МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

«____» _____ 2025 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПРОСА ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ СІВБИ І ФОНУ ЖИВЛЕННЯ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 21 м-а
спеціальності 201 Агрономія
ПОДОГОВ Віктор Анатолійович

Керівник: ПОЛТОРЕЦЬКА Наталія,
к. с.-г. н., доцент

Умань – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП…… 4
РОЗДІЛ 1. УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА (огляд літератури)…..……..….. 5
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ 14
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ……..... 16
3.1. Характеристика ґрунту…….. 16
3.2. Погодні умови…….…… 17
3.3. Схема досліду…….. 21
3.4. Технологія вирощування проса в досліді…..…….. 21
3.5. Методика проведення досліджень…… 23
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ……..... 25
4.1. Схожість насіння та формування густоти посівів проса.... 26
4.2. Тривалість вегетаційного та міжфазних періодів рослин проса залежно від досліджуваних факторів.....…….. 29
4.3. Особливості фотосинтетичної діяльності посівів проса залежно від фону живлення і строку сівби…….. 32
4.4. Урожайність та якість зерна проса …….. 35
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ФОНУ ЖИВЛЕННЯ ТА СТРОКУ СІВБИ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ПРОСА…..…. 41
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 44
6.1. Моделювання виробничих небезпек 44
6.2. Охорона навколишнього природного середовища 46
ВИСНОВКИ.……..…… 50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……..... 52
ДОДАТКИ……..... 59

ВСТУП

Просо належить до найцінніших круп'яних культур, з зерна якої виробляють пшоно – продукт із високими поживними й дієтичними властивостями, надзвичайно важливий для здорового харчування людини. Залежно від сорту та умов вирощування, зерно проса містить 8,8–19,3% сирого протеїну, 51–65% крохмалю, 3,8–5,0% жиру, 1,5–2,5% цукрів і 1,5–4,2% золи [1].

За вмістом жирів просо поступається лише вівсу, але при цьому має збалансований амінокислотний склад – у зерні виявлено 19 амінокислот, серед яких незамінні: треонін, валін, лейцин, ізолейцин, лізин, триптофан, фенілаланін, метіонін, гістидин і аргінін. Зерно проса також є джерелом мінеральних речовин, мікроелементів і вітамінів групи В (B_1, B_2, B_3, B_6), а також вітаміну С, каротиноїдів та інших біологічно активних сполук. Саме завдяки цьому пшоно перевищує за харчовою цінністю більшість інших зернових круп [2].

Завдяки короткому вегетаційному періоду і пізньому строку сівби, просо широко використовують для пересіву загиблої озимини або ранніх ярих культур. Як страхова культура, воно має перевагу у мінімальній нормі висіву насіння на гектар, що спрощує створення страхових фондів у господарствах. Крім того, просо часто висівають у післяукісних або, на півдні України, післяжнивних посівах. Таке використання зумовлене його біологічними особливостями – високим коефіцієнтом розмноження, малою масою насіння, значним потенціалом продуктивності, навіть за умов самозапилення, а також високою посухо- і солестійкістю та стійкістю до більшості захворювань.

Попри це, за останні роки частка проса у структурі посівів зернових культур Лісостепу істотно скоротилася й нині становить лише 1,5–2,0%. У більшості господарств культура вирощується на невеликих площах (10–30 га), часто разом з іншими культурами й без застосування сучасних технологічних

прийомів. Такий підхід не забезпечує зростання врожайності, покращення якості зерна та підвищення економічної ефективності виробництва.

Отже, для підвищення результативності галузі необхідно адаптувати технологію вирощування проса до конкретних ґрунтово-кліматичних умов регіону. Серед основних складових таких технологій – визначення оптимальної норми мінерального живлення, особливо з урахуванням різних строків сівби і принципів ресурсозбереження. Цим і визначалася *мета* проведених досліджень.

Таким чином, проведені дослідження мають важливе господарське значення, а розроблення науково обґрунтованих технологій вирощування проса є *актуальним* завданням сучасного аграрного виробництва.

Об'єктом досліджень був процес формування продуктивності посівів та продовольчої якості зерна проса.

Предметом дослідження були фони живлення, строки сівби, умови та фактори, що впливають на урожайність і якість зерна.

Роботу виконано відповідно до плану наукових досліджень кафедри рослинництва і вона є частиною комплексного вивчення технології отримання високоякісного посівного матеріалу та зерна круп'яних культур. *Апробація* роботи була на студентській науковій конференції в УНУ (додаток А).

РОЗДІЛ 1
УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА (огляд літератури)

Удобрення є основним чинником інтенсифікації землеробства та збереження родючості ґрунтів, адже саме воно визначає умови живлення культурних рослин і формує екологічний баланс у агробіоценозі. Внесення добрив істотно змінює фізичні та біохімічні властивості ґрунту, впливаючи на активність мікроорганізмів, вміст макро- та мікроелементів, а також на взаємодію культурних рослин і бур’янів. Цілеспрямоване застосування добрив дає змогу регулювати структуру агроценозу, послаблюючи конкуренцію за поживні речовини, але водночас підсилюючи боротьбу за світло та вологу [3–5].

Залежно від рівня інтенсивності землекористування змінюються показники родючості ґрунту та загальний екологічний стан агроландшафту. Добрива впливають на водно-фізичні властивості, структурний склад, мікробіологічну активність і вміст поживних елементів, що безпосередньо відображається на врожайності й якості продукції. Для збереження ґрунтової родючості втрати необхідно компенсувати внесенням добрив, однак у сучасних умовах їх використання помітно скорочується, що вимагає максимальної ефективності й окупності застосування [6–9].

При науково обґрунтованому внесенні добрив визначаються їх види й дози з урахуванням виносу поживних речовин врожаєм, коефіцієнтів засвоєння елементів живлення рослинами та наявності рухомих форм поживних речовин у ґрунті. За такого підходу кількість мінеральних добрив може бути зменшена на 20–70% порівняно з типовими рекомендаціями, що забезпечує раціональне використання ресурсів. Чим краще ґрунт забезпечений елементами живлення, тим менше потреба у додаткових дозах добрив. Такий балансовий підхід дозволяє програмувати врожай проса, забезпечуючи

стабільну віддачу навіть за дефіциту енергоресурсів і добрив [10–12].

Для проса критичний період у живленні настає за 2 тижні до викидання волоті (приблизно через 30–40 днів після сходів). У цей час культура особливо потребує фосфору та мікроелементів, а під час наливу зерна активно засвоює поживні речовини [13, 14].

У Лісостеповій зоні ефективність мінеральних добрив для проса підтверджена численними дослідженнями. Так, встановлено [15], що «…просо є надзвичайно чутливою культурою до удобрення. При програмуванні врожайності понад 50 ц/га застосовували 180 кг азоту, 78 кг фосфору та 138 кг калію у діючій речовині, що забезпечило урожайність 53,2 ц/га, а середній рівень за 5 років становив 53 ц/га».

Подібні результати отримано на Уральській дослідній станції, де внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищило врожайність у середньому за три роки на 7 ц/га, а без зрошення у 1983–1984 роках урожай досягав 55–60 ц/га [16].

За результатами досліджень [17], у господарствах Харківської області під оранку вносять 5 ц/га суперфосфату (P_{100}), навесні – 4 ц/га аміачної селітри (N_{136}), а під час сівби – 0,5 ц/га гранульованого суперфосфату (P_{10}). У фазі кущення проводять підживлення аміачною селітрою ($N_{35–40}$), що значно посилює ріст рослин.

Водночас у господарствах Донеччини [18], застосовують 240 кг/га діючої речовини фосфорних добрив (гранульований суперфосфат) та 115 кг/га азотних добрив (карбамід і аміачна вода).

Для отримання максимальної ефективності важливо не лише дотримуватися оптимальних доз і співвідношення елементів, але й забезпечити рівномірний розподіл добрив, вчасне внесення, оптимальну глибину заробки та правильне просторове розміщення щодо рослин [19].

Досліди у північно-західній частині Степу на чорноземах важкосуглинкових показали, що внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ під зяблеву оранку збільшувало врожайність проса сорту Харківське 25 на 8,8 ц/га [20].

Практичний досвід передових господарств підтверджує можливість

програмування врожаю проса за умови створення належного живлення. Так, у колгоспі «Дніпро» Черкаського району під запланований урожай 55 ц/га вносили 187 кг азоту, 78 кг фосфору і 138 кг калію, що забезпечило фактичний урожай 53,2 ц/га [21].

Таким чином, результати досліджень і виробничий досвід переконливо свідчать, що раціональне застосування мінеральних добрив є одним із найефективніших способів підвищення врожайності проса, поліпшення якості зерна та збереження родючості ґрунтів у системі інтенсивного землеробства.

Режим живлення є одним із визначальних чинників формування врожайності сільськогосподарських культур, зокрема проса, тому використання добрив є обов'язковою умовою для отримання високих і стабільних урожаїв [22–24].

Внесення мінеральних добрив не лише підвищує урожайність, але й покращує якісні та технологічні показники зерна. Під впливом азоту, фосфору та калію змінюється анатомічна структура листків – зокрема, потовщується палісадна паренхіма, що підсилює фотосинтетичну активність і інтенсивність обміну речовин. Внаслідок цього зерно стає крупнішим, зростає вміст білка та крохмалю, підвищується посухостійкість і стійкість рослин до несприятливих умов та збудників хвороб [25, 26].

Встановлена загальна тенденція позитивного впливу добрив спостерігається щодо маси 1000 зерен, натури, плівчастості, виходу крупи, а також вмісту крохмалю, білка, жиру й клітковини [27].

Це підтверджують й інші дослідження [28]: «…за сівби звичайним рядковим способом (норма висіву 4 млн схожих насінин/га) та внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{60}P_{60}$ під першу культивацію маса зерна з волоті суттєво збільшувалася, приріст урожаю становив 5,2 і 3,2 ц/га відповідно. При цьому вміст білка у зерні зріс на 0,46–1,49% (N_{60}) і 0,8–2,1% ($N_{60}P_{60}K_{60}$)».

За результатами досліджень встановлено [29], що «…внесення повного мінерального добрива сприяє накопиченню у зерні крохмалю, фосфору та калію, підвищує маса 1000 зерен на 0,6–1,0 г, а також покращує посівні якості

насіння».

Важливим фактором, що впливає на хімічний склад зерна, є вологозабезпечення. Дослідниками [30] встановлено, що вміст азотистих речовин у зерні проса підвищується за дефіциту опадів і підвищених температур, коли вегетаційний період коротший. Аналогічно, М.І. Вавілов [31] довів, що вміст білка у зерні проса зворотно пропорційний сумі опадів.

Установлено також позитивний вплив повного мінерального удобрення (азотного і фосфорного) на урожайні властивості насіння. Проте на високородючих ґрунтах надмірні дози азоту хоч і підвищують урожайність, можуть погіршувати насіннєві якості. На формування врожайних властивостей насіння значно впливають також метеорологічні умови у період наливу зерна й порушення оптимальних строків сівби [32, 33].

Вміст білка у зерні проса переважно визначається дозами та способами внесення азотних добрив, тоді як крохмалю – фосфорними. Вміст жиру залежить від добрив незначно, а клітковини – зростає при повних дозах добрив або локальному ресурсозберігаючому внесенні [34].

У сучасному землеробстві просо висівають три способами: звичайним рядковим, широкорядним, стрічковим (комбінованим).

Кожен із них має свої агротехнічні та організаційні переваги. Вибір способу сівби визначає площу живлення рослин, а відтак впливає на водний, мінеральний, повітряний і тепловий режими ґрунту [35].

При звичайному рядковому способі посіви загущені, проте рослини краще використовують вологу, поживні речовини, пригнічують бур’яни, а дозрівання зерна відбувається дружніше й раніше [20].

Широкорядний і стрічковий способи створюють кращі умови для міжрядного обробітку ґрунту, що покращує водний, повітряний і поживний режим, активізує мікробіологічні процеси й сприяє інтенсивному утворенню пластичних речовин, підвищуючи врожайність [36, 37].

Цікаво, що у сухі роки широкорядні посіви не поступаються рядковим за врожайністю, а рослини в них сильніше реагують на добрива [38].

Різні сорти проса також по-різному реагують на способи сівби. За результатами досліджень на Поліссі сорт Миронівське 51 забезпечував вищу врожайність при широкорядному способі, тоді як сорт Райдуга давав однакові результати за обох варіантів [39].

Дослідження Харківського сільськогосподарського інституту підтвердили, що спосіб сівби значно впливає на структуру врожаю: найбільшу кількість зерна з однієї рослини отримували при широкорядному способі, тоді як густота рослин була вищою при звичайному рядковому [26].

У західних районах України кращі результати забезпечує звичайний рядковий спосіб – як без удобрення, так і на фоні повного мінерального [39].

Ефективність способів сівби залежить від вологозабезпечення, родючості, забур'яненості ґрунту, строків сівби та норми висіву насіння. Після впровадження ефективних гербіцидів більшість господарств віддають перевагу звичайному рядковому способу [40].

Отже, оптимальне поєднання способу сівби, норми висіву й удобрення є вирішальним чинником для формування високих, стабільних і якісних урожаїв проса в умовах різних ґрунтово-кліматичних зон України.

Як зазначають науковці [2], «…вузькорядний і звичайний рядковий способи сівби ефективні лише на чистих від бур'янів ґрунтах, де не потрібен інтенсивний міжрядний обробіток».

Проте широкорядний спосіб сівби, попри низку переваг, має певні недоліки. Основним із них є те, що під час розпушення міжрядь біля рядків залишається необроблена зона шириною 20–25 см, де активно розвиваються бур'яни. Це призводить до зниження врожайності, особливо за умов недостатньої густоти стояння рослин. При зменшенні норми висіву в широкорядних посівах урожайність падає сильніше, ніж при її збільшенні у звичайних рядкових посівах. Таку закономірність пояснюють низькою продуктивною кущистістю проса та невисокою польовою схожістю насіння (зазвичай 70–80%) [42].

На добре окультурених і чистих від бур'янів полях просо зазвичай

висівають звичайним рядковим способом – 4,0–4,5 млн схожих зерен/га (30–32 кг/га). Цей спосіб забезпечує високий урожай за мінімальних витрат праці й коштів, тому має перевагу в більшості господарств. Водночас, на засмічених або менш доглянутих землях ефективним є широкорядний спосіб (міжряддя 45 см) із нормою висіву 2,5–3,0 млн схожих зерен/га (20–22 кг/га) [43].

