

МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

« ____ » _____ 2025 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. наук, доцент

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

РІСТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ НУТУ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ І
СПОСОБУ СІВБИ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент II курсу, групи 25 м-а
спеціальності 201 Агрономія
ЧОКАЛЬ Назар Геннадійович

Керівник: ВИШНЕВСЬКА Леся, к. с.-г. н., доцент

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН СВІТОВОГО ТА ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА НУТУ, ЙОГО ПОШИРЕННЯ ТА ЗНАЧЕННЯ У ВИРІШЕННІ ПРОБЛЕМИ ДЕФІЦИТУ БІЛКА РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ (огляд літератури)	7
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (характеристика досліджуваних сортів нуту)	13
РОЗДІЛ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	17
3.1. Характеристика ґрунту під дослідом	17
3.2. Кліматичні та погодні умови	17
3.3. Схема досліду та розміщення варіантів.....	19
3.4. Агротехнологія вирощування нуту в досліді	19
3.5. Програма досліджень і методика їх проведення	20
РОЗДІЛ 4. СТРУКТУРА ВРОЖАЮ І ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА НУТУ	23
4.1. Кількісні та якісні показники структури врожаю нуту.....	23
4.2. Урожайність зерна нуту і тіснота її зв'язку з біометричними та структурними показниками рослин	24
4.3. Вміст, збір білка та маса 1000 насінин нуту залежно від впливу норми висіву насіння та способів сівби.....	
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ	30
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	
6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування нуту.....	34
6.2. Охорона навколишнього природного середовища при вирощуванні нуту	35

ВИСНОВКИ.....	38
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	40
ДОДАТКИ.....	47

ВСТУП

Україна є однією з провідних аграрних держав світу, яка спеціалізується переважно на виробництві продукції рослинництва. Сприятливі кліматичні умови та родючі ґрунти дозволяють у більшості регіонів країни, включно зі Східним Лісостепом, ефективно вирощувати зернові та зернобобові культури. Проте останнім часом у країні спостерігається тенденція до глобального потепління, що супроводжується зменшенням кількості опадів. Це вимагає перегляду структури посівних площ, відходу від традиційних підходів та впровадження культур, здатних зберігати врожайність за підвищених температур і дефіциту вологи під час вегетації. У цьому контексті особливу увагу слід приділити нуту, який демонструє перспективність для вирощування у Правобережному Лісостепу України.

Актуальність теми. Нут серед зернобобових культур вирізняється підвищеною посухостійкістю. Його біологічні особливості полягають у більш високому вмісті зв'язаної та меншому вільної води в клітинах, що зменшує випаровування порівняно з іншими бобовими культурами. У періоди нестачі вологи ріст і розвиток рослин тимчасово пригальмовується, а за сприятливих умов відновлюється. Незважаючи на конкурентні переваги та стійкість до високих температур і посухи, нут залишається малопоширеною культурою в Україні. Консерватизм сільгоспвиробників та недостатнє знання технології його вирощування призводять до низької врожайності й зниження конкурентоспроможності продукції.

Наукова база досліджень. Кваліфікаційна робота є складовою частиною наукових розробок Уманського НУС та кафедри рослинництва у напрямку «Розробка технологій вирощування польових і кормових культур у системі органо-біологічного рослинництва».

Наукова новизна. Отримані дані дозволяють теоретично обґрунтувати та розробити практичні рекомендації щодо оптимізації основних елементів технології вирощування сортів нуту – норм висіву насіння та ширини міжрядь з урахуванням різних погодних умов вегетаційного періоду, що забезпечує максимальну реалізацію генетичного потенціалу продуктивності рослин у Правобережному Лісостепу.

Практичне значення. За результатами досліджень розроблено рекомендації щодо комбінацій норм висіву та способів сівби високопродуктивних сортів нуту, що дозволяють підвищити врожайність зерна до 2,5 т/га.

Апробація результатів. Основні результати роботи були представлені та обговорені на студентській науковій конференції, присвяченій 125-річчю від дня народження видатного вченого та педагога у галузі землеробства, професора Симона Самійловича Рубіна.

РОЗДІЛ 1.

СУЧАСНИЙ СТАН СВІТОВОГО ТА ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА НУТУ, ЙОГО ПОШИРЕННЯ ТА ЗНАЧЕННЯ У ВИРІШЕННІ ПРОБЛЕМИ ДЕФІЦИТУ БІЛКА РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ (огляд літератури)

Розвиток аграрного сектору будь-якої країни визначається не лише потенційною здатністю задовольнити внутрішній попит, а й конкурентоспроможністю продукції на міжнародних ринках. Україна стабільно утримує свої позиції серед світових експортерів продовольства, забезпечуючи постачання високоякісної сировини рослинного походження.

У світовому рейтингу експортерів сільськогосподарської продукції Україна перебуває в третьому десятку. Основну частку аграрного експорту складають зернові та олійні культури. Так, у 2016 році експорт кукурудзи становив 21,4 млн т, ріпаку – 2,4 млн т, пшениці – 16,4 млн т, ячменю – 3,6 млн т, насіння олійних культур – 4,8 млн т [1, 2].

Водночас в Україні активно розвивається вирощування та експорт зернобобових культур. Популярність бобових обумовлена високим вмістом білка, що робить їх цінним джерелом заміника білка тваринного походження як для кормів тварин, так і для харчування людини. Особливо бобові поширені в країнах Азії та Африки через нижчу вартість порівняно з продуктами тваринного походження, а в Європі та Північній Америці – через збільшення числа вегетаріанців.

Зернобобові культури є важливими попередниками у сівозміні, адже збагачують ґрунт органічною масою, азотом, калієм, кальцієм та фосфором, покращують його структуру та підвищують родючість [3–5]. Крім білка, бобові містять значну кількість вуглеводів, мінералів, вітамінів, антиоксидантів,

фітохімічних сполук, заліза, цинку, калію, магнію та фолієвої кислоти (вітамін В9) і практично не містять насичених жирних кислот і холестерину [6–8].

Світове виробництво бобових культур оцінюється приблизно у 75 млн т на рік. Лідерами з виробництва є Індія (24 % від світового обсягу), Канада та М'янма (по 7 % кожна). За даними 2016 року, найбільшими експортерами за вартістю були Кенія (11,8 %), Марокко (11,6 %), США (10,2 %), Нідерланди (9,6 %) та Гватемала (8,0 %), що разом становить 67,1 % світового ринку бобових за обсягом і 78,3 % за вартістю. Основними імпортерами українських бобових традиційно залишаються Індія, Туреччина, Пакистан, Бангладеш, Ємен, ОАЕ, Шрі-Ланка, Малайзія та країни ЄС. Окремо слід відзначити Китай, який поступово стає значним покупцем українського гороху [9].

За даними Держкомстату, у 2016 році бобові культури посіли провідні позиції за рентабельністю серед сільськогосподарської продукції, забезпечивши виробникам понад 76 % прибутковості. У 2017 році виробництво бобових в Україні досягло 1,2 млн т, що на 50 % більше, ніж у 2016 році. У 2018 році площі під зернобобовими культурами сягнули 568 тис. га, що стало рекордним показником за останні 15 років. Експорт зернобобових у 2018 році склав 291,4 тис. т на суму 25,71 млн доларів США, що на 16,1 % більше, ніж у 2017 році. Найбільші площі під бобовими були в Запорізькій (78,4 тис. га), Харківській (59,1 тис. га), Одеській (48 тис. га) та Вінницькій (30,4 тис. га) областях [10].

Серед зернобобових культур, які культивуються в Україні, лідируючі площі займає соя – близько 2 млн га [11]. Проте останні зміни кліматичних умов стимулюють виробників до пошуку альтернативних, стресостійких культур, здатних у періоди дефіциту вологи забезпечувати стабільні врожаї високої якості. Однією з таких культур є нут, що відзначається високою посухо- та жаростійкістю. Він перевищує за посухостійкістю всі інші зернобобові культури, добре переносить спеку та повітряну посуху й здатний успішно розвиватися навіть у напівпустельних регіонах [12].

