

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет агрономії

Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

«_____» _____ 2025 р.

Зав. кафедри,

кандидат с.-г.н., доцент

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр**

**РІСТ І ПРОДУКТИВНОСТЬ ГІБРИДІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО
ЗАЛЕЖНО ВІД ЩІЛЬНОСТІ АГРОЦЕНОЗУ В
ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ**

Виконав: студент II курсу, групи 21 м-а
спеціальності 201 Агрономія
КИШИК Валентин Геннадійович

Керівник: РОГАЛЬСЬКИЙ Сергій
к.с.-г.н., доцент

Умань – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНОГО Й ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ ЩОДО РЕАЛІЗАЦІЇ БІОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗЕРНОВОГО СОРГО ТА ЕЛЕМЕНТІВ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ.....	6
РОЗДІЛ 2 АГРОБІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОРГО ЗЕРНОВОГО	11
РОЗДІЛ 3 УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	16
3.1 Характеристика ґрунтово-кліматичних умов зони проведення досліджень.....	16
3.2 Схеми дослідів і методичні підходи до вивчення технологічних елементів вирощування зернового сорго.....	18
РОЗДІЛ 4 ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ ЗЕРНОВОГО СОРГО В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СТРОКІВ СІВБИ І ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН.....	20
4.1 Вплив досліджуваних факторів на фенологічні показники гібридів зернового сорго	20
4.2 Аналіз біометричних параметрів росту та розвитку рослин, зумовлених загущеністю агроценозу	23
4.3 Оцінка впливу досліджуваних факторів на структурно-морфологічні параметри врожаю зернового сорго	27
4.4 Вплив загущеності стеблостою на зернову продуктивність гібридів сорго	30
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ.....	32
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	36

6.1. . Моделювання виробничих процесів у промисловому секторі (передовий досвід).....	36
6.2.Охорона навколишнього природного середовища.....	38
ВИСНОВКИ.....	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	42
ДОДАТКИ.....	47

ВСТУП

У контексті сучасного розвитку аграрного виробництва України, що відбувається в умовах інтенсивних кліматичних трансформацій, особливої актуальності набуває питання всебічного використання агробіологічного та виробничого потенціалу соргових культур, їх інтродукції, розширення виробництва та оптимізації напрямів споживання й переробки. Серед різноманіття ботанічних видів, які формують означену групу культур, вагоме місце посідає зернове сорго. Ця культура вирізняється здатністю забезпечувати стабільні та економічно обґрунтовані врожаї навіть за умов дефіциту вологозабезпечення та дії жорсткого гідротермічного коефіцієнта, що дедалі частіше є характерною рисою кліматичних змін на території України. Крім того, зернове сорго формує якісне зерно, що робить можливим його багатофункціональне застосування. Останніми роками особлива увага приділяється використанню цієї культури не лише в харчовій чи кормовій сферах, а й як важливого субстрату для виробництва біоетанолу [1, 2, 3, 4].

Незважаючи на широкий спектр потенційних переваг, ключовим чинником, що зумовлює доцільність інтеграції зернового сорго в агроценози південної частини Правобережного Лісостепу, залишається винятково висока екологічна пластичність культури. Саме вона забезпечує можливість ефективного вирощування сорго в агросезони, що характеризуються критично низькими значеннями гідротермічного коефіцієнта, коли більшість традиційних ярих культур (ячмінь, кукурудза, соняшник, просо) не здатні реалізувати свій продуктивний потенціал [5].

Попри це, нині одним із визначальних стримувальних факторів збільшення площ та обсягів виробництва зернового сорго залишається недостатньо розроблена система зональних технологій його вирощування. Чинні агротехнічні підходи часто не повною мірою враховують біологічні властивості нових сортів і гібридів, що суттєво обмежує можливості реалізації їх генетично зумовленої продуктивності. Ефективним інструментом подолання

цієї проблеми може стати удосконалення окремих елементів технології вирощування, їх адаптація до морфобіологічних особливостей конкретних сортотипів, що, у свою чергу, дасть змогу максимально розкрити потенціал культури [6, 7, 8].

Хоча базові елементи технології вирощування сорго з метою отримання стабільних і високих урожаїв були предметом дослідження багатьох вітчизняних і зарубіжних науковців [9, 10], вплив таких ключових факторів, як строки сівби та оптимальна густота стояння рослин для новітніх сортів та гібридів, вивчений недостатньо, фрагментарно й без належної наукової систематизації. Саме це сформувало потребу проведення комплексного дослідження, спрямованого на уточнення та наукове обґрунтування оптимальних параметрів вирощування зернового сорго за умов південної частини Правобережного Лісостепу України.

Проведений аналіз сучасного стану вирощування зернового сорго засвідчує, що ця культура володіє унікальними адаптивними властивостями, які можуть забезпечити підвищення стійкості аграрного виробництва до кліматичних змін. Проте наявні технологічні регламенти потребують суттєвого оновлення та адаптації до нових сортових ресурсів. Вивчення реакції сучасних сортів і гібридів сорго на строки сівби та густоту стояння рослин є науково та практично обґрунтованим завданням, що має стратегічне значення для формування високопродуктивних і ресурсоефективних агроценозів.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНОГО Й ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ ЩОДО РЕАЛІЗАЦІЇ БІОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗЕРНОВОГО СОРГО ТА ЕЛЕМЕНТІВ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ

Глобальне поширення зернового сорго переконливо підтверджується стабільно високими площами його посівів, які протягом багатьох років утримуються в межах 45–51 млн га, характеризуючись чітко вираженою тенденцією до подальшого зростання. Серед 85 країн світу, що культивують цю культуру, майже 38% держав—переважно розташованих у регіонах з аридним або напіваридним кліматом—розглядають сорго як одну з провідних зернових культур багатофункціонального призначення, яка забезпечує потреби як тваринництва, так і продовольчого сектору. Завдяки таким характеристикам зернове сорго входить у п'ятірку найбільш поширених зернових культур світу поряд з пшеницею, рисом, кукурудзою і ячменем та відіграє ключову роль у формуванні агропродовольчої політики низки країн Азії та Африки.

