 190 с.

219. Шьюрова Н.А. Продуктивность и симбиотическая активность нута в зависимости от приемов выращивания в степной и сухостепной зонах Саратовской области: дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.09- Растениеводство / Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова / Шьюрова Наталья Александровна. - Саратов, 2004. -

246 с.

220. Щигорцова О.Л. Вирощування бобових культур – чини, сочевиці, гороху, нуту в Криму без застосування азотних добрив / О.Л. Щигорцова // Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України», 16-18 червня 2009 р. – Херсон: ІЗПР УААН, 2009. – С. 161-163.
221. Щигорцова О.Л. Нут і чина – цінні зернобобові культури для Степової зони Криму / О.Л. Щигорцова // Зрошуване землеробство: Межвід. темат. наук. зб. – Херсон: Айлант, 2005. – Вип. 44. – С. 110-113.
222. Щигорцова О.Л. Розробка елементів технології вирощування нуту, гороху, чини і сочевиці в умовах зрошення в Центральному степу Криму: автореф. дис. на здобуття вченого ступеня кандидата с-г. наук: спец. 06.01.09 – рослинництво / О.Л. Щигорцова. – Сімферополь, 2006. – 16 с.
223. Щігорцова О.Л. Специфічність взаємодії різних сортів нуту і штамів бульбочкових бактерій виду Mesorhizobium ciceri // Агроном. - 2008.- №3. - С. 174-177.
224. Экономический анализ хозяйственной деятельности предприятий и объединений: учебник / Под ред. С.Б. Барнгольц и Г.М. Тация [3-е изд. перераб. и дополн.]. - М.: Финансы и статистика, 1986 - 407 с.
225. Эффективность применения удобрений [Електронний ресурс] // Зооинженерный факультет МСХА. - Режим доступу до журн. http://www.activestudy.info/effektivnost-primeneniya-udobrenij
226. Эшмирзаев К. Цветение и гибридизация нута на богаре Узбекистана / К. Эшмирзаев, Н. Эргашев // Труды Узбекского НИИ зерна. - Ташкент, 1978. - Вып. 15. - С. 143-148.
227. Энергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур: [Методическое пособие] / сост. Посынова Г.С., Долговоров В.Е. – М.: Изд-во МСХА, 1995. - 21 с.

228. Юзбасиев М.М. Статистический анализ тенденций и колеблемости / М.М. Юзбасиев, А.М. Манелл. - М.: Финансы и статистика, 1998. - 207 с.
229. Юлдашева З. Способы и нормы высева нута на орошаемых землях / З. Юлдашева // Аграрная наука. - 2001. - №5. - С. 10-11.
230. Якість води для зрошення. Екологічні критерії: ВНД 33-5.5-02-97.- Харків: Державний комітет України по водному господарству, 1998.- 15 с.
231. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії: ДСТУ 2730-94.- К.: Держстандарт України, 1994.- 14 с.
232. Япония может потребовать от Украины вернуть «киотские» миллионы // События - В Украине / [Електронний ресурс]. - Режим доступу до журн. http://mignews.com.ua/ru/articles/104366.html
233. Abbas H. Tillage system effects upon productivity of a dryland winter wheat–chickpea rotation in the northwest region of Iran / Abbas Hemmat, Iraj Eskandari // Soil and Tillage Research. – Vol. 78, Issue 1. - July 2004. – P. 69-81.
234. Afshin S. Identifying plant traits to increase chickpea yield in water-limited environments / Soltani Afshin, Thomas R. Sinclair // Field Crops Research. – Vol. 133. – July 2012. – P. 186-196.
235. Aujla T.S. Modifying profile water storage through tillage, herbicide, chemical evaporation retardent and straw mulch and its effect on rainfed chickpea (Cicer arientinum L.) / T.S. Aujla, S.S. Cheema // Soil and Tillage Research. – Vol. 3, Issue 2. – May 1983. – P. 159-170.
236. Barzegar A.R. Soil physical characteristics and chickpea yield responses to tillage treatments / A.R. Barzegar, M.A. Asoodar, A. Khadish, A.M. Hashemi, S.J. Herbert // Soil and Tillage Research. – Vol. 71, Issue 1. - May 2003. – P. 49-57.
237. Chen C. Spring pea, lentil and chickpea response to phosphorus fertilizer / C. Chen, G. Jackson, K. Neill, J. Miller // Fertilizer. - 2006. - №38. - P. 29-30.
238. Cortes C. Learning curves: Asymptotic values and rate of convergence / C. Cortes, L.D. Jackel, S.A. Solla, V. Vapnik, J.S. Denker // Advances in

Neural Information Processing Systems 6 (1993). - Morgan Kaufmann, 1994. - P. 327-334.