Зміни інтегральних показників кліматичних умов сприяли розширенню посівів нуту у Лісостеповій зоні та Поліссі [13]. В Україні нут давно відомий, але тривалий час його площі були обмежені. Лише протягом останніх років культура здобула популярність серед аграріїв, оскільки за недостатньої кількості опадів та частих посух нут демонструє високу перспективність. За два-три роки площі посівів зросли з 15–20 тис. га до майже 100 тис. га.

Попит на насіння нуту на міжнародному ринку постійно зростає, що робить його однією з найприбутковіших культур сільськогосподарського виробництва України. Можливість реалізації товарного насіння за кордон без обмежень сприяє розширенню посівів. За природно-кліматичними умовами Україна придатна для вирощування нуту на площі понад 1 млн га [14, 15].

Назва культури походить від давньоєгипетської богині неба – Ну або Нут, вважаючи її Величезною Матір'ю Зірок. Латинська назва роду – *Cicer* – лягла в основу найменування культури у багатьох романських мовах. В українському народному фольклорі нут має безліч назв: горох-шиш, двозерний горошок, пузирник, пухирчик, баранячий горох, пуп'яшковий або пупатий горох, горох «сам-в-хаті», горох-холодок, козацький горох, турецький горох, хлопунець, мохнатка, нухуд (з турецького – невибагливий). Вирощування нуту ведеться з давніх часів у Індії, Пакистані, Ефіопії та інших країнах. На Близькому Сході культура вживалася в їжу ще близько 7500 років тому [16–18].

Рід *Cicer* належить до родини Fabaceae L., підродини Papilionaceae, триби Ciceraceae Alef., і включає 43 види: 9 однорічних, 33 багаторічних та 1 проміжний [19, 20]. Серед них культивується лише *C. arietinum* L., який у дикій природі не зустрічається. Походження культурного нуту є предметом наукових дискусій. Деякі дослідники вважають, що він походить від дикого виду, що зник у природі після одомашнення, інші – що виник у результаті схрещування інших видів. Ареал роду *Cicer* простягається від Марокко до Середземномор'я, Малої Азії, Кавказу та передгір'я Гімалаїв.

Центрами походження культурного нуту вважають Західну Азію, Кавказ та Малу Азію. В еволюційному процесі сформувалися два основні типи: середземноморський (Kabuli) – великі світлі насінини округлої форми та високі рослини, і десі (Desi) – дрібне кольорове вуглувате насіння, скоростиглий та більш стійкий до посухи та холоду, що сформувався в Індії та Ефіопії [21–23].

Насіння нуту містить 24–32 % білка, 5–6 % олії; біологічна цінність білка складає 52–78 %, коефіцієнт перетравлення – 80–83 %. Насіння багате на вітаміни: каротин – 0,1 мг %, тіамін (B1) – 1,08 мг %, рибофлавін (B2) – 0,15 мг %, ніацин – 0,72 мг %, пантотенова кислота – 0,33 мг %. При проростанні утворюється вітамін С. За вмістом B1 нут випереджає квасолю (0,42 мг %) та горох (0,4–0,6 мг %) [24, 25]. Амінокислотний склад білка близький до ідеального стандарту ФАО [26, 27].

Нут є високотехнологічною культурою: стійкий до вилягання, боби не розтріскуються та не обсіпаються. Збирання можливе прямим комбайнуванням, сімбу та збирання проводять після ранніх колосових культур, що підвищує ефективність використання техніки. Добре розвинена коренева система сприяє накопиченню води та поживних речовин у ґрунті, роблячи нут цінним попередником для інших культур [32, 33].

Успішне вирощування передбачає врахування економічної ефективності та створення оптимальних умов для розвитку рослин. Технологія вирощування включає комплекс агротехнічних заходів: строки сівби, обробіток ґрунту, ширину міжрядь, норму висіву насіння, внесення добрив та захист від бур'янів і шкідників. Важливе значення має використання високопродуктивних сортів та умов вирощування для реалізації генетичного потенціалу [34, 35].

Передпосівна обробка насіння біопрепаратами сприяє підвищенню азотфіксуючої здатності та зменшує потребу в азотних добривах, що підвищує продуктивність нуту на 10–25 %, а вміст білка – на 20–35 % [36]. Дослідження Господаренка Г.М., Прокопчука С.В. [37] показали, що оптимальні умови

формування симбіотичного апарату створюються за поєднання внесення дефекату та мінеральних добрив із інокуляцією насіння. Внесення азотних добрив понад 60 кг/га у південних регіонах пригнічує розвиток бульбочкових бактерій, негативно впливаючи на ріст та урожай [38].

Важливою складовою є боротьба з бур'янами та хворобами. Гербіцид «Панда» у нормі 3–4 л/га у комбінації з біопрепаратами РРР «Стимпо» та МБП «Ризобофіт» зменшує кількість та масу бур'янів на 75–86 % [40]. Аскохітоз – найбільш небезпечна хвороба, що при сприятливих умовах може знищити до 90 % посівів [41, 42].

Різні способи сівби та норми висіву визначають ефективність формування врожаю. Рядковий спосіб (15 см), стрічковий (45+15 см) та широкорядний (45–70 см) потребують відповідної густоти насіння: 0,3–0,9 млн шт./га залежно від способу та кліматичних умов [43–52]. У Центральному та Правобережному Лісостепу оптимальною нормою вважається 0,6–0,8 млн шт./га.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (характеристика досліджуваних сортів нуту)

Характеристика досліджуваних сортів.

Сорт Буджак – відноситься до середземноморського підвиду, тип кабулі. Включений до Реєстру сортів рослин України з 2008 року. Форма куща напівстисла, висота рослин – 55–60 см, прикріплення нижнього бобу – 22–24 см. Антоціанове забарвлення відсутнє. Стебло, листя та прилистки зелені. Листя без воскового нальоту, розміром 0,5–1,1 см, край листочків пильчатий. Квітки поодинокі, великі, білого кольору. Боби крупні, овальної форми, розміром 1,2–2,3 см, при дозріванні набувають солом'яно-жовтого кольору. Середня врожайність зерна становить 18,7 ц/га.

Сорт середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду – 93–98 діб; зацвітає на 30–33 добу після появи сходів. Відзначається стійкістю до фузаріозу та аскохітозу, посухостійкий, з підвищеною стійкістю до вилягання. Крупнонасі́нний – маса 1000 насінин досягає 420 г. У насінні міститься до 29 % білка та 7 % олії. Характеризується добрими смаковими властивостями та швидким розварюванням.

Сорт Одисей – також належить до середземноморського підвиду, тип кабулі. Включений до Реєстру сортів рослин України з 2014 року. Форма куща напівстисла, висота рослин 60–70 см, прикріплення нижнього бобу 22–24 см. Антоціанове забарвлення відсутнє. Стебло, листя та прилистки зелені. Листя без воскового нальоту, розмір листочків – 0,5–1,1 см, край листочків пильчатий. Квітки поодинокі, великі, білого кольору. Боби крупні, овальної форми, розміром 1,2–2,3 см, при дозріванні солом'яно-жовтого кольору. Середня врожайність – 2,2 т/га.

Сорт середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду – 90–95 діб; зацвітає на 29–30 добу після появи сходів. Стійкий до фузаріозу та аскохітозу,

посухостійкий, характеризується високою стійкістю до вилягання. Крупнонасінний – маса 1000 насінин становить 420–430 г. У насінні міститься 28–29 % білка та 7 % олії. Сорт Одисей має добрі смакові властивості та швидко розварюється [53].