Перспективи розширення площ під зерновим сорго у зонах підвищеної аридизації прямо пов'язані з його здатністю забезпечувати високу продуктивність навіть за умов дефіциту вологи, значної температурної амплітуди та підвищеного випаровування. Водночас культура демонструє універсальність використання: її зерно за поживною цінністю та можливостями переробки практично не поступається кукурудзі, а зелена маса є повноцінною кормовою сировиною для всіх видів сільськогосподарських тварин. Окрім того, на сучасному етапі розвиток біоенергетики визначає сорго одним з найбільш перспективних джерел одержання біоетанолу, що додатково стимулює розширення його агроекономічної значущості.

Під впливом кліматичних трансформацій сорго набуває зростаючої актуальності й в Україні: спочатку культура визнавалася переважно джерелом зеленої маси для тваринництва, проте останніми роками значне поширення отримує його вирощування з метою одержання зерна, що узгоджується з

глобальними тенденціями зростання пропозиції цієї культури на світовому ринку.

Харчова цінність сорго зумовлена високим вмістом білків, вуглеводів і біологічно активних речовин. Зокрема, наявність тіаміну сприяє оптимізації процесів травлення та стимулює апетит, тоді як антиоксидантні компоненти рослини забезпечують захист організму від негативних впливів довкілля та підтримують функціонування центральної нервової й серцево-судинної систем.

Історія культивування сорго на території Росії, Середньої Азії та Казахстану сягає 2,5–3 тис. років. У південних регіонах імперської та радянської Росії сорго вивчалось та впроваджувалося у виробництво з кінця XIX століття, проте масового розповсюдження набуло лише в середині XX століття, коли посівні площі стабілізувалися на рівні близько 500 тис. га. Цінність сорго як культури, здатної забезпечувати урожай за умов тривалої посухи, високих температур і мінімальної кількості опадів, зумовила його поширення в регіонах зі складними агрокліматичними умовами, включно з південними областями України.

В Україні історичні відомості щодо першого поширення сорго є фрагментарними, однак достеменно відомо, що вже у XIII столітті під назвою «турецьке просо» вирощували віничне сорго, яке ймовірно було завезене з території Османської імперії. У подальші століття культура адаптувалася до місцевих ґрунтово-кліматичних умов і на початку XX століття стала частиною польового землеробства. Довоєнне та повоєнне виробництво сорго в Україні характеризувалося суттєвими коливаннями площ, які в окремі періоди зменшувалися до мінімальних значень. Лише у 1980–1990-х роках науковцями було обґрунтовано необхідність суттєвого розширення посівних площ, що сприяло розвитку селекційних програм та вдосконаленню технологій вирощування.

На сучасному етапі площі під сорго в Україні зростають досить динамічно — з 5 тис. га на початку 2000-х до понад 70–80 тис. га, з перспективою збільшення до 200–250 тис. га. Основними регіонами його

вирощування є південні області, що характеризуються високим ризиком посухи: Миколаївська, Херсонська, Одеська, Дніпропетровська та Запорізька.

У світовому масштабі посіви сорго з кінця XX століття стабілізувалися на рівні понад 44 млн га, а обсяг виробництва досяг приблизно 60 млн т. Культура відіграє провідну роль у забезпеченні продовольчої безпеки в Індії, де вона використовується для безпосереднього харчування населення. Водночас у США, країнах Латинської Америки та Китаї сорго є однією з найперспективніших сировинних культур для виробництва етанолу, демонструючи на 25–30% вищу ефективність спиртового виходу порівняно з кукурудзою та пшеницею.

Зростання споживання сорго на світовому ринку прогнозується на рівні понад 64 млн т, що пов'язано з одночасним збільшенням його використання у кормовій, харчовій та промисловій сферах. Найбільший приріст очікується в азійських і латиноамериканських країнах, де культура є важливою складовою харчових раціонів та промислової переробки.

Одним з визначальних чинників підвищення урожайності зернового сорго є добір сортів і гібридів із високим генетичним потенціалом продуктивності та адаптивністю до екстремальних абіотичних факторів. Використання районованих сортів забезпечує оптимальну реалізацію біологічних можливостей культури. Високоякісний насіннєвий матеріал здатен підвищувати врожайність на 40–60%, що підтверджує важливість селекційних ресурсів як ключового елементу аграрної політики держави.

У Державному реєстрі сортів України наявні десятки сортів сорго різного походження, що характеризуються широкою адаптивністю, пластичністю та стійкістю до посухи. Для біоенергетики особливу цінність мають види, здатні акумулювати значні кількості цукрів у стеблах та формувати високий урожай біомаси.

Ефективність вирощування сорго визначається відповідністю сорту певній ґрунтово-кліматичній зоні. Для Степу рекомендовано 24 сорти, для Лісостепу — 14. Вибір сорту за критеріями пластичності, довжини

вегетаційного періоду, холодостійкості, інтенсивності росту, толерантності до хвороб та шкідників є необхідною умовою максимального використання потенціалу культури.

Стабільність виробництва насіння в Україні залишається проблемною через значні коливання ринкових цін та нерівномірність попиту, що зумовлює нестабільність посівних площ. Водночас підвищення урожайності можливе за рахунок раціонального добору сортів, використання декількох гібридів з різними біологічними характеристиками та дотримання науково обґрунтованої агротехнології.

Технологічні схеми вирощування сорго передбачають сівбу після попередників, що залишають поле чистим від бур'янів; проведення лущення та зяблевої оранки; внесення мінеральних добрив NPK та передпосівних культиваций. Важливим є контроль забур'яненості посівів через повільний ріст культури на початкових етапах. Густота стояння рослин і спосіб сівби регулюють темпи кущення та рівномірність дозрівання, що має суттєвий вплив на продуктивність.

За останні 50 років світові площі під сорго зросли на 60%. Ураховуючи глобальні тенденції розвитку агровиробництва, Україна має потенціал значного збільшення виробництва цієї культури, що сприятиме зміцненню продовольчої безпеки, формуванню конкурентної позиції на зовнішніх ринках та диверсифікації аграрного виробництва.

Незважаючи на вагомий прогрес у розвитку соргівництва, в Україні залишаються недостатньо дослідженими адаптивні й технологічні особливості нових сортів та гібридів, що стримує повну реалізацію їх генетичного потенціалу та знижує зацікавленість виробників у масштабному впровадженні культури.