Спосіб сівби визначає розподіл площ живлення, освітленість посівів і загальну продуктивність рослин. На звичайних рядкових посівах урожай формується переважно завдяки більшій кількості рослин на одиниці площі, тоді як при широкорядному способі, особливо на високому агрофоні та за якісного догляду, врожайність забезпечується вищою індивідуальною продуктивністю рослин (краще кущіння, довші волоті, більша кількість зерен). Тому господарства з чистими ґрунтами та достатнім запасом вологи часто віддають перевагу вузькорядному або рядковому способу сівби, отримуючи високі врожаї [44].

На думку дослідників [45], у посушливих умовах недоцільно надмірно зменшувати густоту стояння рослин. У розріджених посівах рослини зазнають подвійної температурної дії – від сонячного проміння та теплового випромінювання нагрітого ґрунту, що призводить до перегріву нижньої поверхні листків. За тривалих антициклонів такі рослини опиняються, за його висловом, на “ґрунтовій сковорідці”. Натомість щільніші посіви з гарним покриттям ґрунту ефективніше використовують запаси вологи й менше страждають від високих температур, що забезпечує стабільніший урожай.

Просо, на відміну від інших зернових (пшениці, ячменю, вівса), може висіватися звичайним, широкорядним або стрічковим способом. Широкорядні посіви сприяють формуванню крупнішого зерна з вищим коефіцієнтом розмноження, але врожайність їх нижча – у середньому на 2 ц/га менша, ніж при рядковій сівбі [11].

Не менш важливим є напрямок рядків. За даними досліджень [37], розташування рядків із півночі на південь забезпечує краще освітлення червоним спектром у ранкові й вечірні години, рівномірний фотосинтез

протягом дня та збільшення врожайності на 3–4 ц/га, одночасно покращуючи якість зерна.

Одним із головних стримувальних факторів у виробництві проса в Лісостеповій зоні є засміченість посівів. Бур'яни особливо шкодять на початкових етапах росту – у перші 10–12 днів після сходів, коли просо росте повільно. Якщо температура нижча за 15 °С, рослини можуть навіть впадати в стан анабіозу, тоді як бур'яни активно розвиваються, відбираючи вологу й поживні речовини. Це створює ґрунтову посуху навіть у роки з достатніми опадами.

Крім того, бур'яни знижують вміст білка, масу 1000 зерен, затінюють культурні рослини, гальмують фотосинтез, а також є резервуаром хвороб і шкідників. Усе це призводить до зменшення врожайності та погіршення товарної якості зерна [46, 47].

Отже, вибір способу сівби, контроль густоти посівів, своєчасне знищення бур'янів і дотримання напрямку рядків є важливими елементами оптимізації технології вирощування проса, що визначають рівень його урожайності та якості в різних умовах Лісостепу України.

Бур'яни у посівах проса створюють серйозні труднощі на всіх етапах вирощування культури – від догляду за посівами до збирання врожаю й очищення зерна. Тому просо, більше ніж більшість інших сільськогосподарських культур, потребує підвищеної уваги до чистоти полів, своєчасного обробітку ґрунту, точного дотримання строків сівби та ретельного догляду [49].

Як зазначає дослідники [50], під час застосування гербіцидів слід враховувати, що лабораторна оцінка фітотоксичності не завжди збігається з результатами польових випробувань, оскільки у полі проявляється багато побічних факторів. Тому технологічна дисципліна у роботі з гербіцидами на 70% визначає їх ефективність. На повноту знищення бур'янів впливають: вміст органічної речовини у ґрунті, рівень його вологості, грудкуватість і щільність, фаза розвитку бур'янів, температура, якість розпилу робочого

розчину тощо.

Для отримання високого врожаю проса необхідно захистити посіви від бур'янів у найранніші фази розвитку. Велике значення має рівень живлення рослин: за належного забезпечення поживними речовинами просо ефективніше конкурує з бур'янами. Так, встановлено, що за умов без добрив кількість бур'янів перед збиранням становила 50 шт/м², тоді як на фонах NPK 90 і NPK 120 – лише 20–30 шт./м² [51].

Підтримання чистоти посівів є головною умовою отримання високих урожаїв. У посівах проса трапляється понад 28 видів бур'янів, найпоширенішими з яких є: волошка, повитиця, гірчиця, мокрець, осот, пастуша сумка, ромашка непахуча. Особливо небезпечні вони на ранніх стадіях росту – у звичайних рядкових посівах, де агротехнічні заходи боротьби ускладнені. Тому істотне підвищення врожайності забезпечує вміле застосування гербіцидів [52].

Дослідження та практика передових господарств підтверджують, що найкращий час для обробки посівів гербіцидами – фаза кущіння. У цей період бур'яни найуразливіші, а культура найменш чутлива до препаратів. Натомість у фазі стеблування чутливість проса до хімічного навантаження зростає – обприскування може спричинити часткову стерильність квіток і зниження озерненості волотей.

При значній засміченості посівів доцільно проводити дві обробки гербіцидами: на початку кущіння, у фазі повного кущіння – на початку виходу у трубку.

Найефективніше обприскування відбувається у теплі, ясні дні, переважно вранці або після 17:00, за температури 20–23 °С та швидкості вітру до 5 м/с. У прохолодну погоду (нижче 10–12 °С) або перед дощем обробку проводити недоцільно. Якщо дощ випав у день обприскування, обробку необхідно повторити [53, 54].

Серед найефективніших засобів захисту – гербіцид Лонтрел, який уже понад два десятиліття успішно застосовується. Він знищує як надземну, так і

підземну частину осотів, забезпечуючи чистоту поля протягом 2–3 років. Лонтрел також діє проти бур’янів родин складноцвітих, гречкових, зонтичних, пасльонових, гарбузових і бобових, не чинячи фітотоксичного впливу на культурні рослини [55].

Варто враховувати, що очищення поля від бур’янів позитивно впливає не лише на врожайність проса, а й на загальний рівень окультурення ґрунту та врожай наступних культур.

Таким чином, застосування гербіцидів у посівах проса, особливо на звичайних рядкових посівах, є обов’язковим елементом сучасної технології вирощування культури, який забезпечує чистоту полів, високу врожайність і якість зерна [56].

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сорт Чабанівське. Оригінатор: Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН» [51].

Автори: І.В. Яшовський, Л.К. Тараненко, О.В. Синицина, А.М. Проданик, Л.А. Мельник.

Сорт амілопектинового проса «Чабанівське» – це перший вітчизняний восковидний сорт нового напряму використання, який придатний не лише для харчової промисловості, але й для фармакологічної, текстильної, паперової, металургійної, нафтогазовидобувної галузей, а також для виробництва біопалива.

Сорт створено методом індивідуального добору з гібридних популяцій, отриманих від схрещування wx-зразка із колекції ВІР (каталог № 9213) та селекційної лінії складного гібридного походження власної селекції – лінії 372-00.

Ранньостиглий: тривалість вегетаційного періоду становить 72–78 днів.

Високоврожайний – потенційна врожайність зерна сягає 4,8–5,5 т/га.

Належить до різновидності aureum.

Рослини середньорослі (100–120 см), стійкі до вилягання.

Зернівка має жовте забарвлення, середню за розміром форму; маса 1000 зерен – 7,8–8,0 г, плівчастість – 17,5–18,0%.

Вихід крупи становить 76–78%, а вміст протеїну в зерні – 12,4–14,0%.

Сорт характеризується комплексом цінних господарських ознак:

– амілопектиновий тип крохмалю,

– висока посухостійкість,

– стійкість до осипання і вилягання,

– стабільна врожайність,

– ранньостиглість, що забезпечує надійне достигання врожаю навіть у посушливих умовах.

З 2015 року включений до Реєстру сортів рослин України та рекомендований для вирощування в зоні Лісостепу [57].

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту

Дослідження проводили у 2025 році на дослідному полі Уманського державного аграрного університету, у межах польової сівозміни кафедри рослинництва.

Ґрунтово-кліматичні умови району відповідають типовим характеристикам зони Правобережного Лісостепу України. Процес ґрунтоутворення тут відбувається за лісостеповим типом, що зумовлює формування вилугованих чорноземів [58].

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений чорноземом опідзоленим важкосуглинковим на лесовій породі.

У верхньому (орному) шарі вміст гумусу становить 3,2–3,5%, що свідчить про достатню забезпеченість органічною речовиною.

Характерною рисою цього типу чорнозему є глибоке промивання карбонатів, які залягають на глибині 50–70 см нижче гумусового горизонту.

Загальна потужність ґрунтового профілю, включно з горизонтом P(h)k, сягає 140–160 см. Ґрунт має помірно щільну структуру, однорідний гранулометричний склад і високий ступінь насиченості основами – 87–97%.

Потенційна кислотність коливається в межах 1,8–4,2 смоль/кг ґрунту, а ємність катіонного обміну у верхньому горизонті становить 28–35 смоль/кг, що вказує на добру буферність і стабільність ґрунту.

За вмістом елементів живлення чорнозем опідзолений характеризується середнім або дещо зниженим рівнем рухомих форм фосфору і калію, а також недостатнім забезпеченням азотом, який легко гідролізується.

У цілому, чорноземні ґрунти Уманського регіону відзначаються високим потенціалом родючості. За умов дотримання зональних технологічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур вони здатні забезпечити врожайність проса на рівні 40–45 ц/га з отриманням зерна високої якості.

3.2. Погодні умови

Територіальне розташування та кліматичні умови дослідної ділянки

Дослідне поле Уманського державного аграрного університету знаходиться у Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бугського округу Правобережного Лісостепу України.

Основними кліматичними факторами формування агроландшафтів у цьому регіоні виступають сонячна радіація та опади. За кількістю атмосферних опадів територія належить до зони недостатнього зволоження, до якої входять південні райони Вінницької, Черкаської та Кіровоградської областей [65].

Клімат – помірно континентальний, із чітко вираженими коливаннями температур між роками й навіть упродовж доби. Для регіону характерна нестача атмосферної вологи, часті посушливі періоди (у 2–3, а подекуди й 3–5 років із десяти).

Агрокліматичну характеристику місцевості підтверджують багаторічні спостереження Уманської метеостанції (табл. 1).

Середня температура повітря у травні–червні становить 18–22 °С, у липні–серпні – 23–25 °С. Літо супроводжується тривалими дощами, переважно зливового характеру, що спричиняють поверхневий стік води і розвиток водної ерозії ґрунтів.

Таблиця 1

Погодні умови в 2025 р. *(за даними метеостанції Умань)*

Сума опадів, *мм*					
Місяць	Декади			Всього за місяць	Середня багаторічна
	I	II	III		
Квітень	0,0	26,4	29,8	56,2	**41**
Травень	6,2	0,0	35,6	41,8	**52**
Червень	14,0	42,5	0,0	56,5	**81**
Липень	0,4	0,0	17,5	17,9	**68**
Серпень	17,7	0,0	0,0	17,7	**49**
Вересень	2,2	9,9	0,0	12,1	**61**
Середня температура повітря, *°С*					
Місяць	декади			Середня за місяць	Середня багаторічна
	I	II	III		
Квітень	14,3	12,8	11,8	13,0	**9,7**
Травень	14,7	12,6	18,4	15,2	**15,4**
Червень	21,6	20,3	21,8	21,2	**19,0**
Липень	24,2	27,5	21,4	24,4	**20,9**
Серпень	21,6	22,7	24,9	23,1	**20,1**
Вересень	21,2	19,9	17,9	19,7	**14,5**
Відносна вологість повітря, *%*					
Місяць	декади			Середня за місяць	Середня багаторічна
	I	II	III		
Квітень	60	70	72	67	**68**
Травень	55	55	59	56	**64**
Червень	68	77	63	69	**66**
Липень	58	54	67	60	**67**
Серпень	68	56	46	57	**68**
Вересень	45	57	64	55	**66**

Кліматичні умови відзначаються значною мінливістю: температура повітря може різко змінюватися як протягом року, так і між сезонами. Весна настає швидко, перехід від зими до тепла супроводжується стрімким підвищенням температури, що сприяє активній вегетації культур, однак можливі зворотні похолодання та приморозки.

Перші осінні заморозки зазвичай спостерігаються в кінці третьої декади вересня, тоді як останні весняні припадають на першу декаду травня.

Перехід середньодобової температури повітря через 0 °С відбувається 15–20 березня, через +5 °С – у першій декаді квітня, а восени – у першій декаді жовтня.

Перехід через +10 °С спостерігається наприкінці квітня, а в зворотному напрямку – на початку жовтня.

Кінець вегетаційного періоду збігається з настанням похмурої та дощової погоди наприкінці жовтня, коли температура повітря знижується до +5 °С.

Сума активних температур (вище +10 °С) у середньому становить 2600 °С, чого достатньо для достигання всіх польових культур, за винятком пізньостиглих гібридів кукурудзи та сорго.

Тривалість вегетаційного періоду у межах Черкаської області становить близько 205 днів, із них 160–165 днів характеризуються температурами вище +10 °С.

Інтенсивність надходження сонячної енергії змінюється від 167–176 Дж/см² на півночі до 188–198 Дж/см² на півдні регіону.

Головним лімітуючим фактором сільськогосподарського виробництва в умовах південного Лісостепу є волога.

Середньорічна кількість опадів становить близько 633 мм, проте між роками спостерігаються значні коливання.

Гідротермічний коефіцієнт (Висоцького) дорівнює 1,1–1,2, що свідчить про незначну перевагу опадів над випаровуванням і визначає клімат як недостатньо зволожений.

Водночас слід ураховувати, що загальна річна кількість опадів не

відображає повною мірою небезпеку посух, оскільки вирішальне значення має їх сезонний розподіл.

Близько 70% річної норми припадає на теплий період (квітень–жовтень), що загалом є сприятливим для розвитку культур, однак зливовий характер опадів улітку зменшує їх ефективність через високе випаровування і поверхневий стік.

Узагальнюючи ці кліматичні показники, можна зазначити, що попри високу забезпеченість теплом і світлом, клімат південної частини Правобережного Лісостепу характеризується дефіцитом вологи й сухістю повітря у літній період.

Період проведення досліджень збігався з різними варіаціями температури, кількості опадів і вологості повітря, що дало можливість всебічно оцінити вплив метеорологічних факторів на ростові процеси та врожайність проса.