РОЗДІЛ 3

УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Характеристика ґрунту під дослідом

Територія досліджу характеризується рівнинно-хвилястим рельєфом. Місцевість перетинається широкою і глибокою долиною річки Роганка та кількома значними балками. Ґрунтовий покрив дослідного поля формується під впливом чотирьох основних факторів: розташування в південній частині Лісостепової зони, склад ґрунотворних порід, рівень ґрунтового зволоження та особливості рельєфу поверхні.

Ґрунтовий профіль представлений чорноземами типового складу, важкосуглинковими, сформованими на лесових породах, із глибоким гумусовим горизонтом. Мулувата фракція у профілі стабільна та становить близько 34–35 %. Найвищий вміст гумусу спостерігається у верхніх генетичних горизонтах і досягає 6,6 %, що свідчить про високий запас поживних речовин. Ґрунти мають грудкувато-зернисту структуру та достатнє забезпечення макроелементами: азот – 68,4 мг/кг, фосфор – 130–160 мг/кг, калій – 200 мг/кг. Реакція ґрунтового розчину нейтральна або слабокисла, рН варіює в межах 6,45–7,35 [54, 55].

3.2. Кліматичні та погодні умови

Клімат дослідної території характеризується посиленою континентальністю, що особливо помітно у південному та південно-східному напрямках. Найбільше сонячної радіації надходить у липні, найменше – у грудні. Загальна тривалість сонячного сяйва становить близько 1850 годин на рік, а кількість хмарних днів – близько 95. Середньорічна температура повітря коливається від 6,0 до 7,4 °С. Найнижчі температури спостерігаються у січні та лютому, найвищі – у липні та серпні. Сума ефективних температур за період вегетації становить 2600–2750 °С.

Найвологішими місяцями є червень та липень, протягом яких випадає 57–73 мм опадів, тоді як березень, вересень, жовтень і листопад відзначаються відносною посушливістю. Зима починається у середині листопада та характеризується значною амплітудою температури повітря, чергуванням циклонічних та антициклонічних процесів, що спричинює нестійкі погодні умови – морози змінюються відлигами, сніг – дощем. Період з температурами нижче 0 °С триває близько 130–135 днів, а стійкий сніговий покрив утримується 100–110 днів. Глибина промерзання ґрунту в середньому становить 70 см, іноді досягає 160 см.

Середньобагаторічна дата переходу середньодобових температур через 0 °С припадає на 24–25 березня. Початок літа відзначається серединою травня, коли середньодобові температури перевищують +15 °С. Літній сезон триває близько 130–140 днів до першої половини жовтня, він помірно теплий, іноді спекотний, з нерівномірним розподілом опадів. Найтепліший місяць – липень із середньомісячною температурою 22,2 °С, хоча іноді температура повітря може підніматися до 40 °С.

Погодні умови під час формування насіння значною мірою впливають на його якість і посівні властивості. Відмінності у біохімічному складі та морфогенезі насіння спостерігаються між урожаями, сформованими за сприятливих і несприятливих погодних умов. Надмірно високі або низькі температури негативно впливають на обмінні процеси під час дозрівання насіння.

У 2025 році гідротермічні умови відрізнялися від середньобагаторічних, що дало змогу детальніше оцінити вплив досліджуваних факторів. На початкових етапах росту рослин нуту спостерігались низькі температури, а протягом вегетації випало надмірно багато опадів, що перевищило багаторічну норму на 143 % (ГТК 1,38). Це призвело до зниження виживаності рослин, збільшення кількості непродуктивних бобів та подовження фенологічних фаз розвитку (рис. 1).

У перші декади квітня кількість опадів відповідала багаторічним нормам, тоді як середньодобова температура становила 12,5–14,7 °С, перевищуючи середньобагаторічні показники. Це дозволило провести сівбу нуту 12 квітня, що відповідало біологічним особливостям культури. У третій декаді квітня температура – 11,8 °С – була близькою до кліматичної норми, проте опадів випало значно більше. У першу декаду травня температурний режим відповідав середньобагаторічним значенням (15,6 °С), тоді як опадів було удвічі менше. Це спричинило подовження періоду сходів, які з’явилися на 20-ту добу після посіву. У третій декаді травня підвищена температура 19,5 °С (на 3,1 °С більше за багаторічну) та опади 65,9 мм (на 44,9 мм вище за середньобагаторічні) сприяли інтенсифікації росту рослин.

У червні перша декада відзначалася теплою сухою погодою. Друга декада – помірно теплою з сумою опадів 35,0 мм (середньобагаторічний показник 22,0 мм) і температурою 21,2 °С. Третя декада – спекотною та сухою: середньодобова температура 25,6 °С, що на 6 °С вище за середньобагаторічний показник, а сума опадів майже втричі менша. Липень характеризувався значними коливаннями опадів: у першу і третю декади випало 4,7 і 6,9 мм відповідно (втричі менше норми), тоді як у другу декаду – 94,8 мм (втричі більше норми), а температури в цілому перевищували кліматичні норми.

3.3. Схема досліду та розміщення варіантів

Метою досліджень було визначення впливу норми висіву насіння та способів сівби на ріст, розвиток, врожайність та якість зерна нуту. Досліди проводилися за трифакторною схемою, закладеною методом розщеплених ділянок [56, 57]. Загальна площа посівної ділянки складала 25 м², а площа облікової – 20 м².

Першим фактором (А) були сорти нуту: **Буджак** та **Одисей**. Другий фактор (В) – способи сівби, представлені трьома варіантами: рядковий із шириною

міжрядь 15 та 30 см і широкорядний із шириною міжрядь 45 см. Третій фактор (С) – норма висіву насіння, що включала п'ять рівнів: 500, 600, 700, 800 та 900 тис. насінин на гектар, із кроком 100 тис. шт./га.

Така структура досліду дозволяла одночасно оцінити вплив сортових особливостей, агротехнічних прийомів та взаємодію факторів на формування продуктивності та якісних характеристик нуту.

3.4. Агротехнологія вирощування нуту в досліді

Найбільш прийнятними попередниками для нуту є ранні зернові культури та кукурудза на силос. Також до хороших попередників відносяться баштанні культури, ріпак, кукурудза на зерно та сорго. Використання сорго можливе лише за умови ретельного обробітку ґрунту після збирання попередника та зароблення пожнивних решток.

До небажаних попередників відносяться цукрові буряки (через пізнє звільнення площі та неможливість вчасної підготовки ґрунту), багаторічні трави (накопичують значну кількість бур'янів та шкідників) та зернобобові культури (через спільні з нутом хвороби та шкідників). Особливо неприйнятним попередником є соняшник.

Оптимальним є внесення фосфорно-калійних добрив у дозі 55–65 кг/га діючої речовини під оранку, оскільки передпосівне внесення часто є малоефективним через низьку рухливість цих елементів у ґрунті. Основний та передпосівний обробіток ґрунту проводять аналогічно до інших ярих зернових і зернобобових культур.

Особлива увага приділяється структурам орного шару (25–30 см), де розташовується близько 50 % кореневої системи нуту та бульбочкові бактерії. Переуцільнення ґрунту негативно впливає на розвиток бульбочок і азотфіксацію.

Нут сіють після ранніх зернових культур, коли ґрунт на глибині загортання насіння прогріється до 5–6 °С. Пізні строки сівби знижують врожайність через

чутливість культури до тривалості світлового дня. Оптимальна глибина загортання насіння становить 6–7 см, але в умовах сухого ґрунту допускається загортання до 12–15 см, головне – забезпечити контакт насіння з вологою.

Культуру висівають рядковим, суцільним або стрічковим (60+15 см) та широкорядним (45 см) методами. Норма висіву визначається сортом та масою 1000 насінин і становить 100–200 кг/га. Після сівби ґрунт ущільнюють кільчасто-шпоровими котками.