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз свідчить, що зернове сорго є однією з найперспективніших зернових культур сучасності, здатною забезпечувати стабільні врожаї за умов кліматичних трансформацій та дефіциту водних

ресурсів. У світовому масштабі культура займає ключові позиції у продовольчій, кормовій та енергетичній політиці низки держав. Україна, маючи сприятливі агрокліматичні умови та високий потенціал селекційної науки, може значно розширити виробництво сорго.

Однак для реалізації цього потенціалу необхідними є: – оптимізація сортової політики та розширення використання вітчизняних районованих гібридів; стабілізація і розвиток насінництва; удосконалення адаптивних технологій вирощування; поглиблені дослідження екологічних та агробіологічних особливостей сучасного сортименту.

Вирішення зазначених завдань забезпечить підвищення продуктивності, розширення внутрішнього та зовнішнього ринку продукції соргівництва й зміцнення національної продовольчої безпеки.

РОЗДІЛ 2

АГРОБІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОРГО ЗЕРНОВОГО

Сорго (*Sorghum*) належить до однойменного роду *Sorghum*, до складу якого входить значна кількість одно- та багаторічних форм. На території країн СНД у культурі найпоширенішими є такі види, як сорго звичайне (*S. vulgare* Pers.), гаолян (*S. chinense* Sakushev), джугара (*S. cernuum* Host) і суданська трава (*S. sudanense* Pers.). Ці види, будучи однорічними, вирощуються для продовольчих, технічних та кормових потреб. Серед дикорослих форм у Середній Азії трапляється гумай — високошкідливий трансформерний бур'ян.

За морфологічними параметрами волоті, зокрема за ступенем розгалуження та щільністю розташування її гілочок різних порядків, сорго поділяють на три підвиди: волотисте (*ssp. effusum* Körn.), стиснене (*ssp. contractum* Körn.) та компактне (*ssp. compactum*). Квітки в колосках є одноквітковими і зазвичай згруповані по два або три. Характерним є переважно перехресний тип запилення за можливості часткового самозапилення.

Органогенез сорго являє собою послідовність морфогенетичних процесів, які відбуваються в ембріональній та постембріональній фазах розвитку і забезпечують формування вегетативних та генеративних органів. Типовий життєвий цикл культури складається з низки фаз, що супроводжуються суттєвими змінами у біохімічних реакціях, фізіологічних функціях та структурно-анатомічних перетвореннях. Загалом виділяють два інтегральні періоди: формування вегетативної сфери (коренева система, стебло, листковий апарат) і розвиток генеративної сфери (суцвіття, квітки, насіння). У сорго описано 12 етапів органогенезу, починаючи від проростання насіння і завершуючи дозріванням зернівки.

На основі проведеного аналізу агробіологічних та екологічних властивостей зернового сорго можна сформулювати такі узагальнені положення:

1. Сорго є високопластичним та екологічно адаптивним видом, здатним підтримувати життєдіяльність в умовах гідротермічного дефіциту завдяки

потужній мичкуватій кореневій системі, вираженій ксероморфності листків і здатності рослин переходити у тимчасовий анабіоз. Це забезпечує культурі значні переваги в регіонах ризикованого землеробства.

2. Органогенез сорго характеризується чіткою фазовістю, у межах якої перебіг структурно-функціональних процесів тісно корелює з екологічними факторами, особливо температурою й вологозабезпеченістю. Затримки або стреси на ранніх етапах розвитку безпосередньо впливають на формування репродуктивних органів та майбутню врожайність.
3. Висока теплолюбність сорго підтверджує його походження з аридних зон; культура має підвищені вимоги до температури проростання і вегетації. Дефіцит тепла спричиняє гальмування ростових процесів і підвищує ризик загибелі сходів при короткочасних заморозках.
4. Посухостійкість визначає економне використання води, що виражається у зниженому водоспоживанні на ранніх фазах розвитку, здатності відновлювати тургор після тривалої відсутності опадів та уникати необоротних порушень функціонування продохів, на відміну від таких культур, як кукурудза.
5. Морфологічні параметри — довжина стебла, будова волоті, маса 1000 зерен — мають суттєве значення для селекційної роботи, оскільки визначають технологічність збирання, стійкість проти вилягання та зернову продуктивність.
6. Невибагливість до ґрунтових умов робить сорго важливою культурою для освоєння малопродуктивних, еродованих чи засолених земель, що має стратегічне значення для агросистем зі зростаючим рівнем деградації ґрунтових ресурсів.

Сукупність біологічних і фізіологічних характеристик засвідчує, що сорго є стратегічно важливою культурою для регіонів із нестабільним кліматом, адже забезпечує високу стабільність урожайності навіть у несприятливі роки. Його

здатність ефективно використовувати вологу, формувати значну біомасу та давати якісне зерно зумовлює актуальність розширення посівних площ та удосконалення технологій вирощування.

Коренева система сорго має мичкуватий тип і характеризується значним ступенем галуження, досягаючи глибини 200–250 см, а окремі корені можуть проникати в ґрунтовий профіль до 3–3,5 м. Проте переважна частина функціонально активних коренів (приблизно 90%) концентрується в орному шарі 0–60 см, тоді як глибші корені виконують здебільшого резервну (страхову) функцію, забезпечуючи доступ рослини до вологи за умов тривалого дефіциту опадів. Радіус латерального поширення кореневої системи сягає 100–130 см.

Первинний зародковий корінець розвивається особливо інтенсивно від моменту появи сходів до формування третього–четвертого листка; він активно галузиться та формує велику кількість кореневих волосків. Після переходу до наступних фаз вегетації швидкість росту зародкових коренів знижується, однак їх фізіологічна активність зберігається до кінця онтогенезу рослини.

Стебло сорго є прямостоячим, циліндричним, гладким, заповненим паренхімою з високою вологоємністю. Його довжина варіює в межах 50–60 см у карликових форм і 160–200 см у високорослих. Сучасні селекційні програми спрямовані на створення низькорослих сортів і гібридів (90–120 см) з укороченими міжвузлями, що підвищує їхню придатність до механізованого збирання та зменшує ризики вилягання.

Кількість стеблових міжвузлів є генетично детермінованою ознакою. Ранньостиглі генотипи формують 6–8 вузлів, тоді як пізньостиглі — понад 15. Нижні міжвузля короткі, тоді як верхні характеризуються значною довжиною. Висування волоті над верхівковим листком прямо корелює з якістю збиральних робіт.