Так, у 2024–2025 сільськогосподарському році загальний дефіцит опадів не спостерігався – сума перевищила середньобагаторічну норму на 59,2 мм, проте у період вегетації проса опадів випало на 31% менше норми (на 88,3 мм).

Надходження вологи впродовж весняно-літнього періоду було вкрай нерівномірним: на час сівби і появи сходів нестача становила лише 8,4 мм, тоді як у липні–серпні дефіцит зріс до 73 мм (64%).

При цьому опади переважно мали зливовий характер, тому волога не проникала глибоко у ґрунт і швидко втрачалася через випаровування.

Одночасно вегетаційний період супроводжувався підвищенням температурного режиму: у травні – на 2,5 °С, у червні та серпні – на 2,4 °С, а в липні – на 2,6 °С вище норми.

Такі погодні умови негативно вплинули на розвиток рослин і врожайність.

У цілому агрокліматичні умови регіону залишаються сприятливими для вирощування проса, хоча серед несприятливих факторів варто відзначити можливі заморозки в травні та тривалі періоди літньої посухи, які знижують продуктивність більшості польових культур.

3.3. Схема досліду

Відповідно до поставленої мети досліджень закладали польові досліди за наступною схемою (табл. 2):

Таблиця 2

Схема досліджень

Фон живлення *(фактор А)*	Строк сівби *(фактор В)*
Без добрив (контроль)	весняний
	літній
$N_{30}P_{30}K_{30}$	весняний
	літній
$N_{60}P_{60}K_{60}$	весняний
	літній

Площа облікової ділянки 54 м^2. Повторностей три. Розміщення ділянок рендомізоване.

3.4. Технологія вирощування проса в досліді

Попередником досліджуваної культури була озима пшениця [2].

Основний обробіток ґрунту складався з лущення стерні дисковими лущильниками на глибину 8–10 см відразу після збирання попередника та подальшої зяблевої оранки на глибину 20–22 см. Такий обробіток сприяв збереженню вологи в орному шарі, знищенню падалиці та бур’янів, а також поліпшенню агрофізичних властивостей ґрунту.

Весняно-передпосівна підготовка включала боронування зябу важкими боронами у два сліди (поперек напрямку оранки), а також дві культивації з

одночасним боронуванням: першу – на глибину 8–10 см, другу – на рівень загортання насіння.

Добрива (фактор А) – аміачна селітра, простий суперфосфат і каліймагнезія – вносили під передпосівну культивацію згідно із затвердженою схемою досліду, що забезпечувала рівномірне розподілення поживних речовин у верхньому шарі ґрунту.

Для сівби використовували насіння еліти сорту «Чабанівське», отримане з Науково-дослідного інституту круп'яних культур Подільського державного аграрно-технічного університету.

Строки сівби (фактор В): весняний – перша декада травня, літній – перша декада червня.

Сівбу проса проводили широкорядним способом сівалкою КЛЕН, агрегатованою з трактором ЮМЗ–6АКЛ, із нормою висіву 3 млн схожих насінин на гектар.

Догляд за посівами передбачав прикочування для поліпшення контакту насіння з ґрунтом, досходове боронування легкими боронами для знищення ґрунтової кірки та бур'янів, а також міжрядний обробіток у період вегетації для збереження вологи та покращення аерації ґрунту.

Збирання врожаю проводили у фазі, коли 80–85% зерен у волотях досягали повної стиглості.

Жнива здійснювали двохфазним способом: спочатку скошування у валки з висотою зрізу 15–20 см, а після підсихання зерна до вологості 15–16% – підбір і обмолот валків.

Такий порядок проведення робіт забезпечував мінімальні втрати зерна, оптимальне дозрівання насіння та збереження його високих посівних якостей.

3.5. Методика проведення досліджень

Облікові роботи, спостереження та аналітичні дослідження у проведених дослідах здійснювали відповідно до загальновизнаних наукових методик.

Оцінку впливу погодних чинників на ріст, розвиток і формування врожайності рослин проса проводили на основі метеорологічних спостережень станції м. Умань, де враховували температуру, опади, вологість та інші показники, що визначають перебіг вегетації.

Густоту стояння рослин визначали на постійно закріплених облікових ділянках на початку та в кінці вегетаційного періоду відповідно до методичних рекомендацій, викладених під редакцією В.О. Єщенка [59].

Польову схожість, повноту сходів та виживання рослин встановлювали згідно з методикою, також запропонованою у виданні під ред. В.О. Єщенка [59], що забезпечувало порівнянність результатів і достовірність отриманих даних.

Фенологічні спостереження проводили для фіксації настання основних фаз розвитку проса: сходів, кущіння, стеблування, викидання волоті, цвітіння та достигання [60]. Початком фази вважали появу ознаки у не менше ніж 10% рослин, а повною фазою – у 70%. На цій основі визначали тривалість міжфазних інтервалів і загальний період вегетації [61].

Площу листкової поверхні обчислювали методом висічок за методикою Л.П. Бочкарьової [62], що дозволяло оцінити фотосинтетичний потенціал посівів і динаміку наростання листкової маси.

Параметри елементів структури врожаю визначали за пробними снопами, які відбирали безпосередньо перед збиранням врожаю. Обробку матеріалу проводили відповідно до методичних розробок Л.П. Бочкарьової, З.М.

Грицаєнко та співавторів [61, 62].

Облік урожаю здійснювали суцільним методом збирання з кожної дослідної ділянки із подальшим зважуванням зерна. Отримані результати приводили до 100% чистоти та стандартної вологості для забезпечення об’єктивного порівняння між варіантами [59].

Масу 1000 зерен визначали шляхом ділення загальної маси проби на кількість насінин у ній і подальшого множення отриманого результату на 1000. Для підвищення точності використовували вісім повторень по 100 насінин без добору, з точністю до 0,01 г [59].

Технологічні показники якості зерна оцінювали за такими критеріями, як вирівняність і плівчастість, що визначають придатність зерна до переробки та його товарну якість [59].

Економічну ефективність технологічних заходів визначали за показниками виробничих витрат на 1 га, загального прибутку, собівартості 1 ц зерна та рівня рентабельності [63]. Розрахунок витрат здійснювали за технологічними картами у цінах 2025 року.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Потенційна ефективність мінеральних добрив у землеробстві є надзвичайно високою – за умови їх раціонального використання на фоні досконалої агротехніки вони здатні забезпечити до 50% приросту врожаю. Проте результати численних досліджень свідчать, що реально на формування врожаю використовується лише близько однієї четвертої внесених поживних речовин.

Основними причинами такої низької ефективності є порушення технологічних вимог під час підготовки добрив, вибору способів внесення, а також недосконаліть застосовуваних технічних засобів [45].

Намагаючись підвищити врожайність за рахунок збільшення доз мінеральних добрив у нестабільних кліматичних умовах Правобережного Лісостепу, господарства часто стикаються з низькою окупністю витрат. Згідно з даними науковців [22], внесення надмірних доз добрив у таких умовах є економічно неефективним і не забезпечує істотного приросту урожаю.

Разом із тим, результативність дії добрив істотно залежить від гідротермічного режиму року, строків сівби та моменту внесення поживних речовин. Так, за результатами ряду досліджень [4, 26], у роки з достатнім рівнем зволоження найвищі врожаї проса формуються при ранніх строках сівби на високому агрофоні. Водночас у посушливі періоди така закономірність згладжується або навіть змінюється – на підвищених фонах живлення за дефіциту вологи врожайність культури може помітно знижуватися [62].

Виходячи з цього, для визначення оптимального рівня мінерального

живлення за різних строків сівби просо сорту Чабанівське в ґрунтово-кліматичних умовах Правобережного Лісостепу, у 2025 році нами було закладено польовий експеримент, спрямований на оцінку взаємодії факторів живлення, строків сівби та погодних умов у формуванні продуктивності культури.

4.1. Схожість насіння та формування густоти посівів проса

Одним із провідних завдань при вирощуванні будь-якої польової культури є забезпечення високої польової схожості насіння та отримання дружніх, вирівняних сходів із максимальним виживанням рослин. Багаточисельні дослідження свідчать, що між рівнем польової схожості та урожайністю існує пряма залежність: кожне зниження схожості на 1% призводить до зменшення врожайності на 1,5–2,0%. Отже, своєчасна поява дружних сходів є одним із визначальних чинників формування високої продуктивності посівів [39].

Польова схожість проса формується під впливом комплексу чинників, серед яких провідними є генетичні особливості сорту, вологість посівного шару ґрунту, температурний режим у післяпосівний період та якість підготовки ґрунту до сівби.

Як зазначають окремі автори [3, 4], висівання проса у непрогрітий ґрунт спричинює затримку появи сходів, їх зрідження, а також посилене забур’янення, що зумовлює значне зниження урожайності.

Отже, аналіз численних наукових джерел дозволяє зробити висновок, що єдиного підходу щодо впливу строків сівби на польову схожість і виживання рослин проса не існує. Саме тому метою наших досліджень було виявлення закономірностей впливу рівня мінерального живлення та строків сівби на формування цих показників.

Для експериментів використовували насіння еліти сорту Чабанівське, отримане з Науково-дослідного інституту круп’яних культур Подільського державного аграрно-технічного університету, з такими показниками посівної якості: лабораторна схожість – 92%, енергія проростання – 82,5%, сила росту – 90,0%.

Як свідчать дані табл. 3, між факторами живлення та строками сівби простежується чітка взаємозалежність щодо рівня польової схожості та повноти сходів. У 2025 році весняні строки сівби забезпечили найкращі показники: 86,1–88,9% польової схожості і 93,6–96,6% повноти сходів, тоді як за літнього строку сівби вони знижувались до 79,9–81,0% і 86,8–88,0% відповідно.

Таблиця 3

Польова схожість та повнота сходів рослин проса залежно від фону живлення і строку сівби, %

Фон живлення	Строк сівби	Польова схожість	Повнота сходів
без добрив	весняний	87,0	94,6
	літній	80,3	87,3
$N_{30}P_{30}K_{30}$	весняний	88,9	96,6
	літній	81,0	88,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$	весняний	86,1	93,6
	літній	79,9	86,8

Таку відмінність пояснює вплив погодних умов у період сівби. У квітні кількість опадів перевищила середньобагаторічний показник на 6,5 мм, а температура повітря в першій декаді травня була оптимальною для проростання насіння, що забезпечило дружні, вирівняні сходи (див. табл. 1, 4).

У подальшому, протягом літа, тривалий дефіцит вологи разом із підвищеними температурами призвів до нерівномірних сходів і зниження польової схожості.

Щодо фонів мінерального живлення, спостерігалася помірна перевага варіантів з внесенням $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ над контрольним без добрив, де показники схожості та повноти сходів були на 0,7–1,9% і 0,8–2,1% нижчими відповідно.

Аналіз густоти посівів (табл. 4) показав, що при зміщенні строку сівби на літній період рівень виживання рослин до кінця вегетації помітно знижувався. За весняного строку цей показник становив 76,3–86,1%, а за літнього – лише 69,5–77,4%.

Таблиця 4

Густота та виживання рослин проса
залежно від фону живлення і строку сівби

Фон живлення	Строк сівби	Густота рослин, шт./м^2		Виживання, %
		початок вегетації	кінець вегетації	
без добрив	весняний	266,7	203,5	76,3
	літній	240,9	167,4	69,5
$N_{30}P_{30}K_{30}$	весняний	261,0	224,7	86,1
	літній	243,0	188,1	77,4
$N_{60}P_{60}K_{60}$	весняний	258,3	214,4	83,0
	літній	239,7	177,9	74,2

Загалом, підвищений фон живлення позитивно впливав на густоту стояння рослин, однак за варіантом $N_{60}P_{60}K_{60}$ вона була дещо нижчою, ніж при $N_{30}P_{30}K_{30}$, що узгоджується з результатами інших науковців [12, 39].

Зменшення густоти посівів під впливом високих доз добрив

зумовлюється підвищенням осмотичного тиску ґрунтового розчину, що спричинює плазмоліз проростків і коренів та знижує кількість насінин, здатних до успішного проростання.

4.2. Тривалість вегетаційного та міжфазних періодів рослин проса залежно від досліджуваних факторів

Тривалість вегетаційного періоду у рослин проса не є сталою величиною – вона змінюється під впливом біологічних особливостей сорту, погодно-кліматичних чинників, а також умов технології вирощування [2].

Просо на початкових етапах розвитку проростає лише одним первинним корінцем, а сходи формуються повільно. Упродовж раннього періоду росту (до появи 6–7 листків) темпи розвитку залишаються низькими, незалежно від строків або способу сівби, а також генетичних особливостей сорту. Це зумовлено тим, що насінина проса має незначний запас поживних речовин в ендоспермі, утворює лише один зародковий корінець, а первинні листки залишаються дрібними; відповідно, коренева система на цій стадії є слабкорозвиненою.

Фенологічні спостереження мають важливе значення для систематичного контролю стану посівів, що дозволяє своєчасно коригувати технологічні операції і формувати раціональні агротехнічні рекомендації з урахуванням конкретних умов року. Фази розвитку є зовнішнім відображенням внутрішніх процесів росту, тому їх точна фіксація має велике практичне значення.

За результатами наших досліджень встановлено, що на тривалість міжфазних періодів та загальний вегетаційний період проса впливали як агрометеорологічні умови року, так і досліджувані технологічні фактори (табл. 5).

Таблиця 5

Тривалість вегетації і міжфазних періодів у рослин проса залежно від фону живлення і строку сівби, дні

Фон живлення	Строк сівби	Міжфазні періоди					Період вегетації
		сівба-сходи	сходи-кущіння	кущіння-викидання волоті	викидання волоті-цвітіння	цвітіння-достигання	
без добрив	весняний	11	24	9	5	36	85
	літній	13	27	7	5	25	77
$N_{30}P_{30}K_{30}$	весняний	11	24	9	5	36	85
	літній	13	28	8	6	27	82
$N_{60}P_{60}K_{60}$	весняний	11	24	10	6	37	88
	літній	13	29	9	7	27	85

Так, незалежно від рівня мінерального живлення, період сівба–сходи за літнього строку сівби був довшим на 2 доби, ніж за весняного. Це пов’язано з несприятливим поєднанням температури та вологості ґрунту в час проведення літньої сівби. Подібна тенденція спостерігалась і в період сходи–кущіння, який при літньому строку був на 3–5 днів тривалішим, що свідчить про уповільнення ранніх етапів органогенезу через гідротермічний стрес.