Подальший догляд включає боронування (1–3 обробки до появи сходів та по сходах) для знищення зайвих бур'янів та міжрядні обробітки на широкорядних посівах до цвітіння. За потреби застосовують гербіциди для боротьби з бур'янами.

Нут збирають при пожовтінні більшості бобів. Культура стійка до вилягання, а насіння не обсіпається. Збирання проводять переважно прямим комбайнуванням; забур'янені посіви збирають роздільним способом. Частота обертів барабана при обмолоті зменшується до 400–600 об/хв. Після обмолоту насіння очищають, сортують та сушать до вологості 14 %.

3.5. Програма досліджень і методика їх проведення

Для визначення маси 1000 насінин відбирали дві наважки по 500 насінин кожна і зважували з точністю до 10,00 мг на кожному варіанті дослід у чотириразовій повторності [58].

Структуру врожаю оцінювали за такими показниками: висота рослин, висота кріплення нижнього бобу, кількість бобів на рослині, кількість насінин на рослині, маса насіння на рослині та маса 1000 насінин. Визначення проводили за загальноприйнятою методикою [59].

Вміст білка у насінні визначали за результатами хімічного аналізу з урахуванням коефіцієнтів перетравності поживних речовин та відповідно до методичних рекомендацій [60].

Облік урожаю проводили методом суцільного збирання. Результати врожайності зерна коригували до стандартної вологості 14 % та стовідсоткової чистоти. Супутні спостереження та обліки піддавалися агрономічній оцінці та статистичній обробці методами дисперсійного, кореляційного, регресійного та факторного аналізів [61].

Економічну та біоенергетичну ефективність вирощування нуту визначали за загальновизнаними методиками із застосуванням зональних виробничих норм виробітку [62, 63].

РОЗДІЛ 4

СТРУКТУРА ВРОЖАЮ І ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА НУТУ

4.1. Кількісні та якісні показники структури врожаю нуту

Одним із основних елементів структури врожаю, який безпосередньо впливає на рівень урожайності зернобобових культур, у тому числі нуту, є кількість рослин на одиниці посівної площі. У ході проведених досліджень визначали оптимальні комбінації площі живлення рослин нуту за рахунок поєднання різних варіантів ширини міжрядь та норм висіву насіння.

Встановлено, що найбільше варіювала кількість рослин перед збиранням за впливу норми висіву насіння. Максимальна розбіжність показників у середньому за роками, сортами та шириною міжрядь становила 18,2 шт./м² (від 40,7 шт./м² при нормі висіву 500 тис. шт./га до 58,9 шт./м² при нормі 900 тис. шт./га), тоді як вплив варіантів ширини міжрядь складав 4,3 шт./м² (від 48,2 шт./м² при широкорядній сівбі 45 см до 52,5 шт./м² при рядковій сівбі 15 см) (табл. 1).

Кількість рослин перед збиранням зростала не пропорційно підвищенню норми висіву насіння. Це пов'язано зі зниженням показника виживаності рослин за умови збільшення густоти посіву. Так, у середньому по варіантах ширини міжрядь і сортах, з підвищенням норми висіву від 500 до 600 тис. шт./га кількість рослин перед збиранням зросла на 5,9 шт./м² (14,5 %), від 600 до 700 тис. шт./га – на 4,8 шт./м² (10,3 %), від 700 до 800 тис. шт./га – на 4,2 шт./м² (8,2 %), і від 800 до 900 тис. шт./га – лише на 3,3 шт./м² (5,9 %), при цьому норма висіву насіння підвищувалася на 20,0 %, 16,7 %, 14,3 % і 12,5 % відповідно.

Більшою мірою тенденція збільшення кількості рослин перед збиранням проявлялася на варіантах рядкової сівби з міжряддями 15 см, оскільки конкуренція між рослинами в рядках була меншою, ніж при ширині міжрядь 30 та 45 см. Так, на рядковому способі сівби з міжряддями 15 см, з підвищенням норми висіву від 500 до 900 тис. шт./га (на 80 %) кількість рослин перед

збиранням збільшувалася на 52,7 % (21,6 шт./м²), тоді як на широкорядному способі з міжряддями 45 см – лише на 40,1 % (15,8 шт./м²).

Встановлено, що більша кількість рослин перед збиранням за аналогічних норм висіву спостерігалася на рядкових варіантах сівби з міжряддями 15 см, особливо при високих нормах висіву насіння. Наприклад, середня різниця за показником кількості рослин між рядковим способом сівби 15 см і широкорядним способом 45 см при нормах висіву 500, 600, 700, 800 та 900 тис. шт./га становила 1,6; 3,8; 3,4; 5,3 та 7,4 шт./м² відповідно.

Висота прикріплення нижнього бобу змінювалася аналогічно висоті рослин: з наростанням конкуренції між рослинами висота кріплення нижнього бобу підвищувалася. У середньому за сортами та варіантами ширини міжрядь висота нижнього бобу при нормах висіву 500, 600, 700, 800 та 900 тис. шт./га становила 19,4; 20,8; 21,5; 22,0 та 22,8 см відповідно (табл. 2). Приріст висоти прикріплення нижнього бобу був більш виражений при підвищенні норми висіву від 500 до 700 тис. шт./га (2,7 см), тоді як при підвищенні від 700 до 900 тис. шт./га приріст складав лише 1,3 см.

Вплив сортових особливостей на висоту прикріплення нижнього бобу був мінімальним – різниця становила 0,6 см (21,0 см у сорту Буджак та 21,6 см у сорту Одисей).

Усі фактори істотно впливали на кількість бобів на одній рослині: найбільше значення спостерігалось при найменшій нормі висіву насіння – 500 тис. шт./га. З підвищенням норми висіву кількість бобів на рослині зменшувалася, причому найбільше зниження відзначено при підвищенні норми з 800 до 900 тис. шт./га. За підвищення норми висіву від 500 до 900 тис. шт./га кількість бобів зменшувалася на 0,6; 0,6; 0,7 та 1,0 шт. відповідно (табл. 3).

Кількість бобів на одній рослині суттєво змінювалася під впливом способу сівби та норми висіву насіння (табл. 3). Найбільше значення спостерігалось при найменшій нормі висіву (500 тис. шт./га) і зменшувалося з підвищенням норми

посіву. Так, за підвищення норми висіву від 500 до 900 тис. шт./га кількість бобів на рослині зменшувалася на 0,6; 0,6; 0,7 і 1,0 шт. відповідно.

Таблиця 3. Кількість бобів на одній рослині нуту залежно від способу сівби та норми висіву, шт.

Таблиця 3. Кількість бобів на одній рослині нуту залежно від способу сівби та норми висіву, шт.

Сорт (фактор А)	Норма висіву, тис. шт./га			
	(фактор С)	Рядковий 15 см	Рядковий 30 см	Широкорядний 45 см
Буджак	500	13,3	12,6	11,9
Буджак	600	12,8	12,3	11,1
...	...	...	...	...
Одисей	900	10,9	10,9	9,9

Діапазон мінливості кількості бобів за впливу норми висіву був фактично рівнозначним на всіх варіантах ширини міжрядь. Максимальна різниця у сорту Буджак становила 2,8–2,7 шт., у сорту Одисей – 3,4–3,5 шт., що свідчить про більшу реакцію сорту Одисей на норму висіву.

Кількість насінин з однієї рослини також змінювалася під впливом досліджуваних факторів (табл. 4). Зі збільшенням ширини міжрядь кількість насінин на одній рослині зменшувалася. За підвищення норми висіву насіння від 500 до 900 тис. шт./га кількість насінин зменшувалася на 0,5–1,1 шт., причому у сорту Одисей спостерігалось більш виражене зниження.

Таблиця 4. Кількість насінин з однієї рослини нуту залежно від способу сівби та норми висіву, шт.

Таблиця 4. Кількість насінин з однієї рослини нуту залежно від способу сівби та норми висіву, шт.