239. Cortes C. Limits on learning machine accuracy imposed by data quality / C. Cortes, L.D. Jackel, W.P. Chiang // Advances in Neural Information Processing Systems 7 (1994). - MIT Press, 1995. - P. 239-246.
240. Dalvi D.G. Effect of antitranspirants on transpiration rate, relative water contec, water safuration deficit and yield of chickpea/ D.G. Dalvi, P.R. More, K.A. Nageem// Indian J. Agronomist Sc. - 1991. - N 3. - P. 204-206.
241. Gan Y.T. Chickpea water use efficiency in relation to cropping system, cultivar, soil nitrogen and Rhizobial inoculation in semiarid environments / Y.T. Gan, T.D. Warkentin, D.J. Bing, F.C. Stevenson, C.L. McDonald // Agricultural Water Management. – Vol. 97, Issue 9. - September 2010. – P. 1375-1381.
242. Harsh N. Chilling stressed chickpea seedlings: effect of cold acclimation, calcium and abscisic acid on cryoprotective solutes and oxidative damage / Harsh Nayyar, T.S. Bains, Sanjeev Kumar // Environmental and Experimental Botany. – Vol. 54, Issue 3. - November 2005. – P. 275-285.
243. Herridge D.F. Chickpea increases soil-N fertility in cereal systems through nitrate sparing and N_2 fixation / D.F. Herridge, H. Marcellos, W.L. Felton, G.L. Turner, M.B. Peoples // Soil Biology and Biochemistry. – Vol. 27, Issues 4-5. - April-May 1995. - P. 545-551.
244. Lehmann J. A handful of carbon / J. Lehmann // Nature. - 2007. - V. 447. - P. 143-144.
245. Liefert W. Changes in Agricultural Markets in Transition Economies / W. Liefert, J. Swinnen // Agricultural Economic Report.- 2002.- №806. -36 p.
246. López-Bellido L. Chickpea response to tillage and soil residual nitrogen in a continuous rotation with wheat: I. Biomass and seed yield / L. López-Bellido, R.J. López-Bellido, J.E. Castillo, F.J. López-Bellido // Field Crops Research – Vol. 88, Issues 2-3. - 10 August 2004. – P. 191-200, 201-210.
247. Lucas S.M. A connectionist approach to text-phonemics translation using

syntactic neural networks / S.M. Lucas, R.I. Damper // Proc. RNNS/IEEE Symposium on Neuroinformatics and Neurocomputers. - Rostov-on-Don, Russia, 1992. - Vol. 1. - P. 25-36.

248. MacKay D.J.C. A practical Bayesian framework for back-propagation networks / D.J.C. MacKay // Neural Computation. - 1992. - Vol. 4. - №3. - P. 448-472.
249. Mahler R.L. Chickpeas / R.L. Mahler // Northern Idaho fertilizer guide revised. - 2005. - №2 (April). - P. 1-3.
250. Morgan J.M. Adaptation to water-deficit in chickpea breeding lines by osmoregulation: relationship to grain-yields in the field / J.M. Morgan, B. Rodriguez-Maribona, E.J. Knights // Field Crops Research. – Vol. 27, Issues 1-2. - August 1991. - P. 61-70.
251. Nezar H. Yield Potential Evaluation in Chickpea Genotypes under Late Terminal Drought in Relation to the Length of Reproductive Stage / H. Samarah Nezar, Nasri Haddad, Ahmad M. Alqudah // Ital. J. Agron.: Riv. Agron. - 2009. - Vol. 3. - P. 111-117.
252. Pacucci G. Supplementary irrigation on yield of chickpea genotypes in a Mediterranean climate / G. Pacucci, C. Troccoli, and B. Leoni // Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal Manuscript LW 04 005. - Vol. VIII. - May, 2006. - P. 1-9.
253. Patel B.D. Effect of fertilizers and weed management practices on weed control in chickpea (Cicer arietinum L.) under middle Gujarat conditions / B.D. Patel, V.J. Patel, J.B. Patel, R.B. Patel // Indian J. Crop Science. - 2006. - №1. - P. 180-183.
254. Pipie F. Tehnologia de cultura a nautului / F. Pipie // Productia vegetala Horticultura. - 1983. - 35, 10. - P. 28-30.
255. Purificación F.-G. Chickpea water use efficiency as affected by tillage in rainfed Mediterranean conditions / Fernández-García Purificación, Luis López-Bellido, Verónica Muñoz-Romero, Rafael J. López-Bellido // Agricultural Water Management. - Vol. 129, November 2013. - P. 194-199.

256. Roata M. Thehnologia de cultura a nautului aplicata la C.A.P. «N. Balcescu» – judetul Teleorman / M. Roata // Prod. Veget. Cereale Plante tehn. - 1983. - № 35, 3. - P. 54-55.

257. Siddique K.H.M. Effect of plant density on growth and harvest index of branches in chickpea (Cicer arietinum L.) / K.H.M. Siddique, R.H. Sedgley, C. Marshall // Field Crops Research. – Vol. 9, 1984. – P. 193-203.

258. Siddique K.H.M. The effect of reduced branching on yield and water use of chickpea (Cicer arietinum L.) in a Mediterranean type environment / K.H.M. Siddique, R.H. Sedgley // Field Crops Research. – Vol. 12, 1985. – P. 251-269.

259. Silim S.N. Adaptation of spring-sown chickpea to the Mediterranean basin / S.N. Silin, M.S. Saxena // Field Crops Res. - 1993. – N2. - P. 121-136.

260. Singh D.P. Influence of water deficits on the water relations, canopy gas exchange, and yield of chickpea (Cicer arietinum) / D.P. Singh, Phool Singh, H.C. Sharma, N.C. Turner // Field Crops Research. – Vol. 16, Issue 3. - June 1987. – P. 231-241.

261. Soltani A. A simulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment / A. Soltani, F.R. Khooie, K. Ghassemi-Golezani, M. Moghaddam // Agricultural Water Management. – Vol. 49, Issue 3, 1. - August 2001. – P. 225-237.