Однак на наступних етапах розвитку спостерігалося прискорення темпів росту у варіантах літньої сівби: тривалість пізніших міжфазних періодів скорочувалась у порівнянні з весняним строком. Така закономірність пояснюється підвищеними температурами в літні місяці, які активізують фотосинтетичну діяльність і стимулюють прискорене проходження фенологічних фаз. Аналогічні висновки отримано і в роботах інших дослідників, які вказують, що за літніх строків сівби просо скорочує вегетаційний період завдяки прискореному росту і розвитку [4].

Згідно з нашими спостереженнями, тривалість повного вегетаційного періоду у варіантах із весняною сівбою була на 3–8 діб більшою, ніж у варіантах літньої сівби.

Щодо впливу мінерального живлення, встановлено, що підвищений фон ($N_{60}P_{60}K_{60}$) сприяв подовженню міжфазних інтервалів: за цього варіанту період вегетації становив 85–88 днів, тоді як на інших фонах – 77–85 днів. Подібне подовження розвитку можна пояснити позитивним впливом оптимального мінерального живлення, яке збалансовує ріст вегетативної маси та формування генеративних органів, що в підсумку сприяє підвищенню потенційної урожайності.

4.3. Особливості фотосинтетичної діяльності посівів проса залежно від фону живлення і строку сівби

Продукти фотосинтезу формують основну частину врожаю – до 90–95% сухої маси зеленої рослини. На інтенсивність фотосинтетичних процесів впливає ціла низка чинників: рівень освітленості, вміст CO_2 у повітрі, кількість і розмір хлоропластів у клітинах асиміляційної тканини, забезпечення мінеральним живленням, температура і вологість повітря, а також водний режим ґрунту. Через взаємодію цих факторів зв’язок між інтенсивністю фотосинтезу та біологічною продуктивністю рослин є надзвичайно складним. Зрештою, величина врожаю безпосередньо визначається розмірами та ефективністю роботи фотосинтетичного апарату рослини.

Сучасні дослідження підтверджують, що приблизно 95% сухої речовини утворюється саме внаслідок фотосинтетичної діяльності. Таким чином, фотосинтез відіграє ключову роль у формуванні врожайності сільськогосподарських культур [2].

Оптимально розвинуті посіви мають формувати листкову поверхню площею 40–50 тис. м²/га, що забезпечує максимальне поглинання сонячної енергії та засвоєння вуглекислого газу з атмосфери. При цьому площа листкової поверхні є величиною змінною і залежить від генетичного типу рослини, площі живлення, вологісного режиму, температури повітря, вологи ґрунту, архітектоніки листків, напрямку рядків, а також від тривалості вегетаційного періоду.

В умовах південного Лісостепу України просо формує вищу врожайність тоді, коли спостерігається активне наростання листкової маси на початку вегетації і повільне старіння листкової поверхні після фази викидання волоті. В роки з контрастними умовами зволоження площа листків на одиниці площі варіює значною мірою, а максимум розвитку листкової поверхні може

зміщуватись відносно основних фенологічних фаз.

У наших дослідженнях встановлено пряму залежність площі листкової поверхні однієї рослини проса від фонів мінерального живлення та строків сівби (табл. 6). Уже на стадії кущіння чітко проявлялася закономірність: із підвищенням рівня живлення площа листків збільшувалась – від 8,4–11,9 см²/рослину на контролі (без добрив) до 12,5–13,5 см²/рослину на фоні з найвищою нормою удобрення. Ця тенденція зберігалася і у фазі викидання волоті, коли листковий апарат досягав свого максимального розвитку.

Таблиця 6

Площа листкової поверхні рослин проса залежно від фону живлення і строку сівби, см²/рослину

Фон живлення	Строк сівби	Фаза розвитку		
		кущіння	викидання волоті	стиглість 50% зерен
без добрив	весняний	8,4	204,0	141,5
	літній	11,9	162,2	125,3
$N_{30}P_{30}K_{30}$	весняний	12,2	210,4	201,5
	літній	13,5	186,7	139,9
$N_{60}P_{60}K_{60}$	весняний	12,5	236,0	183,2
	літній	13,5	188,5	132,4

Однак, на етапі 50% стиглості зерна, коли частина листків починала відмирати, найбільшу площу листкової поверхні зафіксовано на середньому фоні живлення ($N_{30}P_{30}K_{30}$) – 139,9–201,5 см²/рослину, що перевищувало інші варіанти на 10–12%. Це пояснюється тим, що за цього рівня удобрення рослини формували оптимальну густоту стояння та мали достатнє забезпечення елементами живлення, що сприяло тривалішому функціонуванню фотосинтетичного апарату.

Загальна площа листків з розрахунку на гектар також залежала від строку сівби і зростала із підвищенням рівня живлення. Так, за весняної сівби площа листків на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$ була на 4,5–19,7% більшою, ніж у контрольних варіантах. У свою чергу, за літнього строку сівби найкращі результати відзначено на середньому фоні живлення ($N_{30}P_{30}K_{30}$), оскільки нестача вологи обмежувала позитивний ефект від вищих доз добрив (рис. 1).

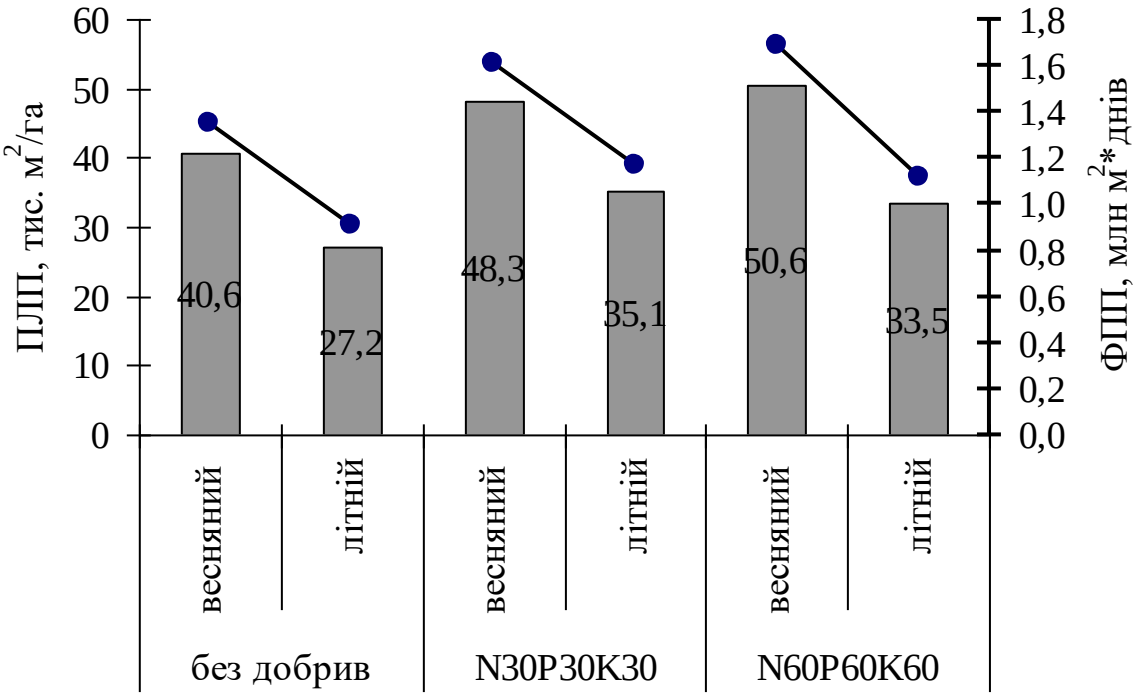


Рис. 1. Вплив фону живлення і строку сівби на особливості формування листкового апарату посівами проса (фаза викидання волоті):

– площа листкової поверхні (ПЛП);

– фотосинтетичний потенціал посіву (ФПП).

Першою реакцією рослин на надходження сонячної енергії є утворення листкового апарату, який дозволяє ефективно використовувати енергію світла. Водночас, важливо не лише сформувати оптимальні розміри фотосинтетичного апарату, а й зберегти його активність якомога довше. Для оцінки тривалості фотосинтетичної діяльності посіву використовують показник фотосинтетичного потенціалу посіву (ФПП), який розраховується як

сума площ листків за кожен день вегетації або як добуток середньої площі листків на тривалість активної вегетації [1].

У проведених дослідженнях ФПП посіву залежав як від фонів живлення, так і від строків сівби (див. рис. 4.1). За цим показником перевага належала весняним посівам, де значення становили 1,35–1,69 млн м²·днів, що на 40–50% вище, ніж за літнього строку сівби. Крім того, на удобрених фонах показник ФПП був вищим на 5,6–19,8%, що свідчить про активніше функціонування листкового апарату і триваліше збереження фотосинтетичної активності внаслідок покращеного живлення рослин.

4.4. Урожайність та якість зерна проса

Урожайність виступає головним інтегральним показником ефективності всіх проведених агротехнічних заходів, адже саме вона відображає сумарну дію всіх зовнішніх чинників, у межах яких проходить життєвий цикл рослин протягом усього періоду вегетації.

У структурі посівних площ зернових культур Лісостепу України частка проса за останні роки помітно зменшилась і нині становить лише 1,5–2%. Переважна більшість господарств вирощує цю культуру на невеликих ділянках (25–30 га), часто у складі збірних полів разом з іншими культурами. У таких випадках просо, як правило, має спільну систему удобрення та обробітку ґрунту з іншими культурами, що не сприяє підвищенню його продуктивності й погіршує якість зерна [2].

Одним із найінформативніших критеріїв, який відображає реакцію рослин проса на різні технологічні прийоми, є врожайність зерна, адже саме вона визначає доцільність застосування конкретних агротехнічних заходів [53].

Внесення мінеральних добрив чинить істотний вплив не лише на рівень

урожайності, а й на якісні та технологічні показники зерна. Просо добре реагує на рекомендовані норми удобрення, формуючи за їх використання високі прирости врожайності [1].

Велике значення при цьому мають погодні умови, особливо вологозабезпеченість і температурний режим упродовж вегетаційного періоду, які суттєво впливають на формування врожаю та хімічний склад зерна. Зокрема, встановлено, що вміст білка в зерні значною мірою залежить від кількості опадів у фазі цвітіння – початок дозрівання.

Враховуючи це, основним завданням наших досліджень було визначення можливостей вирощування проса в умовах Правобережного Лісостепу та оцінка впливу рівня мінерального живлення і строків сівби на формування елементів продуктивності та рівень урожайності районованого сорту Чабанівське.

Результати експериментальних досліджень дали змогу встановити певні закономірності (табл. 7).

Таблиця 7

Урожайність зерна проса залежно від фону живлення і строку сівби

Фон живлення (фактор А)	Строк сівби (фактор В)		Ефект дії ±			
	весняний	літній	строків сівби	взаємодії	фонів живлення	
без добрив (контроль)	2,65	1,44	1,21	–	–	–
$N_{30}P_{30}K_{30}$	3,60	1,73	1,87	0,66	0,95	0,29
$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,58	1,65	1,93	0,72	0,93	0,21
Середня	3,28	1,61	1,67	–		
	HIP_{05}		*0,10*	*0,17*	*0,12*	

За метеорологічними умовами 2025 рік не можна вважати сприятливим для росту і розвитку проса. У період сівби лише весняні посіви, завдяки достатній кількості опадів у квітні, мали оптимальну вологість посівного

шару, що забезпечило дружні й рівномірні сходи. У подальшому ж протягом літа спостерігався тривалий дефіцит вологи в поєднанні з підвищеними температурами, які значно перевищували середньобагаторічні показники. Хоча просо належить до посухостійких культур, ці несприятливі умови негативно позначились на рівні врожайності.

Залежно від строків сівби перевагу мали весняні варіанти, де урожайність зерна становила 2,65–3,60 т/га, що суттєво перевищувало результати літніх посівів – 1,44–1,73 т/га, при $НІР_{05}$ = 0,10 т/га (див. додаток А). За даними дисперсійного аналізу, частка впливу цього фактора була найбільшою – 49,5% (рис. 2).

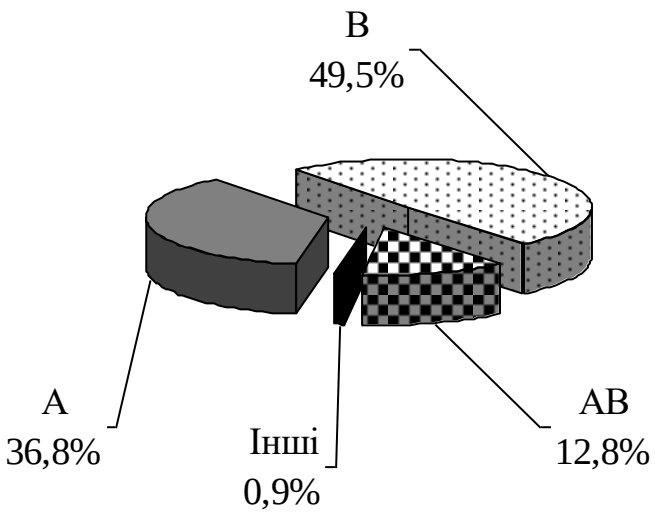


Рис. 2 Частка впливу факторів на урожайність зерна проса, 2025 р.

(А – фон живлення; В – строк сівби; АВ – взаємодія факторів)

Вплив фонів мінерального живлення на урожайність у 2025 році також був високим – його частка складала 36,8%. Найменший урожай отримано на контрольному варіанті без внесення добрив – 2,65 т/га за весняної та 1,44 т/га за літньої сівби, що було істотно нижчим у порівнянні з удобреними фонами.

Отже, результати свідчать, що комбінація раннього строку сівби з оптимальним мінеральним живленням є найефективнішою для підвищення

врожайності сорту Чабанівське в умовах південного Лісостепу України.

Найвищу урожайність зерна проса зафіксовано на середньому фоні живлення $N_{30}P_{30}K_{30}$ – вона становила 3,60 т/га за весняної сівби та 1,73 т/га за літньої. Це лише на 0,02–0,08 т/га більше, ніж у варіанті з підвищеним удобренням $N_{60}P_{60}K_{60}$, тобто різниця знаходиться в межах статистичної похибки. Таку незначну відмінність можна пояснити несприятливими кліматичними умовами року, коли через дефіцит вологи в ґрунті підвищений рівень живлення не зміг реалізувати свій потенціал щодо формування більшого врожаю.