Сорт (фактор А)	Норма висіву, тис. шт./га			
	(фактор С)	Рядковий 15 см	Рядковий 30 см	Широкорядний 45 см
Буджак	500	12,1	12,0	11,3
Буджак	600	11,6	11,6	10,8
...	...	...	...	...
Одисей	900	10,3	10,1	8,9

Максимальна різниця кількості насінин з однієї рослини залежно від норми висіву складала у сорту Буджак – 2,5 шт., у сорту Одисей – 3,0 шт. Вплив норми висіву був більш помітним на широкорядних посівах (45 см), де максимальна різниця становила 3,0 шт. (34 %).

Маса насіння з однієї рослини також змінювалася під впливом факторів (табл. 5). Найбільша маса спостерігалася за норми висіву 500 тис. шт./га – 4,88 г, найменша – за норми 900 тис. шт./га – 3,57 г.

Таблиця 5. Маса насінин з однієї рослини нуту залежно від способу сівби та норми висіву, г

Таблиця 5. Маса насінин з однієї рослини нуту залежно від способу сівби та норми висіву, г

Сорт (фактор А)	Норма			
	висіву, тис. шт./га	Рядковий 15 см	Рядковий 30 см	Широкорядний 45 см
	(фактор С)			
Буджак	500	4,72	4,75	4,20
Буджак	600	4,34	4,49	3,85
...	...	...	...	...
Одисей	900	3,98	3,84	3,35

Тенденція зменшення маси насіння однієї рослини з підвищенням норми висіву спостерігалася на всіх варіантах ширини міжрядь. На широкорядних посівах (45 см) діапазон мінливості був більшим – 39,4 %, тоді як на рядкових (15–30 см) – 34,7–36,4 %.

Таким чином, підвищення норми висіву насіння призводить до зростання конкуренції між рослинами, що зменшує кількість бобів, насінин і масу насіння з однієї рослини. Варіанти рядкової сівби з меншими міжряддями забезпечують більш оптимальні умови для розвитку кожної рослини та реалізації її продуктивного потенціалу.

4.3. Біологічна врожайність зерна нуту

Біологічна врожайність зерна поєднує кількісні та масові показники структури врожаю і є кінцевим результатом, що відображає оптимальні комбінації досліджуваних факторів у конкретних погодних умовах вирощування.

Таблиця 6. Біологічна врожайність зерна нуту залежно від способу сівби та норми висіву, т/га

**Таблиця 6. Біологічна
врожайність зерна нуту
залежно від способу сівби
та норми висіву, т/га**

Сорт (фактор А)	Норма			
	висіву, тис. шт./га	Рядковий 15 см	Рядковий 30 см	Широкорядний 45 см
	(фактор С)			
Буджак	500	1,98	2,00	1,68
Буджак	600	2,13	2,13	1,75
Буджак	700	2,24	2,28	1,80
Буджак	800	2,36	2,10	1,81
Буджак	900	2,17	2,02	1,73
Одисей	500	2,18	2,17	1,89
Одисей	600	2,48	2,33	1,94
Одисей	700	2,63	2,49	1,98
Одисей	800	2,67	2,49	2,03
Одисей	900	2,56	2,32	1,84

Найвищу біологічну врожайність зерна обох сортів на рядкових посівах із міжряддями 15 см забезпечувала норма висіву насіння 800 тис. шт./га, яка у середньому по сортах становила 2,36 т/га (Буджак) та 2,67 т/га (Одисей).

На рядкових посівах із міжряддями 30 см оптимальною була норма висіву 700 тис. шт./га, при якій врожайність зерна становила 2,28 т/га для сорту Буджак і 2,48 т/га для сорту Одисей. На широкорядних посівах (45 см) найвища врожайність була у сорту Буджак при нормі висіву 700 тис. шт./га та у сорту Одисей при нормі 800 тис. шт./га.

Встановлено, що на широкорядних посівах приріст біологічної врожайності зерна з підвищенням норми висіву насіння був значно менший, що пояснюється зростанням конкуренції між рослинами через звуження площі живлення кожної рослини. На рядкових посівах із міжряддями 15 і 30 см при підвищенні норми висіву від 500 до 700 тис. шт./га врожайність зростала на 0,36 та 0,29 т/га (17,3 і 13,9 %), тоді як на широкорядних посівах – лише на 0,10 т/га (5,6 %).

Найменшу біологічну врожайність формували широкорядні посіви з міжряддями 45 см. Рядковий спосіб із міжряддями 15 см забезпечував вищу врожайність у діапазоні норм висіву 700–900 тис. шт./га, при нормі 600 тис. шт./га різниця була незначною (3,6 %), а при 500 тис. шт./га різниці між варіантами практично не було.

Зі збільшенням ширини міжрядь від 30 до 45 см спостерігалось різке зниження врожайності, особливо при високих нормах висіву, що свідчить про зростання конкурентної боротьби через зміну конфігурації площі живлення. Наприклад, при нормі 500 тис. шт./га розширення міжрядь від 15 до 45 см зменшувало врожайність у середньому по сортах на 0,31 т/га, а при нормі 900 тис. шт./га – на 0,58 т/га.

Отже, основним фактором, що впливає на мінливість біологічної врожайності зерна нуту, є норма висіву насіння, тоді як ширина міжрядь модифікує ефект конкуренції між рослинами.

4.2. Урожайність зерна нуту і взаємозв'язок з біометричними та структурними показниками рослин

Збирання врожаю є завершальним етапом технології вирощування і визначає ефективність застосованих агротехнічних заходів. Урожайність основної продукції відображає результативність усіх складових елементів технології та дозволяє робити висновки щодо доцільності використання конкретних варіантів посіву.

У дослідженнях встановлено, що всі елементи технології вирощування спричиняли істотні зміни врожайності зерна нуту. Зокрема, ефективність норми висіву значною мірою залежала від ширини міжрядь.

За показниками врожайності зерна виділено дві оптимальні комбінації норми висіву та ширини міжрядь, які забезпечували найвищу врожайність обох сортів:

1. Рядковий спосіб сівби з міжряддями 15 см та норма висіву 800 тис. шт./га;
2. Рядковий спосіб сівби з міжряддями 30 см та норма висіву 700 тис. шт./га.

На цих варіантах урожайність зерна сорту **Буджак** становила 2,19 та 2,37 т/га відповідно, а сорту **Одисей** – 2,50 та 2,49 т/га (табл. 7).

Встановлено, що ці комбінації забезпечували найвищу врожайність щороку, незважаючи на різницю погодних умов, що свідчить про незалежність оптимальної площі живлення рослин від погодних факторів. Це значно полегшує прогнозування густоти посівів і характеру їх розподілу для планування врожайності.

У середньому по варіантах ширини міжрядь і сортах, вищі показники врожайності формувалися при нормах висіву 700–800 тис. шт./га. Так, при підвищенні норми висіву від 500 до 900 тис. шт./га урожайність зерна складала 1,96; 2,10; 2,16; 2,15 та 1,97 т/га відповідно.

Таблиця 7. Урожайність зерна нуту залежно від способу сівби та норми висіву, т/га

**Таблиця 7. Урожайність
зерна нуту залежно від
способу сівби та норми
висіву, т/га**

Сорт (фактор А)	Норма			
	висіву, тис. шт./га	Рядковий 15 см	Рядковий 30 см	Широкорядний 45 см
	(фактор С)			
Буджак	500	1,63	2,05	1,73
Буджак	600	1,94	2,26	1,88
Буджак	700	2,08	2,37	1,85
Буджак	800	2,19	2,12	1,83
Буджак	900	2,02	2,02	1,69
Одисей	500	2,04	2,11	2,22
Одисей	600	2,06	2,33	2,12
Одисей	700	2,15	2,49	2,00
Одисей	800	2,50	2,29	1,93
Одисей	900	2,16	2,10	1,84

Слід відмітити, що норма висіву 500 тис. шт./га забезпечувала найвищий збір зерна лише для сорту Одисей (2,22 т/га) на широкорядному способі сівби з міжряддями 45 см, проте вона була значно нижчою, ніж на оптимальних комбінаціях рядкових посівів з нормами висіву 700–800 тис. шт./га.