Листковий апарат складається з пластинки та піхви, що охоплює стебло між вузлами. Листки демонструють значні відмінності за розмірами та тривалістю функціонування. Для сорту з 11 листками умовно виділяють 4 групи:

1. 1–4-й листки — дрібні ($25\text{--}40 \times 1,5\text{--}3,0$ см), частково відмирають до цвітіння.
2. 5–6-й — середнього розміру ($45\text{--}55 \times 3,5\text{--}5,0$ см).
3. 7–9-й — найбільші ($60\text{--}70 \times 6\text{--}7$ см), характеризуються найбільшою фотосинтетичною активністю.
4. 10–11-й — середньої довжини, але широкі ($6\text{--}6,5$ см), залишаються зеленими до повної стиглості зерна.

Тривале збереження зеленості листків забезпечує сорго високу тривалість фотосинтетичної активності, що зумовлює специфіку формування зернівки та впливає на строки збирання.

Суцвіття являє собою волоть з добре розвиненою центральною віссю, довжина якої змінюється в межах 15–35 см залежно від умов вирощування. Бічні гілки волоті багатопорядкові, причому в нижній частині суцвіття вони розвиваються інтенсивніше. Морфологічні параметри гілок та їх щільність визначають тип волоті та її господарську цінність.

Після викидання волоті відбувається активний перерозподіл асимілянтів — органічні та мінеральні речовини активно мігрують зі стебел і листків у зерно, що призводить до зниження їхнього вмісту в вегетативних органах при відносній стабільності загальної маси рослини.

Зернівка сорго може мати різноманітну форму (округлу, сплюснуту) та забарвлення (кремове, біле, червоне, коричневе; іноді плямисте). Процес наливу та дозрівання продовжується тривалий час, і максимальна маса зернівки за сухою речовиною досягається лише у фазі повної стиглості.

Період зерноутворення визначає ключові кормові й технологічні властивості культури, оскільки саме в цей час формуються такі показники, як вміст білка, крохмалю та незамінних амінокислот. Маса 1000 зерен становить у різних форм 17–50 г, а у більшості районованих сортів — 20–29 г.

ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ СОРГО

Сорго є однією з найбільш теплолюбних культур помірної зони; воно потребує високих температур на всіх етапах онтогенезу. Мінімальна

температура проростання становить 9–10 °С; за 8 °С насіння втрачає схожість. Переохолодження сходів до 0...–2 °С призводить до повної загибелі рослин. Для успішного проходження вегетації сорго необхідно накопичити певну суму активних температур:

- скоростиглі сорти — 2000–2500 °С;
- середньоранні — 2500–3000 °С;
- середньостиглі — 3000–3500 °С;
- пізньостиглі — понад 3500 °С.

Холодостійкість корелює з забарвленням зернівки: інтенсивно забарвлені форми (з високим вмістом таніну) стійкіші до низьких температур, що пояснюється інгібуванням мікрофлори на поверхні насіння.

Сорго належить до ксерофітів, вирізняючись надзвичайною посухостійкістю, економним витрачанням води та здатністю до анабіозу в умовах стресу. Для проростання воно потребує лише 35–40% води від маси насіння, що у 2–3 рази менше, ніж у інших культур.

За тривалої посухи рослина зупиняє ріст, але зберігає здатність швидко відновлювати тургор після випадання опадів — на відміну від кукурудзи, продихи якої необоротно втрачають функціональність після 7 діб посухи.

Пікове водоспоживання припадає на період за 10 днів до викидання волоті — 10 днів після цвітіння. У цей короткий проміжок (25–30 діб) витрачається до 50% усієї води за вегетацію.

Сорго є світлолюбною культурою короткого дня, чутливою до інтенсивності та спектрального складу сонячної радіації. Оптимальні умови спостерігаються в степовій зоні України, де величина ФАР досягає 2,8–3,0 млрд ккал/га. За коефіцієнта використання ФАР 3% урожай біомаси може становити 350–380 ц/га.

Сорго проявляє невисоку специфічність до ґрунтових типів і може формувати стабільні врожаї на чорноземах, каштанових ґрунтах, навіть на легких піщаних субстратах та засолених ділянках. Непридатними є лише заболочені ґрунти з високим рівнем ґрунтових вод.

РОЗДІЛ 3

УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов зони проведення досліджень

Недостатній рівень наукової розробленості щодо оптимального територіального розміщення посівів сорго в межах України зумовлює істотні втрати потенційної урожайності та обсягів товарної продукції. Формування стабільного й високого врожаю можливе лише за умови врахування комплексу природно-ресурсних чинників, серед яких провідну роль відіграють ґрунтово-кліматичні характеристики регіону. За результатами досліджень міжнародних наукових центрів встановлено, що вплив погодних умов на формування врожаю може становити до 15 %, а за екстремальних сценаріїв – навіть наближатися до 100 %.

Дослідне поле кафедри рослинництва УНУС розташоване в південній частині Правобережного Лісостепу України та сформоване на лесоподібних важкосуглинистих відкладах. Рельєф характеризується вирівняним підвищенням плато, що сприяє рівномірному перерозподілу вологи. Підземні води знаходяться на глибині 16–24 м, що обмежує їх доступність рослинам, тому волого забезпечення культур формується переважно за рахунок атмосферних опадів, які стають визначальним лімітуючим фактором продуктивності.

Ґрунти представлені типовими малогумусними чорноземами важкосуглинистого гранулометричного складу. Частка грубого пілу становить 37–43 %, мулуватої фракції — 25–38 %, а загальна пористість профілю до 120 см сягає 55,9–59,8 %. Такі параметри забезпечують сприятливий повітряний та водний режими і створюють оптимальні умови для розвитку кореневої системи.

Фізико-хімічні параметри чорноземів відповідають вимогам більшості просапних культур, зокрема кукурудзи й сорго (табл. 1). Карбонатний горизонт залягає на глибині 80–120 см, місцями — до 150–160 см, що характерно для добре структурованих чорноземів лісостепової зони. Оптимальні межі

вологості, при яких можливий якісний основний і передпосівний обробіток, досягаються за вмісту води на рівні 15 %.