У варіанті з високою нормою добрив через підвищену концентрацію ґрунтового розчину на початкових етапах росту спостерігали погіршення показників польової схожості, зменшення густоти стояння та виживання рослин за обох строків сівби. Згодом це поєдналося із прискореним старінням посівів, що й стало причиною зниження врожайності у порівнянні з середнім фоном живлення.

Технологічні властивості зерна проса визначаються можливістю його подальшої переробки та отримання якісних продуктів певного хімічного складу. Найціннішим вважається зерно, яке має високу масу 1000 зерен, рівномірну форму та низький рівень плівчастості. Хоча ці показники переважно генетично зумовлені, їх величина може істотно коливатися залежно від ґрунтово-кліматичних умов, рівня агротехніки та забезпеченості поживними речовинами [2].

Згідно з даними літературних джерел [28], на технологічні показники якості врожаю сільськогосподарських культур істотно впливають як фони живлення, так і умови року, за яких формувався урожай.

Маса 1000 зерен є одним із базових показників, який безпосередньо пов’язаний із рівнем урожайності. Зерно з вищими технологічними характеристиками забезпечує кращу якість продукції при переробці. Тому під час сівби проса доцільно використовувати крупне, добре виповнене насіння,

яке забезпечує високу польову схожість, рівномірні сходи та, відповідно, стабільний урожай.

На підставі аналізу даних можна стверджувати, що маса 1000 зерен є стійкою, генетично закріпленою ознакою, яка лише незначно змінюється під впливом удобрення, строку сівби або ступеня засміченості посівів. За результатами наших спостережень, найповновагіше зерно формувалось за весняного строку сівби у варіантах із внесенням $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ (табл. 8). У цих варіантах маса 1000 зерен перевищувала контроль без добрив на 1,5–5,9% за обох строків сівби. Водночас, усі отримані значення знаходилися в межах сортових характеристик для Чабанівського.

Таблиця 8

Фізичні і технологічні показники якості зерна проса залежно від фону живлення і строку сівби

Фон живлення	Строк сівби	Маса 1000 насінин, г	Плівчастість, %	Вирівняність, %
без добрив	весняний	7,82	16,3	92,0
	літній	7,49	16,2	84,2
$N_{30}P_{30}K_{30}$	весняний	8,28	16,5	96,0
	літній	7,87	16,4	85,4
$N_{60}P_{60}K_{60}$	весняний	8,11	16,5	95,2
	літній	7,60	16,4	84,6

Оскільки плівка зерна є малопоживною складовою, її частку оцінюють при визначенні харчової та кормової якості врожаю. Показник плівчастості визначають як відсоткове співвідношення маси плівок до загальної маси зерна [2]. Збільшення цього показника вважається негативним, оскільки воно

погіршує якість урожаю.

У наших дослідженнях плівчастість зерна проса значною мірою визначалася генетичними особливостями сорту, а варіювання між варіантами було незначним. Дещо нижчі значення спостерігали на середніх і високих фонах живлення, а також за весняного строку сівби. Водночас кореляційний аналіз показав, що цей показник має пряму залежність від маси 1000 зерен ($r = 0,887 \pm 0,041$): тобто чим важче зерно, тим більша товстоплівчастість.

Під терміном “вирівняність насіння” розуміють однорідність зерен за розміром і масою. Цього досягають шляхом сортування або калібрування насіння. Вирівняне насіння забезпечує рівномірні сходи та підвищує якість кінцевої продукції під час переробки [1].

У наших дослідженнях рівень вирівняності зерна проса найбільшою мірою залежав від фону мінерального живлення. На удобрених варіантах цей показник становив 95,2–96,0% за весняної та 84,6–85,4% за літньої сівби, що на 0,4–4,0 процентних пункти перевищувало контроль. Водночас, слід підкреслити помітну перевагу весняної сівби, яка забезпечила формування більш якісного, вирівняного зерна у порівнянні з літньою.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ФОНУ ЖИВЛЕННЯ ТА СТРОКУ СІВБИ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ПРОСА

В умовах сучасної інтенсифікації аграрного виробництва першочерговим завданням є не лише підвищення врожайності сільськогосподарських культур, а й зменшення матеріальних, трудових і енергетичних витрат на виробництво одиниці продукції. Ця проблема особливо актуальна нині, коли через дефіцит енергоносіїв, ціновий диспаритет та нестабільність ринкової кон'юнктури істотно знижується прибутковість сільськогосподарських підприємств.

У зв'язку з цим, в умовах Південного Лісостепу України, удосконалення технології вирощування просо як високопоживної круп'яної культури шляхом оптимізації системи мінерального живлення з урахуванням строку сівби є дієвим способом підвищення врожайності, зменшення витрат енергії та праці й, відповідно, зростання економічної ефективності виробництва.

Економічну ефективність визначали за показником вартості додаткової продукції, отриманої в результаті застосування досліджуваних елементів технології – у нашому випадку, норм мінерального живлення та строків сівби. Із цієї вартості віднімали витрати на добрива, їх транспортування, зберігання, внесення та збирання додаткового врожаю, що дозволило обчислити чистий економічний ефект від застосованих агротехнічних заходів.

Ринкову вартість продукції визначали, виходячи з біржових цін на зерно, які діяли в Україні у 2025 році, а також враховуючи законодавчо встановлений мінімальний рівень оплати праці виробничого персоналу станом на 1 січня того ж року.

Вартість мінеральних добрив розраховували за оптовими цінами, за якими вони реалізовувались сільськогосподарським виробникам, із

додатковим урахуванням логістичних витрат, націнок постачальників, витрат на зберігання та підготовку до внесення.

Як зазначають дослідники [2], економічно обґрунтовані норми добрив слід визначати за показником виходу додаткової продукції на одиницю діючої речовини. Саме ці розрахункові коефіцієнти ми використали при визначенні економічної ефективності застосування різних норм мінерального живлення у поєднанні з відповідними строками сівби.

Проведені розрахунки засвідчили, що норми добрив і строки сівби суттєво впливають на економічні показники вирощування проса в умовах Південного Лісостепу України (табл. 9, додаток Б).

Так, у 2025 році весняний строк сівби виявився найефективнішим: урожайність зерна становила 2,65–3,60 т/га, що істотно перевищувало показники літньої сівби (1,44–1,73 т/га). Відповідно, економічна ефективність весняних посівів була значно вищою: чистий прибуток сягав 3623,75–4559,93 грн/га, тоді як за літнього строку він був у межах 24,15–688,93 грн/га.

Щодо норм мінерального живлення, то виявлено чітку перевагу середнього фону $N_{30}P_{30}K_{30}$, на якому собівартість 1 ц зерна була мінімальною, а прибуток і рівень рентабельності – найвищими.

Водночас, за результатами досліджень встановлено, що максимальні норми удобрення ($N_{60}P_{60}K_{60}$), попри отримані помітні прирости врожаю у порівнянні з контролем без добрив, виявилися економічно невигідними за умов літньої сівби, оскільки призводили до збитків у розмірі близько 1769 грн/га.

Отже, оптимальним варіантом для забезпечення високої продуктивності та прибутковості вирощування проса в умовах Південного Лісостепу України є весняна сівба на фоні середнього рівня мінерального живлення ($N_{30}P_{30}K_{30}$), що забезпечує найкраще співвідношення врожайності, витрат і економічної віддачі.

Таблиця 9

Економічна ефективність вирощування зерна проса залежно від фону живлення і строку сівби

Фон живлення	Строк сівби	Урожайність, ц/га	Вартість продукції, грн/га	Затрати на 1 га, грн	Собівартість 1 ц зерна, грн	Прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
без добрив	весняний	2,65	6466,00	2842,25	1072,55	3623,75	127
	літній	1,44	3513,60	2824,67	1961,58	688,93	24
$N_{30}P_{30}K_{30}$	весняний	3,60	8784,00	4224,22	1173,40	4559,78	108
	літній	1,73	4221,20	4197,05	2426,04	24,15	1
$N_{60}P_{60}K_{60}$	весняний	3,58	8735,20	5823,02	1626,54	2912,18	50
	літній	1,65	4026,00	5794,98	3512,11	-1768,98	-31

РОЗДІЛ 6.
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання виробничих небезпек

У сучасних технологічних схемах вирощування проса використовують різноманітні форми мінеральних добрив, серед яких найпоширенішими є аміачна селітра, гранульований суперфосфат та сірчанокислий калій. Варто зазначити, що простий гранульований суперфосфат належить до агресивних речовин, оскільки містить вільну фосфорну кислоту. Пари цієї кислоти можуть подразнювати слизові оболонки носа, а при тривалому контакті – спричиняти руйнування емалі зубів [64].

Внесення мінеральних добрив у ґрунт проводиться агрегатом МТЗ-80 з розкидачем МВУ-0,5, а безпосереднє внесення під час сівби здійснюється агрегатом ЮМЗ-6КЛ у комплекті з сівалкою КЛЕН. У процесі роботи агрегати подрібнюють гранули, що призводить до утворення значної кількості пилу. Така запиленість становить небезпечний виробничий фактор, адже тривале вдихання частинок добрив може стати причиною захворювань шкіри (дерматозів), кон’юнктивіту, а при потраплянні пилу у носову порожнину – кровотеч та подразнень слизових оболонок.

Крім цього, робоче місце механізатора за недотримання вимог ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Загальні вимоги безпеки» характеризується рівнем шуму 105–115 дБ, що значно перевищує допустиму норму 85 дБ. До небезпечних травмуючих факторів також належать незахищені робочі органи машин, відкриті обертові механізми, відсутність захисних кожухів та огороджень рухомих частин.

Випадки травмування або отруєння працівників у процесі роботи

зазвичай є наслідком недотримання інструкцій з охорони праці та порушення трудової дисципліни.

Організація охорони праці передбачає, що до початку роботи всі працівники проходять попередній медичний огляд, а також первинний і повторний інструктажі згідно з ДНАОП 0.00-4.12-99 «Типове положення про навчання з охорони праці». За потреби організовується спеціальне навчання з питань безпечного виконання робіт.

Перед виїздом у поле спеціальна комісія, до складу якої входять інженер з охорони праці, керівник робіт і тракторист, проводить технічний огляд агрегату відповідно до заводських інструкцій та вимог ГОСТ 12.2.019-88 ССБТ «Трактори і машини для внесення мінеральних добрив. Загальні вимоги безпеки».

Під час польового огляду агроном визначає маршрути руху агрегатів, небезпечні ділянки, поворотні смуги, а також місце для дозаправки. Усі працівники забезпечуються спеціальним одягом і взуттям, захисними окулярами типу ПО-1 або ПО-2, а також респіраторами РУ-60М із патронами марки «А» для захисту органів дихання.

На полі обов’язково обладнується зона відпочинку, де має бути закритий бачок з питною водою, умивальник, рушник та мило. Для осіб, які постійно працюють із мінеральними добривами, передбачено безкоштовне харчування та видачу 0,5 л молока щодня для зниження шкідливого впливу хімічних речовин.

Такі організаційно-технічні заходи істотно сприяють зменшенню ризику травматизму, покращують умови праці механізаторів і забезпечують високу якість виконання робіт під час внесення добрив і сівби проса. Водночас у практиці сільськогосподарських підприємств ще мають місце порушення вимог безпеки: не завжди проводяться необхідні інструктажі та медогляди, працівники часто не забезпечені засобами індивідуального захисту, а технічний стан машин не відповідає вимогам

ГОСТ 12.2.019-88 ССБТ.

З метою підвищення рівня охорони праці і усунення виявлених недоліків доцільно:

– регламентувати тривалість робочого часу при роботі з мінеральними добривами;

– запровадити систему матеріального стимулювання механізаторів, які суворо дотримуються правил безпеки;

– посилити контроль за виконанням нормативних актів з охорони праці та технічного обслуговування машин.

Реалізація таких заходів дозволить зменшити виробничі ризики, запобігти травмуванню працівників і підвищити культуру безпечної праці у процесі вирощування проса.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища

Однією з ключових передумов сталого економічного та соціального розвитку України є охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини. Підтримання екологічної рівноваги і гарантування безпечного середовища існування належать до основних обов’язків держави, що закріплено у чинному законодавстві.

Правові засади охорони довкілля визначаються низкою нормативно-правових актів, серед яких Конституція України (статті 13, 16, 36), Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», Закон України «Про екологічну експертизу», а також земельний, водний, лісовий кодекси та Кодекс України про надра, які спільно формують екологічне право держави. Основним завданням цих законодавчих актів є забезпечення

правових, екологічних і соціальних умов збереження природи в інтересах нинішнього та майбутніх поколінь.

Безпосереднє управління у сфері охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання природних ресурсів здійснюють Міністерство охорони навколишнього природного середовища України та органи громадського управління, які координують діяльність на місцях.

Ґрунт – це основний засіб сільськогосподарського виробництва, стан якого безпосередньо визначає продуктивність агроекосистем. Саме він є основою біологічних кругообігів речовин у агросфері, забезпечує накопичення вологи, поживних елементів і є середовищем життєдіяльності ґрунтової біоти [65].

Головним напрямом збереження родючості ґрунтів є протиерозійний захист, який включає систему ґрунтозахисних і вологозберігаючих агротехнічних заходів. У регіонах, де спостерігається комбінована дія водної та вітрової ерозій, найефективнішими є: безполицевий обробіток, мульчування поверхні, смугове розміщення посівів, висівання лісосмуг, створення полезахисних насаджень, заліснення схилів, регулювання випасу худоби та використання структуроутворювальних полімерів, що підвищують стійкість ґрунтів до руйнування під дією води й вітру.

Для підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь і зменшення негативного впливу засоленості доцільно проводити меліорацію солонцевих і засолених ґрунтів. Найбільш ефективними заходами вважаються: глибокий обробіток ґрунту з урахуванням його фізичних властивостей, висівання солестійких культур, а також застосування хімічної меліорації.

Щоб зменшити переущільнення орного шару, спричинене ходовими системами сільськогосподарської техніки, рекомендується використовувати гусеничні трактори, зменшувати кількість проходів техніки та мінімізувати обробіток ґрунту. Для отримання достовірних даних щодо якості ґрунтів, в Україні здійснюється державний моніторинг, який охоплює 9 стаціонарних

станцій, що контролюють рівень пестицидного забруднення, і 8 станцій, які аналізують вміст важких металів у ґрунтах міських районів. Окрім того, Міністерство аграрної політики контролює забруднення пестицидами та добривами через понад 900 спеціалізованих лабораторних установок.