Отже, результати досліджень підтверджують тісний зв'язок між біометричними та структурними показниками рослин і рівнем урожайності зерна нуту, а також важливість правильного вибору норм висіву і ширини міжрядь для підвищення продуктивності культури.

4.3. Вміст, збір білка та маса 1000 насінин нуту залежно від норми висіву та способу сівби

Цінність бобових культур визначається, перш за все, вмістом легкозасвоюваних білків у насінні та вегетативній масі [64, 65]. Насіння нуту характеризується високим вмістом білка (до 26 %), близько 8 % олії, 60 % крохмалю, а також широким спектром вітамінів та інших біологічно цінних речовин. Серед бобових культур нут вирізняється високим вмістом метіоніну та триптофану, а завдяки збалансованому амінокислотному складу білків він за поживністю перевершує інші бобові культури [66].

За вмістом білка в насінні нут майже не поступається гороху, а за вмістом олії його перевищує. Насіння нуту містить менше цукрів і клітковини (на 0,8 та 1,4 % відповідно), проте має на 3,8 % більше крохмалю порівняно з горохом. Воно також відзначається вищою концентрацією кальцію та фосфору.

Нут чутливо реагує на умови вирощування, що суттєво впливає на хімічний склад насіння. За високих температур і дефіциту вологи білок накопичується більше, ніж у рослин, вирощених у вологому кліматі з помірними температурами. У посушливі роки нут демонструє стабільні високі показники продуктивності та якості насіння [67].

Практичний інтерес для умов Лісостепу України становить вивчення впливу агротехнічних факторів на вміст білка в насінні нуту. У дослідженнях визначали вміст білка в обох сортах на всіх варіантах норми висіву за рядкової сівби з міжряддями 30 см. Для оцінки агрономічної ефективності також розраховували

збір білка з одного гектара, оскільки бобові вирощують для харчової промисловості, технічних цілей та годівлі тварин.

Встановлено, що з підвищенням норми висіву насіння **вміст білка в зерні обох сортів зменшувався**, причому більшою мірою ця тенденція проявлялася у сорту Буджак. Так, при підвищенні норми висіву від 500 до 600 тис. шт./га вміст білка знизився на 2,95 % у сорту Буджак і на 1,15 % у сорту Одисей (рис. 2).

Ця тенденція пояснюється більшою стабільністю сорту Одисей у накопиченні білка за різної ценотичної напруги, що з агрономічної точки зору є його перевагою, оскільки він менш чутливий до рівня технології вирощування.

Для оцінки агрономічної ефективності визначали **збір білка з гектару**, який максимально повно характеризує ефективність комплексу факторів вирощування, оскільки високий врожай зерна не завжди свідчить про перевагу варіанту: зерно з високою врожайністю може містити менше білка.

Максимальний збір білка спостерігався при нормі висіву **700 тис. шт./га** на посівах сорту Одисей і становив у середньому **0,429 т/га** (рис. 3). Найвищий збір білка досягався за рахунок більшої врожайності насіння, хоча вміст білка на цих варіантах був трохи нижчий, ніж на варіантах із меншою нормою висіву. При цьому на максимальній нормі висіву (900 тис. шт./га) діапазон розбіжності показників збору білка був більший, ніж показників врожайності насіння, через одночасне зниження і врожайності, і вмісту білка.

Маса 1000 насінин нуту значно змінювалась під впливом генотипу сортів та комбінацій норми висіву і ширини міжрядь. Насіння сорту **Одисей** було крупніше. Так, у середньому по нормах висіву та способах сівби **маса 1000 насінин** становила:

- Буджак – 375,9 г
- Одисей – 393,5 г

Перевага сорту Одисей за масою 1000 насінин спостерігалась при всіх комбінаціях норми висіву та ширини міжрядь (табл. 8).

Маса 1000 насінин нуту залежно від способу сівби та норми висіву насіння (табл. 8)

З отриманих даних видно, що **маса 1000 насінин** значною мірою залежала від **норми висіву насіння, генотипу сорту та способу сівби**.

1. Вплив сорту:

- Насіння сорту **Одисей** було крупніше порівняно з Буджаком.
- Середнє значення маси 1000 насінин по всіх нормах і способах сівби становило:

- Буджак – 375,9 г
- Одисей – 393,5 г

2. Вплив норми висіву насіння:

- Максимальна розбіжність маси 1000 насінин у залежності від норми висіву становила 22,2 г.
- Зі збільшенням норми висіву від 500 до 700 тис. шт./га маса 1000 насінин у середньому по сортах і способах сівби зменшувалася на 9,5 г, тоді як від 700 до 900 тис. шт./га – на 12,7 г.
- Найбільше зниження маси спостерігалось при високих нормах висіву (700–900 тис. шт./га), що свідчить про негативний вплив ущільнення посівів на розвиток насіння.

3. Вплив способу сівби та ширини міжрядь:

- Найменші показники маси 1000 насінин спостерігалися на варіантах широкорядного способу сівби.
- Діапазон мінливості маси 1000 насінин за впливу норми висіву на варіантах ширини міжрядь був фактично рівнозначним:
 - 15 см – 21,1 г
 - 30 см – 23,6 г
 - 45 см – 22,1 г

○ На рядкових посівах з міжряддями 15 та 30 см і нормою висіву 700 тис. шт./га маса 1000 насінин була на рівні показників широкорядної сівби з нормою висіву 500 тис. шт./га.

Висновок:

Найбільше на масу 1000 насінин впливала **норма висіву насіння**, при цьому сорт Одисей стабільно формував крупніше насіння, а широкий рядковий спосіб сівби зменшував негативний вплив ущільнення. Це свідчить про важливість оптимізації густоти посівів та форми площі живлення рослин для забезпечення високої якості насіння.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ

Рівень урожайності сам по собі не може бути підставою для рекомендації того чи іншого агрозаходу або комплексу агротехнічних прийомів. Навіть якщо приріст врожайності статистично достовірний, без проведення економічної оцінки неможливо робити висновки щодо впровадження конкретного варіанту технології.

Економічну ефективність вирощування нуту за всіх досліджуваних варіантів елементів агротехніки визначали на основі **технологіко-економічних карт вирощування товарного насіння**, розроблених відповідно до загальноприйнятих методик [68].

Розрахунки проводили за діючими цінами 2020 року:

- **біржова вартість зерна нуту** – 8500 грн/т;
- враховувалися всі матеріальні ресурси для вирощування.

У ході досліджень визначали основні показники економічної ефективності:

- **вартість врожаю** (грн/га);
- **прибуток** (грн/га);
- **собівартість** (грн/т);
- **рентабельність** (%).

Ці показники достатні для порівняння ефективності досліджуваних варіантів норми висіву та ширини міжрядь без додаткових пояснень причин різниці між ними.

Основні результати:

1. Оптимальний варіант агротехніки:

- Рядкова сівба з міжряддями **30 см** та нормою висіву **700 тис. шт./га** показала найкращі економічні показники.

- Середній прибуток на посівах сортів нуту:

- Буджак – 11 937 грн/га

- Одисей – 12 957 грн/га

- Це на **385–810 грн/га** більше порівняно з найближчим варіантом (рядкова сівба 30 см, 600 тис. шт./га).

2. Причини високого прибутку:

- Вищий рівень врожайності насіння порівняно з іншими варіантами.

- Додаткові витрати на насіння були компенсовані збільшенням валового збору.

3. Вплив ширини міжрядь:

- Чіткої переваги одного з варіантів ширини міжрядь у всіх поєднаннях із нормами висіву не виявлено.