Агрохімічні показники свідчать про достатній рівень забезпеченості дослідної ділянки основними елементами живлення. Вміст гумусу у верхньому горизонті становить 4,85 %, у шарі 20–40 см — 3,91 %, а у глибших шарах поступово зменшується до 0,71 %. Ємність катіонного обміну в орному шарі є високою (33–35 мг-екв/100 г ґрунту), кислотність — слабкокисла (рН 6,3), що забезпечує добрі умови для надходження елементів мінерального живлення.

За результатами аналізів ґрунти мають достатній рівень забезпечення азотом, фосфором та калієм: вміст легкогідролізованих форм азоту становив 5,44–8,10 мг, рухомого фосфору — 10–15 мг, калію — 16–20 мг на 100 г ґрунту.

Погодні умови року досліджень мали вирішальний вплив на ріст, розвиток і продуктивність сорго. Встановлено істотні відхилення сумарних опадів і температурного режиму від кліматичної норми. Так, червень і липень характеризувалися аномально високими температурами та дефіцитом вологи, що могло провокувати пригнічення ростових процесів. Натомість липень мав достатню кількість опадів, що компенсувало дефіцит попереднього місяця. У серпні спостерігалася критично низька сума опадів — лише 4,5 мм, що відповідало 13 % місячної норми. Вересень відзначився підвищеними температурами та помірним зменшенням відносної вологості.

Висновок: ґрунтово-кліматичні умови дослідної ділянки є загалом сприятливими для вирощування сорго, однак вагомі коливання температури та нерівномірність розподілу опадів можуть істотно впливати на продуктивність. Це обґрунтовує необхідність оптимізації густоти стояння рослин та вибору адаптивних гібридів, здатних ефективно реагувати на змінність умов середовища.

3.2. Схеми дослідів і методичні підходи до вивчення технологічних елементів вирощування зернового сорго

Двофакторний польовий експеримент був організований за схемою рендомізованих розщеплених ділянок із триразовою повторністю. Облікова площа становила 33,6 м². У дослідженні вивчали вплив:

- Фактора А: густоти стояння рослин (100, 140, 180, 220 тис. шт./га),
- Фактора В: гібридів сорго зернового (Сонцедар, Прайм, Бургго, Спринт W, Даш Е, Таргга).

Закладання дослідів, відбір проб ґрунту та рослин, їх підготовку до лабораторного аналізу виконували згідно з вимогами ДСТУ та загальноприйнятих методичних рекомендацій.

Протягом вегетації проводили:

- біометричні вимірювання (висота рослин, площа листкової поверхні, маса зеленої маси);
- фенологічні спостереження (у визначених фазах розвитку за участі 10 % та 75 % рослин);
- визначення густоти посівів на початку та в кінці вегетаційного періоду;
- оцінку структурних елементів урожаю (довжина волоті, маса зерна у волоті, маса 1000 зерен тощо).

Площа листкової поверхні визначалася за формулою:

$$S = k * l * n, \quad (1)$$

де $k = 0,75$ — поправний коефіцієнт, l — довжина листка, n — максимальна ширина листка.

Збирання врожаю виконували комбайном Sampro-130 методом суцільного обмолоту.

Статистичну обробку результатів проводили з використанням дисперсійного аналізу. Економічну ефективність різних варіантів оцінювали за

показниками собівартості, чистого прибутку, рівня рентабельності та продуктивності праці.

Агротехніка загалом відповідала рекомендаціям для Лісостепу, за винятком регульованих факторів густоти стояння та строку сівби.

Висновок: застосована методика забезпечує достатню точність та репрезентативність результатів, дозволяючи оцінити не лише біологічні особливості гібридів, але й економічну доцільність їх вирощування за різних густот стояння. Двофакторна схема досліду дає змогу визначити оптимальні параметри агротехнології для конкретних ґрунтово-кліматичних умов регіону.

РОЗДІЛ 4

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ ЗЕРНОВОГО СОРГО ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ ТА ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН

4.1. Вплив досліджуваних факторів на фенологічні показники гібридів зернового сорго

У ході онтогенезу рослинні організми закономірно зазнають морфологічних і анатомічних трансформацій, які зумовлені віковими змінами та адаптивною реакцією на варіювання абіотичних факторів середовища. Перехід особини від однієї фенологічної фази до іншої відображає комплекс глибоких фізіолого-біохімічних перебудов, що ініціюються змінами температурного режиму, інтенсивності фотосинтетично активної радіації, доступності ґрунтової вологи та рівня мінерального живлення. Такі переходи супроводжуються проявом чітких, хоча й візуально незначних морфологічних маркерів, зокрема формуванням додаткових листкових пластинок [8].

Оптимальність темпів реалізації кожної фази росту детермінується достатнім забезпеченням теплом, вологою та світлом. Особливо критичним цей комплекс є у період формування й інтенсивного розвитку генеративних органів, коли продуктивність культури визначається ефективністю перебігу морфогенетичних процесів [47].

У польових умовах моніторинг ростових процесів рослин сорго здійснювали за ключовими фенологічними маркерами. Фіксація строків настання основних фаз розвитку дала можливість деталізувати тривалість міжфазних інтервалів, що є важливою складовою агробіологічної характеристики гібридів. Одним із найбільш інформативних господарських показників, який дозволяє об'єктивно оцінити адаптивний потенціал та технологічність гібриду, виступає сумарна тривалість вегетаційного періоду культури [72].

Встановлено, що залежно від густоти стояння рослин загальна тривалість вегетаційного періоду варіювала в межах 115–123 діб. Аналіз

таблиці 3 підтверджує чітку закономірність: із підвищенням густоти агроценозу від 100 до 220 тис. рослин/га час настання ранніх фенологічних фаз (до куціння) збільшувався на 1–2 доби, тоді як у другій половині вегетації — особливо в період закладання та розвитку генеративних органів — тривалість міжфазних інтервалів, навпаки, скорочувалася на 2–3 доби порівняно з менш загущеними варіантами (табл. 1).