Таким чином, раціональне використання земельних ресурсів, захист ґрунтів і постійне підвищення їх родючості становлять основу екологічного добробуту суспільства. Кожен землекористувач зобов'язаний передати землю майбутнім поколінням у належному, екологічно безпечному стані.

Сьогодні особливо актуальним є розширення масштабів наукових досліджень, спрямованих на раціональне використання природних ресурсів і формування агроекосистем біологічного типу, у яких домінує біологізація технологічних процесів.

Останніми роками все ширше впроваджується система точного землеробства, головна мета якої – оптимізація використання ресурсів (насіння, добрив, засобів захисту) відповідно до індивідуальних особливостей кожної ділянки поля. Такий підхід дозволяє знизити витрати технологічних матеріалів, підвищити ефективність агровиробництва та мінімізувати шкоду для довкілля. В умовах України точне землеробство перебуває на етапі становлення, однак має значний потенціал розвитку і може стати ключовим напрямом оптимізації землекористування.

Одним із його різновидів є біологічне землеробство, що базується на використанні виключно органічних добрив – таких як перегній, торф, сапропелі, сидерати, вторинна сировина рослинництва. Ця система повністю виключає застосування пестицидів та неякісних мінеральних добрив, натомість вимагає суворого дотримання термінів обробітку, біологічних методів захисту рослин і екологічно збалансованих прийомів догляду за посівами.

Отже, впровадження точного та біологічного землеробства є важливим кроком до формування стійких агроекосистем, які забезпечать підвищення

продуктивності, збереження природних ресурсів та екологічну безпеку для майбутніх поколінь.

Попри активне впровадження альтернативних методів захисту рослин, повністю відмовитися від хімічного методу наразі не змогла жодна країна світу. Тому в умовах масового використання пестицидів особливої ваги набуває розроблення та впровадження раціональних, екологічно безпечних прийомів їх застосування, що мінімізують негативний вплив на людину і довкілля.

Поряд із цим, науково обґрунтоване застосування мінеральних добрив дає змогу вирішити низку актуальних завдань: підвищення вмісту білка в рослинній продукції, інтенсифікацію фотосинтетичних процесів, покращення фіксації атмосферного азоту, розвиток біотехнологічних методів селекції та виробництва продуктів харчування, а також боротьбу з ерозійними процесами і мінімізацію негативного впливу сільськогосподарської техніки на ґрунт.

Відомий агрохімік Д. М. Прянишніков підкреслював, що жодна кількість добрив не замінить нестачу знань, наголошуючи на необхідності підготовки освічених фахівців, здатних використовувати агрохімію розумно і екологічно безпечно.

Екологічні проблеми агрохімії, як частини глобального питання збереження біосфери, стали особливо помітними у період інтенсивного зростання виробництва добрив у другій половині XX століття. Нині ці виклики мають глобальний характер і потребують міжнародної співпраці у сфері сталого агровиробництва.

Запровадження принципів екологічно збалансованого землеробства дозволить одночасно отримувати високі врожаї, зберігати стабільність агроландшафтів і забезпечувати поступовий перехід до сталого розвитку агроекосистем, що є запорукою екологічної безпеки і продовольчої стабільності.

ВИСНОВКИ

1. Польова схожість і повнота сходів мали суттєву залежність від строків сівби: за весняної сівби їх значення були вищими й становили 86,1–88,9% та 93,6–96,6% відповідно. У свою чергу, за літнього строку ці показники знижувалися до 79,9–81,0% і 86,8–88,0%, що свідчить про зменшення виживання рослин наприкінці вегетації на 6,8–8,7 процентних пунктів у порівнянні з весняними посівами.
2. Тривалість вегетаційного періоду проса, висіяного навесні, була на 3–8 днів довшою, ніж у посівів літнього строку. Серед досліджуваних фонів живлення найкращі результати показав підвищений фон $N_{60}P_{60}K_{60}$, за якого після утворення стабільних сходів міжфазні періоди подовжувалися на 3–8 днів, що свідчить про активніший розвиток рослин і повільніше старіння їх листового апарату.
3. Із підвищенням рівня мінерального живлення відзначено пропорційне зростання площі листкової поверхні. У фазі 50% стиглості зерна, коли почалося природне підсихання частини листя, середній фон живлення ($N_{30}P_{30}K_{30}$) забезпечував найбільшу площу листя при обох строках сівби – 139,9–201,5 см² на рослину, що на 10–12% перевищувало інші варіанти. Це свідчить про оптимальне співвідношення між забезпеченням елементами живлення та густотою посіву.
4. Загальна листкова поверхня на гектар зростала відповідно до підвищення фону живлення та строків сівби. Найвищі показники спостерігались на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$, де площа листя перевищувала інші варіанти на 4,5–19,7% за весняної сівби. Водночас у літніх посівах оптимальні результати отримано на середньому фоні $N_{30}P_{30}K_{30}$, оскільки нестача вологи обмежувала позитивний ефект підвищених доз добрив.
5. Рівень урожайності проса значною мірою залежав як від строку сівби, так і від умов живлення. Найвищі показники формували весняні посіви, де врожайність становила 2,65–3,28 т/га. Частка впливу цього фактора,

за результатами дисперсійного аналізу, була найбільшою – 49,5%. Серед фонів живлення найефективнішим виявився $N_{30}P_{30}K_{30}$, за якого врожайність досягала 3,60 т/га у весняному варіанті та 1,73 т/га – у літньому. Частка впливу цього фактора складала 36,8%.

6. Технологічні показники якості зерна проса були найкращими за весняної сівби на фоні $N_{30}P_{30}K_{30}$, що забезпечило високу вирівняність, меншу плівчастість та більшу масу 1000 зерен, характерну для сорту Чабанівське.
7. За підсумками економічних розрахунків встановлено, що найбільш ефективним варіантом є весняний строк сівби на фоні $N_{30}P_{30}K_{30}$, який забезпечив максимальний чистий прибуток – 4559,78 грн/га при рівні рентабельності 108%, що підтверджує доцільність саме такого поєднання агротехнічних заходів для умов Південного Лісостепу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – 3-е видання, виправлене. Київ: Центр Навчальної літератури, 2014. 808 с.
2. Агробіологічні та екологічні основи насіннєзнавства проса. Частина І. Добір попередників і оптимізація системи удобрення: монографія [Текст]. С. П. Полторецький, В. Я. Білоножко, Н. М. Полторецька, А. П. Березовський; за ред. С. П. Полторецького. Умань: Видавничо-поліграфічний центр "Візаві", 2016. 256 с.
3. Полторецький С. П. Порівняльна оцінка впливу комплексної дії попередників і удобрення на посівні якості та врожайні властивості насіння проса. С. П. Полторецький. Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань, 2014. Вип. 84. Ч. 1: Агрономія. С. 44–53.
4. Опанасенко І.М., Циганко В.А., Штельма А.М. Особливості сортової агротехніки проса // Селекція і насінництво. 2011. Вип. 70. С. 75-77.
5. Федорчук А. М. Оптимізація елементів технології вирощування проса посівного (Panicum miliaceum L.) в умовах Полісся. А. М. Федорчук. Вісник Поліського національного університету. Серія: Технічні науки, 2023. № 1(33). С. 45–52.
6. Нікітенко М. П. Вплив біопрепаратів на урожайність проса посівного. М. П. Нікітенко. Агроном, 2020. № 2. С. 34–38.
7. Гамаюнова В.В., Філіп’єв І.Д., Підручна О.В. Еколого-економічні аспекти застосування добрив у зрошувальному землеробстві // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомч. темат. наук. збірн. Спец. вип. до VI з’їзду УТГА. Харків, 2012. С. 53-55.
8. Wang Y., Li X., Zhang J. та ін. Effects of Nitrogen Fertilization and Plant Density on Proso Millet (Panicum miliaceum L.) Yield and Quality. Y. Wang, X. Li, J. Zhang, L. Chen, H. Liu. Agriculture, 2023. Vol. 13. № 9. P. 1657. DOI:

https://doi.org/10.3390/agriculture13091657.

9. Liu Y., Zhang H., Wang J. та ін. Nitrogen fertilizer affects the cooking quality and starch properties of proso millet (Panicum miliaceum L.). Y. Liu, H. Zhang, J. Wang, X. Li, Y. Zhao. Food Science & Nutrition, 2023. Vol. 11. № 12. P. 7562–7573. DOI: https://doi.org/10.1002/fsn3.3789.
10. Тутов О. Оцінка зміни агрокліматичних умов зростання проса. О. Тутов. Магістерська кваліфікаційна робота, Одеський національний аграрний університет, 2019. С. 1–78.
11. Li Y., Wang Z., Zhang J. та ін. The efficient use of radiation, water, and nitrogen uptake by low-nitrogen-tolerant proso millet genotypes. Y. Li, Z. Wang, J. Zhang, X. Liu, H. Chen. Agricultural and Forest Meteorology, 2021. Vol. 311. Art. 108692. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108692.
12. Пустова З.В. Урожайність проса залежно від норм внесених добрив // Збірник наукових праць Подільської державної аграрно-технічної академії. Кам'янець-Подільський. 2010. Вип. 18. С. 120-123.
13. Foth D. D., Ellis R. Effect of Seeding Rate and Nitrogen Fertilization on Proso Millet Seed Yield and Crude Protein. D. D. Foth, R. Ellis. Journal of Plant Nutrition, 2007. Vol. 30. № 2. P. 309–319.
14. Пустова З.В. Тривалість вегетаційного та міжфазних періодів рослин проса залежно від досліджуваних агрозаходів // Збірник наукових праць Подільської державної аграрно-технічної академії. Вип. 20. Кам'янець-Подільський. 2012. С. 51-53.
15. Zhang L., Liu Y., Wang H. та ін. The Impact of Varied Fertilizers on the Yield and Quality of Panicum miliaceum under Low Nitrogen Conditions. L. Zhang, Y. Liu, H. Wang, J. Chen. Phyton-International Journal of Experimental Botany, 2024. Vol. 93. № 10. P. 2385–2400.
16. Aydin A., Bostanci B. Effects of Nitrogen Doses on Yield and Some Traits of Proso Millet (Panicum miliaceum L.) in Highlands. A. Aydin, B. Bostanci. Turkish Journal of Field Crops, 2019. Vol. 24. № 1. P. 45–52.
17. Shanahan J. F., Johnson N. L. Nitrogen fertilizer effects on proso millet

productivity in rotation systems. J. F. Shanahan, N. L. Johnson, M. E. Shanahan. Journal of Production Agriculture, 1991. Vol. 4. № 3. P. 420–425.

18. Anderson R. L. Fertilization strategies for no-till proso millet yield optimization. R. L. Anderson. Weed Technology, 1994. Vol. 8. № 4. P. 746–750.
19. Коваленко Л. В., Сидоренко В. М. Енергетична оцінка елементів технології вирощування проса посівного. Л. В. Коваленко, В. М. Сидоренко. Таврійський науковий вісник. Серія: Агрономія і екологія, 2024. Т. 137. С. 156–162.
20. Nielsen D. C., Unger P. W. Nitrogen and water interactions in proso millet yield formation. D. C. Nielsen, P. W. Unger. Agronomy Journal, 1999. Vol. 91. № 5. P. 845–850.
21. Emendack Y., Fulvia R., Tetteh A. Mid-Season Nitrogen Stress on Yield and Nutrient Use of Millet (Panicum miliaceum). Y. Emendack, R. Fulvia, A. Tetteh. Journal of Crop Improvement, 2011. Vol. 25. № 6. P. 620–632.
22. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Бойко В. П. Вплив доз і співвідношень добриву польовій сівозміні на врожайність і якість зерна ячменю ярого. Зб. наук. пр. Уманського НУС. 2020. Вип. 96. Ч. 1. С. 205–218.
23. Karam D., Westra P., Nissen S. J. та ін. Nitrogen fertilization impact on genetic diversity and yield stability in proso millet biotypes. D. Karam, P. Westra, S. J. Nissen, S. M. Ward. Weed Science, 2004. Vol. 52. № 5. P. 707–714.
24. Lágler R., Gyulai G., Humphreys M. та ін. Molecular analysis of nitrogen-responsive traits in historical proso millet cultivars. R. Lágler, G. Gyulai, M. Humphreys, Z. Szabó. Euphytica, 2005. Vol. 146. № 1–2. P. 77–85.
25. Lu H., Zhang J., Liu K. B. та ін. Ancient fertilization practices and yield in early domesticated proso millet. H. Lu, J. Zhang, K. B. Liu, N. Wu. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2009. Vol. 106. № 18. P. 7367–7372.
26. Hunt H. V., Badakshi F., Romanova O. та ін. Evolutionary aspects of nitrogen use efficiency in proso millet. H. V. Hunt, F. Badakshi, O. Romanova, C. J. Howe. Journal of Experimental Botany, 2014. Vol. 65. № 12. P. 3165–3175. DOI: https://doi.org/10.1093/jxb/eru161.

27. Коми Джиджону Аттила. Влияние технологий применения минеральных удобрений на урожайность и качество зерна проса // Вісник аграрної науки. 1998. № 9. С. 71.
28. Полторецький С. П., Рябіволь Л. М. Параметри сівби, що впливають на якість та врожайність проса посівного. С. П. Полторецький, Л. М. Рябіволь, І. Діордієва, І. Рябіволь, А. Яценко. Український журнал екології, 2019. Т. 9. № 4. С. 606–610.
29. 66. Полторецький С. П. Формування посівних якостей насіння проса залежно від впливу попередника та удобрення. С. П. Полторецький. Агробіологія: Зб. наук. пр.. Білоцерків. нац. аграр. ун-т. Біла Церква, 2014. Вип. 1 (109). С. 67–71.
30. 73. Полторецький С. П. Урожайність і якість зерна проса залежно від попередника та умов удобрення. С. П. Полторецький, Н. М. Полторецька. Вісник аграрної науки Причорномор'я: науково-теоретичний фаховий журнал. Миколаїв: МДАУ, 2015. № 2 (85). Т. 1. Ч. 2. С. 73–82.
31. Біляєцька Л. Г., Чекалін М. М. Вплив мінеральних добрив на продуктивність проса. Л. Г. Біляєцька, М. М. Чекалін. Агробізнес сьогодні, 2016. № 3. С. 28–32.
32. East Europe Agriculture and Food. 1996. № 60. P.30-35.
33. Fay Pete. The role of herbicides in weed managemen. West Wildlands. 1992. Vol.18, № 2. P.24-26.
34. Al-Jabani, S.M., M. McClelland, C. Petersen & B.W.S. Sobral, 1994. Phylogenetic analysis of organellar DNA sequences in the Andropogoneae: Saccharinae. Theor Appl Genet 88: 933–944.
35. Bornet, B., C. Muller, F. Paulus & M. Branchard, 2002. Highly informative nature of inter simple sequence repeat (ISSR) sequences amplified using tri- and tetra-nucleotide primers from DNA of cauliflower (Brassica oleracea var. botrytis L.). Genome 45: 890–896.
36. Полторецький С. П. Оцінка впливу попередників і удобрення на посівні якості та врожайні властивості насіння проса. С. П. Полторецький. Мат.