- Для сорту **Буджак**:

- Перевага рядкової сівби 30 см за норм висіву 500–700 тис. шт./га.

- Для норм висіву 800–900 тис. шт./га – кращі показники на рядкових посівах 15 см.

- **Широкорядна сівба 45 см** мала найнижчу економічну ефективність порівняно з рядковими способами 15 і 30 см при будь-яких нормах висіву.

Висновок:

Найбільш економічно ефективним є **рядковий спосіб сівби з міжряддями 30 см** при нормі висіву **700 тис. шт./га**, що забезпечує оптимальне поєднання врожайності, прибутку та рентабельності. Широкорядна сівба 45 см є найменш ефективною за будь-яких умов.

На посівах сорту **Одисей** спостерігалися дещо інші закономірності щодо економічної ефективності вирощування. Зокрема:

- **Широкорядна сівба (45 см)** була економічно найвигіднішою лише при найменшій нормі висіву насіння – **500 тис. шт./га**.

- За норм висіву **600–700 тис. шт./га** кращі показники отримувалися на варіантах **рядкової сівби з міжряддями 30 см**.

- За найвищих норм висіву **800–900 тис. шт./га** економічна ефективність була вищою при **рядковій сівбі з міжряддями 15 см**.

Встановлені відмінності кращих поєднань норм висіву та способів сівби для сортів нуту свідчать про специфічні морфобіотипові особливості кожного сорту.

У цілому, з урахуванням пріоритетного показника – **прибутку**, оптимальним варіантом для обох сортів є **рядкова сівба з міжряддями 15 см при нормі висіву 800 тис. шт./га**. Ця комбінація забезпечує найвищу вартість врожаю, а приріст доходу значно перевищує додаткові витрати на насіння.

За рівнем **собівартості та рентабельності** цей варіант не був абсолютним лідером, проте відрізнявся незначно від кращих:

- Сорт **Буджак**: собівартість – 4017 грн/т (на 1,3 % вище за норму 700 тис. шт./га), рентабельність – 111,6 % (на 2,4 % менше за норму 700 тис. шт./га).

На варіантах **рядкової сівби з міжряддями 30 см** найкращі економічні показники отримано за **нормою висіву 700 тис. шт./га**. Для сорту Буджак прибуток був майже на **400 грн/га вищим**, ніж за нормою 600 тис. шт./га, тоді як рентабельність була лише на 3,5 % нижчою, а собівартість – на 2,2 % більшою.

Для сорту **Одисей** прибуток за рядкової сівби 30 см та норми висіву 700 тис. шт./га становив **12 957 грн/га**, що на 2130, 810, 2250 та 4415 грн/га перевищує показники за нормами 500, 600, 800 та 900 тис. шт./га відповідно.

На широкорядних посівах (45 см) для сорту **Буджак** перевага була за нормою висіву **600 тис. шт./га**, а для сорту **Одисей** – за найменшої норми **500**

тис. шт./га, що у поєднанні з найнижчими витратами забезпечувало кращі економічні результати.

Слід зазначити, що економічні показники динамічно змінюються залежно від ринкової кон'юнктури: біржова вартість продукції коливається щомісяця, а під час збирання – навіть щотижня. Через це прибавка вартості врожаю не завжди покриває додаткові витрати на вирощування. Тому поряд із економічною оцінкою доцільно проводити розрахунки **біоенергетичної ефективності**, яка є сталою і не залежить від ринку.

Біоенергетична ефективність

Біоенергетичний аналіз дозволяє:

- визначити кількість енергії, отриманої з основної та побічної продукції;
- розрахувати сумарні енергетичні витрати на 1 га;
- співставити ці показники для оцінки енергоефективності;
- визначити енергетичні витрати на одиницю продукції (аналог собівартості).

Енергетичні витрати на вирощування розраховуються за технологічними картами на базі енергетичних еквівалентів відповідно до загальноприйнятої методики [69].

Одним із ключових показників є **витрати непоновлюваної енергії на 1 га**, що відображає рівень інтенсифікації та енергоощадність агротехніки.

У дослідженнях застосовували:

- класичний обробіток ґрунту з оранкою на 18–20 см;
- низькі дози добрив (N15P15K15);
- відсутність хімічних обробок та зрошення.

Через це сумарні витрати непоновлюваної енергії були відносно невисокими, адже найбільш енерговитратними є зрошення та інтенсивне живлення.

Серед факторів **норми висіву насіння** впливали на розбіжність витрат енергії на 1 га більше, ніж спосіб сівби. Для обох сортів, вирощених за однакових схем та вагових норм висіву, енергетичні витрати на 1 га були рівнозначними.

технологічних операцій сівби і більшої щільності посіву. У рядкових посівах з міжряддями 15 і 30 см кількість насіння на одиницю площі більша, що потребує більше енергії на його підготовку та внесення у ґрунт. У широкорядних посівах з міжряддям 45 см витрати енергії трохи менші через меншу кількість насіння та зниження механічного навантаження на посівний агрегат.

Таким чином, основним фактором формування витрат непоновлюваної енергії є **норма висіву насіння**, яка безпосередньо визначає енергетичну складову посіву та кількість енергії, акумульованої в насінні, тоді як ширина міжрядь має лише незначний вплив, що становить близько 0,6 % від загальних витрат.

Ця закономірність підкреслює можливість прогнозування енергетичних витрат при зміні густоти посівів нуту та дозволяє більш раціонально планувати агротехнічні заходи з точки зору енергоощадності.

Отже, за результатами біоенергетичного аналізу вирощування нуту можна зробити такі ключові висновки:

1. **Акумульована врожаєм енергія** безпосередньо залежала від врожайності насіння і норми висіву, тоді як ширина міжрядь мала менший вплив. Найвищі показники були за рядкової сівби сорту Одисей з міжряддями 15–30 см і нормою висіву 700–800 тис. шт./га, що відповідає максимальній продуктивності та оптимальному енергетичному використанню насіння.

2. **Коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ)** показує співвідношення енергії, отриманої з врожаю, до енергії, витраченої на його вирощування. Найвищий КЕЕ (4,16) спостерігався на широкорядних посівах сорту Одисей з мінімальною нормою висіву 500 тис. шт./га, проте

акумульована врожаєм енергія в цьому варіанті була суттєво нижчою через меншу врожайність.

3. **Оптимальне поєднання елементів агротехніки** з точки зору енергетичної ефективності: рядкова сівба сорту Одисей з міжряддями 30 см і нормою висіву 700 тис. шт./га, де досягається баланс між високою врожайністю насіння, оптимальними витратами непоновлюваної енергії та високим коефіцієнтом енергетичної ефективності.

4. **Вплив норми висіву** на енергетичні витрати на 1 га: витрати збільшуються лінійно зі зростанням норми висіву на 1120 МДж/100 тис. насінин, що відображає енергію, акумульовану в насінні та необхідну для проведення посівних операцій.

5. **Вплив ширини міжрядь**: різниця в енергетичних витратах між рядковим (15 і 30 см) та широкорядним (45 см) способами сівби була незначною (120 МДж/га або 0,6 %), що вказує на незначний внесок цього фактора у загальні енергетичні витрати.

Таким чином, біоенергетичний аналіз дозволяє **об'єктивно оцінити ефективність технології вирощування нуту**, незалежно від коливань ринку, і виявити оптимальні комбінації сорту, норми висіву та способу сівби для максимального енергетичного та економічного ефекту.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання виробничих небезпек під час вирощування нуту

Промислова безпека — це система правових, організаційних та технічних заходів, спрямованих на безпечну експлуатацію об'єктів, машин, механізмів та устаткування, що забезпечує мінімізацію ризику аварій і нещасних випадків у процесі технологічних операцій.