Таблиця 1

**Періоди настання основних фаз росту і розвитку гібридів
зернового сорго за різної густоти стояння рослин**

Гібрид (фактор А)	Терміни настання фаз розвитку							
	сівба	сходи	куціння	викидання вологі	цвітіння	МВС	повна стиглість	технічна стиглість (вологість 14%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
100 тис. шт./га								
Сонцедар	06.05	14.05	24.06	19.07	28.07	05.09	15.09	26.09
Прайм	06.05	17.05	23.06	18.07	30.07	06.09	17.09	27.09
Бургго	06.05	16.05	23.06	18.07	31.07	06.09	17.09	26.09
140 тис. шт./га								
Сонцедар	06.05	15.05	23.06	18.07	28.07	04.09	15.09	24.09
Прайм	06.05	17.05	23.06	19.07	30.07	04.09	16.09	25.09
Бургго	06.05	15.05	23.06	21.07	29.07	04.09	15.09	25.09
180 тис. шт./га								
Сонцедар	06.05	14.05	23.06	17.07	24.07	02.09	11.09	23.09
Прайм	06.05	14.05	27.06	17.07	26.07	03.09	12.09	23.09
Бургго	06.05	16.05	27.06	17.07	25.07	03.09	12.09	25.09
220 тис. шт./га								
Сонцедар	06.05	15.05	27.06	17.07	25.07	30.08	14.09	24.09
Прайм	06.05	17.05	29.06	17.07	25.07	03.09	13.09	24.09
Бургго	06.05	17.05	29.06	18.07	27.07	02.09	13.09	24.09

Результати фенологічних спостережень засвідчили, що тривалість фазових переходів визначалась, насамперед, гідротермічними умовами та особливостями технології вирощування.

У середньому, для всіх гібридів спостерігалось зменшення загальної тривалості міжфазних періодів на 1–3 доби порівняно з контрольними варіантами.

Диференційований характер реакції рослин сорго на густоту стояння зумовив істотні відмінності у тривалості вегетаційного періоду (табл. 2).

Таблиця 2

Тривалість вегетаційного періоду гібридів сорго зернового
за різної густоти стояння рослин

Гібрид (фактор В)	Густота стояння рослин, тис шт,га (фактор А)			
	100	140	180	220
1	2	3	4	5
Сонцедар	120	119	118	117
Прайм	121	119	118	116
Бургго	121	120	119	120

Оскільки тривалість вегетації визначає динаміку перебігу продукційних процесів, вона безпосередньо впливає як на адаптацію рослин до абіотичних чинників, так і на технологічність збирання врожаю. Відомо, що синхронізація моменту досягнення технічної стиглості з оптимальним погодним вікном є критичною для мінімізації втрат генеративної продукції, особливо за комбайнового збирання, коли на ефективність процесу впливають інтенсивність опадів та рівень атмосферної вологості.

За всіма гібридами спостерігалася стабільна тенденція скорочення тривалості вегетаційного періоду із збільшенням густоти сівби. У середньому цей показник зменшувався на 6–7 діб при підвищенні норми висіву від 100 до 220 тис. рослин/га.

Графічна інтерпретація середніх значень тривалості вегетаційного періоду наведена на рис. 1. Найвищу скоростиглість продемонстрував гібрид Прайм — у середньому 116 діб від появи повних сходів до технічної стиглості зерна (вологість 14%). Це на 4 доби менше порівняно з гібридом Бургго (120

діи). Гібрид Сщонцедар характеризувалися тривалістю вегетації в діапазоні 117–120 діб.

Комплексний аналіз фенологічних показників гібридів зернового сорго засвідчив, що всі досліджувані зразки характеризуються прийнятними для умов південної частини Правобережного Лісостепу України строками настання технічної стиглості зерна. Досягнення технологічно оптимального рівня вологості зерна в першій половині жовтня забезпечує високоякісне комбайнове збирання та мінімізує втрати продукції як у полі, так і на етапах післязбирального доопрацювання (очищення та сушіння).

Отже, встановлена залежність між густотою стояння та тривалістю фенологічних фаз має важливе прикладне значення, оскільки дозволяє коригувати технологію вирощування з метою оптимізації продукційного процесу та підвищення загальної ефективності агротехнології вирощування зернового сорго.

4.2 Аналіз біометричних параметрів росту та розвитку рослин, зумовлених загущеністю агроценозу

Висота рослин, що за твердженнями численних дослідників є базовим морфолого-фізіологічним параметром, виступає однією з ключових детермінант ярусності агрофітоценозу, визначає конкурентні переваги культурних рослин у фітоценотичному середовищі та рівень їх домінантності відносно бур'янової рослинності. Саме цей структурний показник архітектоніки сорго безпосередньо впливає на інтенсивність світлопроникнення, ступінь аерації посіву та комплекс параметрів, які формують продуктивність асиміляційних процесів.

Представлені в таблиці 3 результати експерименту свідчать, що всі досліджувані гібриди зернового сорго належать до морфологічно компактною групи, що зумовлює незначні міжгенотипні відмінності за висотою рослин. Встановлено об'єктивну закономірність: збільшення густоти стояння рослин

призводить до статистично значущого зростання висоти всіх гібридів із досягненням максимальних значень за густоти 220 тис. шт./га. Так, при підвищенні густоти з 100 до 220 тис. шт./га середня висота рослин зростала на 10,5 см за раннього строку сівби та на 8,5 см — за пізнього 9 (табл. 3).

Таблиця 3

**Висота рослин гібридів зернового сорго за різної густоти
стояння в фазу цвітіння, см**

Гібрид (фактор В)	Густота стояння рослин, тис. шт. /га (фактор А)			
	100	140	180	220
1	2	3	4	5
Сонцедар	82	84	92	93
Прайм	89	90	91	94
Бургго	85	87	91	92
НІР ₀₅ , см	А	3,14-4,63		
	В	1,62-2,95		
	АВС	7,75-8,38		

Фізіолого-біохімічна основа продуктивності рослин визначається масштабом та функціональною активністю асиміляційного апарату, який залежить від кількості листків, їх маси, ступеня розвитку мезофілу та доступності ресурсів живлення. Досягнення високої врожайності можливе лише за умов цілеспрямованого регулювання продукційного процесу шляхом формування оптимальних параметрів фотосинтетичного апарату: площі листової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу. З огляду на те, що 90–95 % урожайної маси формується саме в листках у процесі фотосинтезу, значення цього процесу є беззаперечним.

Інтенсивність фотосинтетичної діяльності, у свою чергу, детермінується величиною листової поверхні, функціональною потужністю асиміляційної паренхіми, умовами трофіки та тривалістю активного функціонування листків. Сукупність цих параметрів визначає ефективність засвоєння сонячної енергії та спрямованість продукційних процесів, що в підсумку формує рівень урожаю.