Всеукр. наук. конф. молодих вчених. Умань, 2014. С. 62–64.

37. Nelson L.A., Influence of planting dates, seeding rates, cultivars on grain yield and other agronomic trains of proso millet // Journal Production Agriculturel. 2010. Vol.3. № 2. P.184-189.
38. Colosi, J.C. & B.A. Schaal, 1997. Wild proso millet (Panicum miliaceum) is genetically variable and distinct from crop varieties of proso millet. Weed Sci 45: 509–518.
39. Круп'яні культури / Єфименко Д.Я., Яшовський І.В., Лактіонов Б.І., Фриз І.М. / За ред. Яшовського І.В. К.: Урожай, 2002. 160.
40. Пустова З.В. Модернізація вирощування проса в літніх посівах // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. Вип. 13. Вінниця. 2012. С. 33-36.
41. Grausgruber, H., C. Sailer, G. Ghambashidze, L. Bolyos & P. Ruckenbauer, 2004. Genetic variation in agronomic and quantitative traits of ancient wheats. In: J. Vollmann, H. Grausgruber & P. Ruckenbauer (Eds.), Genetic variation for plant breeding, pp. 19-22. In: J. Vollmann, H. Grausgruber & P. Ruckenbauer (Eds.), Genetic variation for plant breeding, pp. 279–283.
42. Scholz, H. & V. Mikolas, 1991. The weedy representatives of proso millet (Panicum miliaceum, Poaceae) in Central Europe. Thaiszia 1: 31–41.
43. Zietkiewicz, E., A. Rafalski & A. Labuda, 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. Genomics. 20: 176–183.
44. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., (1998). Crop evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper n. 56, Rome, Italy, 326pp.
45. Bellvert, C. Jofre-Ĉekalović, A. Pelechá, M. Mata, H. Nieto Feasibility of using the two-source energy balance model (TSEB) with Sentinel-2 and Sentinel-3 images to analyze the spatio-temporal variability of vine water status in a vineyard. Remote Sens., 12 (2020), 10.3390/rs12142299.
46. Cammalleri C., Anderson M.C., Kustas W.P.. Upscaling of evapotranspiration

fluxes from instantaneous to daytime scales for thermal remote sensing applications. Hydrol. Earth Syst. Sci., 18 (2014), pp. 1885-1894, 10.5194/hess-18-1885-2014.

47. Carpintero E., Andreu A., Gómez-Giráldez P.J., Blázquez Á., González-Dugo M.P.. Remote-sensing-based water balance for monitoring of evapotranspiration and water stress of a mediterranean Oak-Grass Savanna. Water (Switzerland), 12 (2020), p. 1418, 10.3390/w12051418.
48. Choudhury B.J., Idso S.B., Reginato R.J. Analysis of an empirical model for soil heat flux under a growing wheat crop for estimating evaporation by an infrared-temperature based energy balance equation. Agric. For. Meteorol., 39 (1987), pp. 283-297, 10.1016/0168-1923(87)90021-9.
49. Гамаюнова В.В., Каращук Г.В., Бабич В.Л. Ефективність розрахункової дози мінеральних добрив під с.-г. культури // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомч. темат. наук. збірн. Спец. вип. до VI з'їзду УТГА. Харків, 2002. С. 67-72.
50. Шевченко М.С., Литвиненко Ю.В., Жарій В.О., Робу В.Т. Бур'яни: проблема та її вирішення // Пропозиція. 2009. № 10 (додаток). 35 с.
51. Courault D., Seguin B., Olioso A.. Review on estimation of evapotranspiration from remote sensing data: From empirical to numerical modeling approaches. Irrig. Drain. Syst., 19 (2005), pp. 223-249, 10.1007/s10795-005-5186-0.
52. Застосування гербіцидів на посівах основних польових культур: Метод.реком. Черн.держ.у-т ім. Юрія Федьковича / Уклад. І.С.Смага. Чернівці: Рута, 2009. 16 с.
53. Інтенсифікація виробництва круп'яних культур / Алєксеєва О.С., Якименко О.П., Трифонова М.Ф., Демиденко П.М. та ін. / За ред. Алєксеєвої О.С. К.: Урожай, 1988. 160 с.: іл.
54. Іващенко О.О., Матюха Л.П. Захист від бур'янів в умовах посухи. Захист рослин. 2010. № 1. С. 10.
55. Жеребко В.М. Про сучасну класифікацію гербіцидів. Захист рослин. 2010. № 5. С. 17.

56. Гулидов А.М. Проблемы выбора и применения гербицидов // Защита и карантин растений. 2000. № 2. С. 36.
57. Сорт Чабанівське. Режим доступу станом на 01.11.2025: https://yason-agro.com/wheat/millet/chabanivske.
58. Господаренко Г. М., Трус О. М., Станіславський О. В. Вплив тривалого (50 років) застосування органічних добрив у польовій сівозміні на вміст і запаси гумусу в чорноземі опідзоленому. Матер. III Міжнар. наук.-прак. конф. «Актуальні питання сучасної аграрної науки». Умань, 2015. С. 44–45.
59. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз; За ред. В.О. Єщенка. К.: Дія. 2014. 288 с.
60. Хоміна В.Я. Методичні розробки «Насінництво та методи визначення якості насіння». Кам'янець-Подільський, 2005. 90 с.
61. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. / К.: ЗАТ „НІЧЛАВА", 2003. 320 с.
62. Л.П. Бочкарёва. Анализ структуры растений: Методические рекомендации. Черновцы: Черновицкий ЦНТЭИ, 1994. 46 с.
63. Аверчев О. В. Економічна ефективність вирощування проса залежно від попередників в умовах зрошення Південного Степу України. О. В. Аверчев. Таврійський науковий вісник, 2012. Вип. 80. С. 33–37.
64. Войналович О. В. Охорона праці у сільському господарстві : навч. підруч. Олександр Володимирович Войналович, Євгенія Іванівна Марчишина, Тамара Олександрівна Білько; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. К.: Центр учбової літератури, 2018. 690 с.
65. Вінічук М.М. Загальна екологія: Навчальний посібник, видання друге, виправлене та доповнене. Житомир: Видавництво Державного університету «Житомирська політехніка», 2021. 184 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК СТУДЕНТСЬКИХ
НАУКОВИХ ПРАЦЬ
УМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ



приурочений 125-річчю від дня народження видатного вченого і педагога у галузі землеробства, професора С. С. Рубіна

Факультет агрономії

Умань 2025

УДК 330(063)

Рекомендовано до друку вченою радою факультету агрономії Уманського національного університету, протокол № 7 від 29 травня 2025 року

Редакційна колегія:

С. П. Полторецький – доктор с.-г. (*відповідальний редактор*);
Л. О. Рябовол – доктор с.-г. наук;
Г. М. Господаренко – доктор с.-г. наук;
В. О. Єщенко – доктор с.-г. наук;
П. Г. Копитко – доктор с.-г. наук;
Я. С. Рябовол – доктор с.-г. наук;
В. В. Яценко – доктор с.-г. наук;
А. О. Яценко – кандидат с.-г. наук;
І. П. Діордієва – кандидат с.-г. наук;
С. П. Сержук – кандидат с.-г. наук;
С. О. Третьякова – кандидат с.-г. наук (*відповідальний секретар*).

Автори вміщених матеріалів висловлюють свою думку, яка не завжди збігається з позицією редакції.

Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету. Факультет агрономії / Редкол.: С. П. Полторецький (відп. ред.) та ін. Умань: 2025. 89 с.

Збірник містить доповіді студентів ОР бакалавр, магістр та доктор філософії, які були розглянуті на студентській науковій конференції, приуроченій 125-річчю від дня народження видатного вченого і педагога у галузі землеробства, професора Симона Самійловича Рубіна, що відбулася 24 квітня 2025 року в м. Умань.

Розраховано на студентів, аспірантів, викладачів, наукових співробітників та фахівців, які працюють у АПК України.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. РОСЛИННИЦТВА

БАЙДА Ю., КОВАЛЕНКО В., БОНДАР О. GROWTH AND DEVELOPMENT OF SUGAR SORGHUM DEPENDING ON THE DENSITY OF STANDING PLANTS..... 5
КРАВЧУК М., БРУС В., МУЛЬНИК В. THE REALIZATION OF THE GENETIC POTENTIAL OF SUGAR HYBRIDS DEPENDING ON THE EFFECT OF SOIL FERTILITY AND FERTILIZER..... 6
ВАРИЧ Д. INNOVATIONS IN AGRICULTURE OF UKRAINE: DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL SECTOR IN CONDITIONS OF CLIMATIC CHANGES..... 7
БАБІЙ В. DEPENDENCE OF BUCKWHEAT HARVESTING TIME ON SEED YIELD AND QUALITY INDICATORS..... 12
БЕРЕЗОВСЬКИЙ В. MORPHOLOGICAL AND BIOLOGICAL SPECIFICS OF BUCKWHEAT CULTURE..... 14
КОБЕРНИК Б. THE IMPACT OF MINERAL NUTRITION CONDITIONS ON THE FORMATION OF BUCKWHEAT GRAIN YIELD..... 17
КРУГЛОВ А. PECULIARITIES OF SOWING PARAMETERS IN MILLET CULTIVATION TECHNOLOGY..... 20
ПОДОГОВ В. SPECIFICS OF MILLET YIELD DEVELOPMENT UNDER VARIOUS SOWING PERIODS..... 22
ПОЛТОРЕЦЬКИЙ Д. CHARACTERISTICS OF MILLET HARVESTING..... 24
ПУСТОВІТ В. THE ROLE OF FERTILIZATION IN THE FORMATION OF COMMON MILLET GRAIN YIELD..... 26
ШАЙТАН Є.THE IMPACT OF PRECEDING CROPS ON COMMON MILLET YIELDS..... 28
ЩЕРБЕНКО Р. CURRENT UNDERSTANDING OF THE EFFECTS OF SOWING TIME AND METHOD ON BUCKWHEAT GRAIN YIELDS..... 30
ВОРОПАЙ Н. ПОХОДЖЕННЯ, АРЕАЛ ТА ІНТРОДУКЦІЯ ЛЮПИНУ БІЛОГО..... 31
ГОРОВА І. ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ ТА ФІТОСАНІТАРНЕ ЗАСТОСУВАННЯ НІКАНДРИ ФІЗАЛІСОПОДІБНОЇ..... 34
ЧАБАНЮК Я., МАЗУР Р., КОЛЕДА Д. ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ ПОШИРЕННЯ ЧИНИ ПОСІВНОЇ..... 35
КРАВЕЦЬ А., ВІТАНОВ Є. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЖИТНЯКА ГРЕБІНЧАСТОГО..... 36
ПИТЕЛЬ М., ІВАСЮК І., КОШЕЦЬ В. ІСТОРІЯ ПОШИРЕННЯ СОЧЕВИЦІ..... 38
ТЕЛЯТНИК І., ЧОКАЛЬ Н., ВИШНЕВСЬКИЙ М. COMPARATIVE ASSESSMENT OF PRODUCTIVITY OF SUGAR BEET OF SUGAR OF DIFFERENT ORIGIN..... 40
ШЕВЧУК В., ЛОГВІНЕНКО М., БОНДАРЕНКО Р. ВІДНОВЛЕННЯ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ КОВИЛА ЛЕССІНГА (Stipa lessingiana)..... 41
АНДРІЯШ Д., БАБІЙ К. CORN HYBRID PRODUCTIVITY OF CROSS 221M DEPENDING FROM MINERAL NUTRITION AND SOWING DENSITY IN RIGHT BANK FOREST STEPPE..... 44
БУТЕНКО С. FORMATION OF VARIETAL PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT DEPENDING ON THE PREDECESSOR AND VARIETY IN THE RIGHT BANK FOREST STEPPE..... 45
КИШИК В. FEATURES OF GROWTH AND PRODUCTIVITY OF HYBRIDS OF SORGHUM OF GRAIN DEPENDING ON THE DENSITY OF SOWING IN RIGHT BANK FOREST STEPPE.... 47
ОСІПОВ А. FEATURES OF GROWTH AND PRODUCTIVITY OF SUGAR CORN DEPENDING ON FERTILIZER AND SOWING DENSITY IN THE RIGHT BANK FOREST STEPPE..... 49
САДОВА А. БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ..... 50

SPECIFICS OF MILLET YIELD DEVELOPMENT UNDER VARIOUS SOWING PERIODS

ПОДОГОВ Віктор, студент факультету агрономії
Керівник –доцентка кафедри рослинництва УНУ **Полторецька Н. М.**

In all agro-climatic zones of Ukraine, particularly in the Steppe and Forest-Steppe regions, there remains an interval of 80–100 days after harvesting winter cereals, legumes for fodder, early vegetables, and other crops, before the advent of frost.

The accumulated thermal sum and solar radiation available during this timeframe are entirely sufficient for cultivating an additional crop of millet on freed-up fields.

Millet, due to its reduced sensitivity to sowing dates when soil moisture is adequate, and its capacity to shorten its vegetative phase under summer sowings, stands as the sole cereal capable of securing substantial secondary yields – surpassing 30 centners per hectare in post-harvest and aftercrop sowings.

Beyond contributing to supplementary grain and forage production, repeat millet sowings serve an important agrotechnical function. After harvesting early crops, many ephemeral and after-harvest weeds complete their life cycle, thereby enriching the soil with unwanted vegetative and seed contamination.

However, the cultivation of two consecutive crops in a single season suppresses weed proliferation, enhances soil cleanliness, and simultaneously increases fresh organic matter content.