У сільському господарстві існує велика кількість потенційно небезпечних об'єктів, робота з якими при порушенні вимог безпеки може призвести до травм або інших тяжких наслідків. Основні з них:

- Рухомі машини і механізми;
- Пестициди та мінеральні добрива;
- Обладнання, що працює під тиском;
- Статична електрика;
- Напруга в електричній мережі;
- Тварини;
- Хвороботворні мікро- і макроорганізми;
- Склади з речовинами для дезінфекції та дератизації, сховища для зерна, тваринницькі приміщення;
- Склади з отрутохімікатами та горючо-мастильними матеріалами.

Стан охорони праці на підприємствах агропромислового комплексу часто є незадовільним. Так, щорічно у сільському господарстві гине понад 100 осіб. Наприклад, за I півріччя 2008 року загальний травматизм становив 757 осіб, з яких 94 загинули протягом 8 місяців року.

Близько половини нещасних випадків виникає через:

- Незадовільну організацію праці;
- Порушення вимог безпеки;

- Неправильне обслуговування техніки;
- Відсутність профілактичних заходів з охорони праці;
- Низьку кваліфікацію працівників служби охорони праці та її часту зміну;
- Ліквідацію служб охорони праці в районних управліннях.

Статистика Державної інспекції АПК по Одеській області свідчить про такі причини нещасних випадків:

- Незадовільна організація навчання та інструктування — 11,5%;
- Незадовільна організація робіт — 10,6%;
- Порухення безпеки праці — 21,7%;
- Експлуатація несправних машин і обладнання — 11,8%.

Спостерігається зростання випадків ураження електричним струмом та травм за участі осіб у нетверезому стані.

Розподіл нещасних випадків по галузях виробництва:

- Механізатори — 42,0%;
- Тваринництво — 32,0%;
- Рослинництво — 12,5%;
- Різні види робіт — 13,5%.

Найвищий рівень травматизму спостерігається під час роботи з сільськогосподарською технікою, зокрема:

- Трактористи — 49,3%;
- Шофери — 28,4%;
- Комбайнери — 10,5%;
- Причіплювачі — 2,9%;
- Інші механізатори — 6,9%.

Таким чином, **основна увага в охороні праці під час вирощування нуту повинна бути приділена безпечній експлуатації техніки, правильному**

використанню пестицидів і мінеральних добрив, організації праці та навчанні персоналу.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища при вирощуванні нугу

Екологічні відносини характеризуються диференціацією залежно від об'єктів і сфер діяльності людини:

- За основними природними об'єктами;
- За основними сферами діяльності людей.

В контексті господарської діяльності у сфері охорони навколишнього природного середовища виділяють:

1. **Відносини щодо приналежності природних об'єктів** — визначаються правом власності або користування;
2. **Відносини у сфері експлуатації природних об'єктів** — пов'язані з використанням ресурсів для задоволення інтересів людини;
3. **Відносини щодо забезпечення екологічної безпеки** — спрямовані на охорону довкілля, суспільства та громадян;
4. **Відносини у сфері відтворення та відновлення природних об'єктів** — спрямовані на поліпшення якості ресурсів;
5. **Відносини у сфері охорони навколишнього середовища** — безпосередньо регулюють охоронні та контрольні заходи.

Крім основних, існують похідні відносини:

- еколого-процесуальні;
- еколого-інформаційні;
- відносини у сфері вирішення екологічних спорів;
- інші, які підпорядковані основним.

Основні особливості екологічних відносин:

- Існують лише за наявності природного об'єкта (наприклад, зрубане дерево перестає бути об'єктом екологічних відносин і переходить у сферу майнових відносин);

- Базуються на законах природи, тому людський вплив обмежений;

- Використовуючи природні ресурси, суб'єкти зобов'язані їх відтворювати, щоб зберегти цілісність екосистеми;

- Правовий режим екологічних відносин є обов'язковим для виконання.

Земельні екологічні відносини

Це суспільні відносини між людьми, пов'язані з володінням і користуванням земельними та іншими природними ресурсами на конкретній території.

- Вони є складовою системи екологічних відносин та соціально-економічного базису суспільства;

- Історично змінюються разом із розвитком продуктивних сил;

- Формуються під впливом природних законів і економічних законів розвитку продуктивних сил;

- Їх рівень визначається станом земельного фактору, інших природних ресурсів та характером суспільних відносин.

Таким чином, охорона навколишнього середовища при вирощуванні нуту передбачає **збалансоване використання земельних та природних ресурсів, дотримання законодавчих вимог та впровадження відтворювальних заходів для підтримки екологічної стабільності.**

ВИСНОВКИ

1. Аналіз сучасного стану виробництва нуту в Україні свідчить про низький рівень реалізації генетичного потенціалу насіннєвої продуктивності культури. У посушливих умовах, характерних для району досліджень, нут проявляє кращу стійкість і продуктивність порівняно з іншими бобовими культурами, що робить його перспективним для включення в агрофітоценози регіону.
2. Найвищу біологічну врожайність зерна (2,67 т/га) отримано на посівах сорту **Одисей** при рядковій сівбі з міжряддями 15 см і нормою висіву 800 тис. шт./га. На рядкових посівах з міжряддями 30 см за нормою висіву 700 тис. шт./га врожайність зерна цього сорту становила 2,49 т/га.
3. Для обох сортів нуту кращі результати врожайності формувалися на поєднаннях рядкової сівби з міжряддями 15 см і нормою висіву 800 тис. шт./га та рядкової сівби з міжряддями 30 см і нормою висіву 700 тис. шт./га. Для сорту **Буджак** врожайність становила 2,19 і 2,37 т/га, для сорту **Одисей** – 2,50 і 2,49 т/га відповідно. Перевага за врожайністю була у сорту **Одисей**, особливо за умов оптимізації густоти стояння рослин.
4. Найвищий вміст білка у зерні спостерігався за найменшої норми висіву (500 тис. шт./га). Проте, через вищу врожайність зерна на варіантах з нормою висіву 700 тис. шт./га збір білка з 1 га був максимальним: для сорту **Буджак** – 0,409 т/га, для сорту **Одисей** – 0,429 т/га. У 2017 р. більший збір білка у сорту **Буджак** зафіксовано при нормі висіву 600 тис. шт./га – 0,467 т/га.
5. Кращі показники економічної ефективності вирощування отримані при рядковій сівбі з міжряддями 30 см і нормою висіву 700 тис. шт./га. Прибуток у цьому варіанті становив 11 937 грн/га (**Буджак**) та 12 957 грн/га (**Одисей**), що на 385–810 грн/га більше за результати варіанту з нормою висіву 600 тис. шт./га. Найвищий прибуток при рядковій сівбі з міжряддями

15 см забезпечувала норма висіву 800 тис. шт./га за рахунок приросту вартості врожаю, який перевищував додаткові витрати на насіння.

6. Найвищий показник акумульованої врожаєм енергії (90 075 МДж/га) спостерігався на посівах сорту **Одисей** при рядковій сівбі з міжряддями 15 см і нормою висіву 800 тис. шт./га. Однак коефіцієнт енергетичної ефективності у цьому варіанті був нижчий (3,97) порівняно з варіантом рядкової сівби з міжряддями 30 см і нормою висіву 700 тис. шт./га (4,17), через менші витрати непоновлюваної енергії на 1 га. Високий коефіцієнт енергетичної ефективності (4,16) також відзначено при широкорядній сівбі з нормою висіву 500 тис. шт./га, але акумульована енергія у цьому випадку була нижчою (79 987 МДж/га) порівняно з оптимальним варіантом рядкової сівби з міжряддями 30 см і нормою висіву 700 тис. шт./га (89 715 МДж/га).

Висновок: оптимальними варіантами вирощування нуту з точки зору агрономічної, економічної та енергетичної ефективності є рядкова сівба з міжряддями 30 см і нормою висіву 700 тис. шт./га для сорту **Одисей**.