Аналіз даних таблиці 4 показує, що із зростанням густоти стояння рослин кількість листків на окремій рослині закономірно зменшувалась у всіх гібридів. Максимальна кількість листків зафіксована за мінімальної густоти (100 тис. шт./га), причому найвищими значеннями характеризувався гібрид Сонцедар (13,0–13,9 шт.). За максимальної густоти (220 тис. шт./га) цей показник визначався генотипними особливостями та становив 10,9–11,3 шт. Найнижчі параметри кількості листків у межах дослідів мав гібрид Бургго— у середньому 9,4–9,5 шт.

Таблиця 4

Кількість листків на 1 рослині гібридів зернового сорго за різної густоти стояння рослин, шт

Гібрид (фактор В)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор А)			
	100	140	180	220
Сонцедар	13,9	13,4	12,7	12,3
Прайм	10,8	10,5	10,0	9,7
Бургго	10,8	10,7	10,1	9,5
НІР ₀₅ , шт.	А	0,85-0,98		
	В	0,97-1,47		
	АВС	2,13-3,37		

Індекс листкової поверхні (табл. 5), що відображає площу асиміляційного апарату на одиницю площі, демонстрував чітку тенденцію до збільшення зі зростанням густоти стояння, що узгоджується з вертикальним розподілом рослинної маси та зміною світлового режиму агроценозу.

Таблиця 5

Індекс листової поверхні гібридів зернового сорго за різної густоти
стояння рослин

Гібрид (фактор В)	Густота посіву, тис. шт./га (фактор А)			
	100	140	180	220
Сонцедар	1,96	2,28	2,32	2,43
Прайм	1,58	1,69	1,87	1,93
Бургго	1,79	1,82	1,99	2,04
НІР ₀₅	А	0,27-0,42		
	В	0,19-0,31		
	АВС	0,99-1,65		

Маса асиміляційного апарату (табл. 6) також істотно залежала від густоти стояння та генотипу. Найбільшу масу листя на одну рослину зафіксовано у гібрида Даш Е (91 г), а з урахуванням густоти стояння максимальна маса листя з одиниці площі при 180 тис. шт./га також була характерною для цього генотипу (1206 г/м²), що корелює з найвищими середніми показниками врожайності зерна.

Таблиця 6

Маса листя гібридів сорго зернового в фазу цвітіння за різної
густоти стояння, г/рослину

Гібрид (фактор В)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор А)			
	100	140	180	220
Сонцедар	73	59	57	49
Прайм	64	52	48	45
Бургго	75	63	59	49
НІР ₀₅ , г	А	4,15-6,39		
	В	4,03-5,85		
	АВ	12,63-14,11		

Висновки та наукове обґрунтування

1. Біометричні параметри росту рослин зернового сорго, зокрема висота та структурні показники листкового апарату, детермінуються взаємодією генотипу та рівня загущення агроценозу, що підтверджено статистично достовірними варіаціями показників за різних густот стояння.
2. Збільшення густоти посіву сприяє формуванню вищих рослин, що є наслідком міжвидової конкуренції за світло і відповідає загальним закономірностям алометричного росту у загущених ценозах.
3. Незважаючи на зменшення кількості листків на одній рослині за високої густоти стояння, загальна площа асиміляційного апарату на одиницю площі (індекс листкової поверхні) зростає, що свідчить про адаптивні морфогенетичні реакції рослин, спрямовані на оптимізацію фотосинтетичної продуктивності.
4. Гібрид Даш Е продемонстрував найвищу потенційну продуктивність асиміляційного апарату, що проявилось у максимальній масі листя та високих показниках урожайності, підтверджуючи його генетичні переваги в умовах різної густоти стояння.
5. Отримані результати свідчать про необхідність оптимізації густоти посіву для кожного конкретного гібриду, оскільки реакція рослин на загущення є генотип-специфічною та визначає ефективність фотосинтетичних процесів і кінцеву врожайність.

4.3. Оцінка впливу досліджуваних факторів на структурно-морфологічні параметри врожаю зернового сорго

Вивчення структурних елементів урожайності зернового сорго є одним із базових інструментів об'єктивної агробіологічної діагностики сучасних гібридів, оскільки саме ці показники відображають комплексну реакцію генотипу на екологічні, насамперед абіотичні, чинники зони вирощування. Детальний аналіз морфологічних характеристик рослин дозволяє оцінити

ступінь адаптивності та стабільності гібридів щодо варіацій у щільності агроценозу, які формують специфічні фітоценотичні умови.

Встановлено, що довжина волоті істотно детермінувалася як спадковими особливостями гібридів, так і ступенем їх просторового розміщення. Так, посіви, висіяні у ранній строк, формували суцвіття середньою довжиною 22,1 см, що на 2,1 см (14%) перевищувало аналогічний показник за пізнього строку сівби. Із підвищенням густоти стеблостою спостерігалось систематичне скорочення розмірів волотей усіх без винятку гібридів. Максимальні значення величини суцвіття спостерігалися у гібриду Сонцедар (27 см), тоді як найменші — у гібриду Бургго (19 см) (табл. 7).

Таблиця 7

Довжина волоті гібридів сорго зернового в залежності від густоти
стояння рослин, см

Гібрид (фактор В)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор А)			
	100	140	180	220
Сонцедар	27	25	23	24
Прайм	24	23	21	20
Бургго	25	24	21	19
НІР ₀₅ , см	А	3,74-5,14		
	В	1,24-3,04		
	АВ	5,07-9,04		

Показник маси 1000 зерен, що відображає узагальнений результат взаємодії генотипу із зовнішнім середовищем протягом онтогенезу, також демонстрував високу чутливість до загушення посівів. Відомо, що дана ознака корелює з якісними параметрами насіння, зокрема вмістом запасних речовин, енергією проростання та загальною стійкістю рослин до несприятливих чинників. У досліді підтверджено закономірне зменшення маси 1000 зерен зі збільшенням кількості рослин на одиниці площі. Найістотніше зниження (на 24,1%) зареєстроване у гібриду Сонцедар, тоді як мінімальні втрати маси спостерігались у гібрида Прайм (–5,0%) (табл.8).