Vegetative cover from secondary crops provides shading in late summer, restricting upward soil moisture movement, immobilizing harmful salts in lower soil horizons, preventing nutrient leaching, improving hydrological properties of soils, and offering protection against both water and wind erosion.

Post-harvest millet sowings have been successfully adopted in agricultural enterprises across Vinnytsia, Khmelnytskyi, Cherkasy, and other regions.

At the Michurin Collective Farm in Vinnytsia district, the sowing of millet after winter wheat grown for fodder yielded between 42 and 45 c/ha.

Particular attention during soil preparation was devoted to conserving moisture and creating optimal conditions for strong and uniform seedling emergence.

The most advantageous sowing window for post-harvest and summer crops spans from the end of May to the first half of June. Under optimal sowing conditions, tillering, flowering, fertilization, and seed maturation occur under favorable climatic factors, ensuring that plants assimilate sufficient photosynthetic nutrients, producing well-filled and highly fertile panicles.

Early-maturing varieties that are regionally adapted are recommended for such sowings. The preferred method is ordinary row sowing with a seeding rate of 4–5 million viable seeds per hectare. Subsequent crop management and harvesting should replicate standard spring season practices.

Between 1980 and 1982, after vetch-oat and pea-oat mixtures, and in 1983 after winter rye grown for green fodder, post-harvest millet sowings yielded between 150–250 centners of green biomass.

Analysis of grain quality from these sowings demonstrated acceptable technological and sowing standards, making it fit for both food-grade and seed purposes.

Besides raising millet output, post-harvest sowing significantly enhances land use efficiency, enabling dual harvests per annum from a single field.

This efficiency further increases with strict adherence to correct agrotechnical protocols.

For summer sowings, shallow tillage – employing disk harrows combined with heavy rollers at 8–10 cm depth – is recommended. Both pre- and post-sowing rolling are obligatory.

Sowing should occur no later than mid-June, using early-maturing varieties and, if necessary, fertilizer applications.

Empirical farm practice confirms that the earlier the second sowing is conducted, the better the chances of exploiting residual soil moisture for achieving high yields.

Ideal precursors for post-harvest millet include leguminous and early-harvest fodder crops.

Seeding rates for post-harvest millet should be increased by 10–15% to compensate for reduced field germination under drier soil conditions.

Sowing methods substantially influence yields in post-harvest millet. Ordinary row sowing again proves to be the most efficient approach.

In contrast to spring sowings, summer millet matures under relatively cooler average temperatures and decreased thermal stress.

The use of fertilizers under such conditions generally extends the growing season by 3–5 days.

Thus, when sowing close to the latest permissible dates, fertilizers are often omitted to ensure timely grain maturation.

Research conducted by experimental stations indicates that post-harvest millet sowing shows great promise, particularly across Western Ukraine and the Forest-Steppe zone.

Success depends heavily on selecting fertile, weed-free soils, conducting field operations swiftly and precisely, and minimizing the transition period between harvesting the preceding crop and sowing the millet.

Therefore, literature analysis highlights a notable divergence of opinion regarding the optimization of fertilization norms and sowing schedules for millet.

Most researchers agree that decisions must account for regional soil-climatic conditions as well as varietal attributes, emphasizing the critical need to adapt fertilizer applications and sowing dates to local conditions in Ukraine's Southern Forest-Steppe zone.

Додаток Б

Результати дисперсійного аналізу двофакторного досліду з вивчення фонів живлення і строків сівби проса

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fф	Fteop	
					0,95	0,99
Загальна	14,59	17	–	–	–	–
Повторень	0,03	2	–	–	–	–
Фактору А	1,42	2	0,71	67,31	3,30	
Фактору В	12,55	1	12,55	1186,74	2,90	
Взаємодії АВ	0,48	2	0,24	22,64	2,40	
Помилка Cz	0,11	10	0,01	–	–	–

Оцінка достовірності окремих відмінностей

$НІР_{05}$ = 0,17

Відносна похибка, % 2,43

Оцінка достовірності головних ефектів і взаємодії за $НІР_{05}$:

Фактору А 0,12

Фактору В 0,10

Взаємодії АВ 0,17

Комплексний норматив витрат на вирощування проса **Розрахункова площа 100 га** **N P K** **Додаток В**

Урожай основної продукції, т/га 2,65 Вал основної продукції, т 265

Урожай побічної продукції, т/га 3,18 Вал побічної продукції, т 318

№ п/п	Види робіт	Од. Виміру	Обсяг робіт: в фізичних одиницях	Обсяг робіт: В умовних еталонних га	Коефіцієнт переводу	Марка і склад агрегату: Трактори, автомобілі	Марка і склад агрегату: С.-г. машини та інвентар	Обслуговов. персонал: механізатори	Обслуговов. персонал: інші робітники	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати людино-годин: механізатори	Затрати людино-годин: інші робітники	Тарифний коефіцієнт: механізатори	Тарифний коефіцієнт: інші робітники	Оплата за весь обсяг робіт: По тарифу: механізатори	По тарифу: інші робітники	Доплата: За класність (18%)	Доплата: Сівба, тракторист (50%)	За шкідливість: Оргтохімікати (100%)	За шкідливість: Мінудобрива (30%)	Нараховування на ОП	Всього оплат	ПММ: на одиницю роботи, кг	ПММ: на весь обсяг, ц	ПММ: вартість, грн	Добрива, засоби захисту від хвороб, шкідників і бур'янів: Назва препарату	Витрата на 1га, кг	Витрата на всю площу, кг, т	вартість, грн	Авто-транспорт: т-км	Авто-транспорт: Вартість, грн	Насіння: Витрата на всю площу, ц	Насіння: вартість, грн	Електроенергія	Амортизація, грн	Поточний ремонт, грн	Інші затрати: Вид затрат	Інші затрати: Вартість, грн	**Всього затрат** (без зар. плати)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
1	Лущення в 2 сліди	га	200	36	11,6	Т-150	ЛДГ-15	1	0	63,3	3,16	22,1	0	1,55	0,00	34,28	0,00	6,17	0,00	0,00	0,00	1,01	41,46	2,7	5,4	2052			0	0	0	0				432	360			2885,46
2	Підготовка мінеральних добрив	т	18	0	0	Вручну	–	0	1	8	2,25	0,0	16	0,00	1,20	0,00	16,20	2,92	0,00	0,00	4,86	0,60	24,58	0	0	0	аміачна селітра	50	5	56000	0	0				0	0	Обіди	50	56074,58
3	Навантаження мінеральних добрив	т	18	1	4,2	ЮМЗ-6	ПЭ-08	1	0	90	0,20	1,4	0	1,35	0,00	1,89	0,00	0,34	0,00	0,00	0,57	0,07	2,87	3	0,54	205,2	суперфосфат	87	8,7	83520	0	0				12	10	МБП	100	83850,07
4	Транспортування і внесення міндобрив	га	100	19	4,9	МТЗ-80	РМГ-4	1	0	26	3,85	26,9	0	1,09	0,00	29,35	0,00	5,28	0,00	0,00	8,80	1,09	44,52	1,6	1,6	608	калійна сіль	43	4,3	41280	0	0				228	190			42350,52
5	Оранка	га	100	143	11,6	Т-150	ПЛП 6-35	1	0	8,1	12,35	86,4	0	1,80	0,00	155,56	0,00	28,00	0,00	0,00	0,00	4,59	188,14	13,5	13,5	5130			0		0	0				1716	1430			8464,14
6	Боронування	га	200	27	11,6	Т-150К	БЗТС-1,0 (21)	1	0	85,2	2,35	16,4	0	1,35	0,00	22,18	0,00	3,99	0,00	0,00	0,00	0,65	26,83	1,6	3,2	1216			0		0	0				324	270			1836,83
7	Культивація	га	200	45	7,7	ДТ-75М	КПГ-4 (2), С-11У	1	0	34,2	5,85	40,9	0	1,35	0,00	55,26	0,00	9,95	0,00	0,00	0,00	1,63	66,84	2,9	5,8	2204			0		0	0				540	450			3260,84
8	Вирівнювання площі	га	100	13	7,7	ДТ-75М	ШБ-2,5+ЗОР-0,7	1	0	57,1	1,75	12,3	0	1,35	0,00	16,55	0,00	2,98	0,00	0,00	0,00	0,49	20,02	7,3	7,3	2774			0		0	0				156	130			3080,02
9	Розвантаження насіння	т	10	0	0	Вручну	–	0	1	3,0	3,33	0,0	23	0,00	1,20	0,00	24,00	4,32	0,00	0,00	0,00	0,71	29,03	0	0	0			0		0	0				0	0			29,03
10	Висипка з мішка	т	10	0	0	Вручну	–	0	1	10,0	1,00	0,0	7	0,00	1,20	0,00	7,20	1,30	0,00	0,00	0,00	0,21	8,71	0	0	0			0		0	0				0	0			8,71
11	Протруювання	т	10	0	0	–	Мобітокс	1	6	12,0	0,83	5,8	35	1,80	1,80	10,50	54,00	11,61	0,00	64,50	0,00	3,52	144,13	0	0	0	Раксил	0,40	4	1120	0	0			10	5	0			1279,13
12	Навантаження насіння	т	10	0	0	Вручну	–	0	1	5,0	2,00	0,0	14	0,00	1,35	0,00	16,20	2,92	0,00	0,00	0,00	0,48	19,59	0	0	0			0		0	0				0	0			19,59
13	Транспортування насіння	т/км	100	0	0	ГАЗ-53А	–	0	0	0,0	0,00	0,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0			0		100	50				0	0			50,00
14	Заправка агрегату	т	10	0	0	Вручну	–	0	1	2,0	5,00	0,0	35	0,00	1,20	0,00	36,00	6,48	0,00	0,00	10,80	1,33	54,61	0	0	0			0		0	0				0	0			54,61
15	Сівба	га	100	34	11,6	Т-150	СЗ-3,6 (3)	1	3	34,0	2,94	20,6	62	1,55	1,35	31,91	71,47	18,61	31,34	0,00	0,00	3,83	157,16	4,8	4,8	1824			0		0	0	27,65	3708,25		408	340			6437,41
16	Коткування	га	100	15	7,7	ДТ-75М	С-11У, КВГ-1,4 (3)	1	0	51,5	1,94	13,6	0	1,20	0,00	16,31	0,00	2,94	0,00	0,00	0,00	0,48	19,73	1,9	1,9	722			0		0	0				180	150			1071,73
17	Підвезення води	т/км	30	23	11,6	Т-150	МЖ-10	1	0	42,1	1,96	13,7	0	1,80	0,00	26,55	0,00	4,78	0,00	0,00	0,00	0,78	32,11	1,0	0,3	117,42		300	30000		30	15				276	230			670,53
18	Приготування та внесення гербіцидів	га	100	10	4,9	МТЗ-80	ОП-2000-2-01	1	0	51,0	1,96	13,7	0	1,80	0,00	39,83	0,00	7,17	0,00	39,83	0,00	2,17	89,00	1,3	1,3	475	Базагран	2,00	200	14418	0	0				120	100			15202,00
19	Підвезення води для приготування	т/км	30	23	11,6	Т-150	МЖ-10	1	0	42,1	1,96	13,7	0	1,80	0,00	26,55	0,00	4,78	0,00	0,00	0,00	0,78	32,11	1,0	0,3	117,42		300	30000		30	15				276	230			670,53
20	Приготування, доставка, внесення інсек	га	100	10	4,9	МТЗ-80	ОП-2000-2-01	1	0	51,0	1,96	13,7	0	1,80	0,00	39,83	0,00	7,17	0,00	39,83	0,00	2,17	89,00	1,3	1,3	475	Бі-58 нов	0,85	85	6747,3	0	0				120	100			7531,30
21	Скощування у валки	га	100	0	0	СК-5	ЖРБ-4,2	1	1	14,2	7,04	49,3	49	1,55	1,55	76,41	65,49	25,54	0,00	0,00	0,00	4,19	171,63	4,7	4,7	1786			0		0	0				2000	1800			5757,63
22	Обмолот валків	га	100	0	0	СК-5	ПУН-5	1	1	6,5	15,38	107,7	108	1,80	1,80	193,85	166,15	64,80	0,00	0,00	0,00	10,62	435,42	11,7	11,7	4446			0		0	0				2500	2000			9381,42
23	Відвезення зерна на тік	т/км	265	0	0	ГАЗ-53А	–	0	0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0			0		265	132,5				0	0			132,50
24	Відвезення соломи	га	100	66	4,2	ЮМЗ-6	ПТС-4 (2)	1	0	6,4	15,63	109,4	0	1,35	0,00	147,66	0,00	26,58	0,00	0,00	0,00	4,36	178,59	1,6	1,6	608			0		0	0				792	660			2238,59
25	Подача соломи	га	100	20	4,9	МТЗ-80	СНУ-0,5	1	0	25	4,00	28,0	0	1,55	0,00	43,40	0,00	7,81	0,00	0,00	0,00	1,28	52,49	1,2	1,2	456			0		0	0				240	200			948,49
26	Укладання в скирту	га	100	0	0	Вручну	–	0	1	10	10,00	0,0	70	0,00	1,35	0,00	81,00	14,58	0,00	0,00	0,00	2,39	97,97	0	0	0			0		0	0				0	0			97,97
	РАЗОМ	x	x	485	120	x	x	x	x	x	108,69	595,7	418,8	x	x	967,86	537,72	271,00	31,34	144,16	25,03	49,43	2026,54	x	66,36	25216,04	x	x	x	203085	425	213	28	3708	10	10325	8650	x	150	**253383,63**

Зведено за затратами, грн

Оплата праці, всього	2150,00	Засоби захисту	22285
в т.ч. оплата основна	1505,58	Автотранспорт	212,5
– за шкідливість	169,19	Амортизація	10325
– доплата за класність (18%)	271,00	Ремонти	8650
– доплата за продукцію	31,34	ПММ	25216,04
– відпускні (8,2%)	123,46	Обіди, МБП	150
Нарахування на оплату праці (2,5%)	49,43	Електроенергія	10
Насіння	3708,25	Затрати на 1 га	2842,25
Добрива	180800,00	С.в. 1 ц осн. прод., грн	**1072,55**
Страхування продукції	3717,95	С.в. 1 ц дод прод., грн	**893,79**
Орендна плата + зем податок	27000	**Разом затрат**	########
		Вартість продукції грн/га	**6466,00**
		Затрати на 1 га	**2842,25**
		Прибуток на 1 га грн.	**3623,75**
		Рентаб,%	**127,50**