Таблиця 8

Маса 1000 зерен гібридів зернового сорго за різної густоти
стояння рослин, г

Гібрид (фактор В)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор А)			
	100	140	180	220
Сонцедар	22,5	20,2	18,3	17,1
Прайм	16,2	16,2	16,1	15,2
Бургго	18,8	18,6	17,9	16,6
НІР ₀₅ , г	А	4,05-6,15		
	В	1,97-2,65		
	АВ	6,01-8,58		

Загалом, за всієї різноманітності гібридів сформувалася єдина тенденція: зі збільшенням щільності посівів відбувалося зменшення практично всіх біометричних характеристик — від маси вегетативних органів до параметрів суцвіть і зерна.

Висновки за розділом 4.3

1. Структурно-морфологічні показники зернового сорго є інтегральними індикаторами адаптивного потенціалу гібридів, оскільки чітко реагують як на генетичні особливості, так і на фітоценотичні умови.
2. Підвищена густота посівів закономірно зменшує розміри волотей та масу 1000 зерен, що зумовлено міжрослинною конкуренцією за ресурси — світло, вологу та елементи живлення.
3. Найвищі показники морфологічної продуктивності продемонстрував гібрид Сонцедар, тоді як інші гібриди варіювали у межах видової норми.
4. Маса 1000 зерен — один із найбільш чутливих індикаторів, оскільки вона комплексно акумулює вплив абіотичних і технологічних чинників на формування насіння.

4.4. Вплив загущеності стеблостою на зернову продуктивність гібридів сорго

Урожайність кондиційного зерна, приведенного до стандартних параметрів вологості та чистоти, є інтегральним критерієм для оцінювання ефективності агротехнологічних заходів. У випадку сорго така корекція є особливо важливою через можливу підвищену вологість зернової маси та наявність домішок під час збирання.

Аналіз даних свідчить, що реакція гібридів на загущення посівів була неоднорідною та визначалася їх генетично обумовленими адаптивними властивостями. Найвищу врожайність серед усіх варіантів продемонстрував гібрид Сонцедар, який за густоти 140 тис. рослин/га забезпечив 6,55 т/га кондиційного зерна. Гібрид Прайм максимізував продуктивність за густоти 180 тис. рослин/га (4,64 т/га). Для гібрида Бургго оптимальною також стала густина 140 тис. рослин/га (5,50 т/га) (табл. 9).

Таблиця 9

Урожайність зерна гібридів сорго зернового за різної густоти стояння рослин, т/га

Гібрид (фактор В)	Густина посівів, тис. шт./га (фактор А)			
	100	140	180	220
Сонцедар	5,65	6,55	4,87	4,78
Прайм	3,21	4,55	4,64	3,84
Бургго	4,39	5,50	5,05	4,28
НІР ₀₅ , Г	А	0,17-0,38		
	В	0,21-0,58		
	АВ	0,32-0,73		

Висновки за розділом 4.4

1. Оптимальна густина стояння рослин є вирішальним фактором, що визначає рівень зернової продуктивності кожного окремого гібриду.
2. Гібриди демонструють різні типи екологічної реакції:
 - від чітко вираженої оптимальної густоти (Сонцедар, Бургго),

- до позитивного реагування на максимальні значення щільності посіву (Спринт W).
3. Гібрид Даш Е вирізняється найвищою екологічною пластичністю, що забезпечує стабільний рівень урожайності за широкого діапазону густоти стеблостою.
 4. Отримані результати підтверджують доцільність диференційованого підходу до норм висіву залежно від конкретного гібриду та умов вирощування.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ

У структурі агрономічних досліджень особливе значення надається визначенню економічної результативності технологій вирощування рослинницької продукції, і виробництво зернового сорго в цьому контексті не становить винятку. Переважна більшість фахівців сходиться на думці, що при оцінюванні ефективності необхідно враховувати сукупну дію кількох груп чинників, які формують рівень виробничих витрат та кінцевий економічний результат.

До складу прямих витрат, що супроводжують технологічний процес вирощування сорго зернового, було включено такі статті: оплата оренди земельних ділянок, заробітна плата основних виробничих працівників, вартість паливно-мастильних матеріалів, насіннєвого матеріалу, мінеральних добрив, засобів захисту рослин, амортизаційні нарахування, витрати на поточний ремонт, інші прямі видатки, а також суми фіксованих податків і супутніх нарахувань. Виходячи з особливостей гібридного складу культури, специфіки технологічних прийомів та диференційованого рівня багаторічної врожайності, були визначені загальні виробничі витрати, обсяг валової продукції з 1 га, величина прибутку та показники рентабельності.

Задля забезпечення максимальної об'єктивності оцінювання складових зональної технології вирощування сорго було виконано розрахунок економічної доцільності агротехнічних прийомів, що становили предмет дослідження. Основні підсумкові показники ефективності виробництва гібридів наведено залежно від густоти стояння рослин. Оскільки сума сукупних виробничих витрат залишалася практично сталою для всіх варіантів, визначальним фактором зміни економічних параметрів була урожайність, що чітко простежується у варіантах зі змінними строками сівби.

Для всебічного аналізу економічної ефективності виробництва зерна сорго (за реалізаційною ціною 18 тис.грн/т на листопад 2025 р.) були

встановлені показники структури виробничих витрат, собівартості одиниці продукції, чистого прибутку та рівня рентабельності (табл. 10).

Таблиця 10

**Економічна ефективність технології вирощування гібридів
зернового сорго**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, тис.	Витрати разом з накладними, тис. грн./га	Собівартість 1 т, тис. грн.	Прибуток, тис. грн./га	Рентабельність (збитковість), %
Сонцедар	100	5,65	101,7	52,22	9,24	49,48	53,5
	140	6,55	117,9	52,15	8,42	65,75	78,1
	180	4,87	87,6	52,27	10,73	35,33	32,9
	220	4,78	86,04	52,28	10,94	33,76	30,9
Прайм	100	3,21	57,18	52,40	16,32	4,78	29,2
	140	4,55	81,9	52,28	11,49	29,62	28,8
	180	4,64	83,52	52,29	11,27	31,23	27,7
	220	3,84	69,3	52,35	13,36	16,95	12,7
Бургго	100	4,39	79,02	52,31	11,92	26,71	22,4
	140	5,50	99,0	52,22	9,49	46,78	49,3
	180	5,05	90,9	52,26	10,35	38,64	37,3
	220	4,28	77,04	52,31	12,22	24,73	20,2

Проведений аналіз виявив істотну залежність вартості валової продукції від гібридного складу, що пояснюється зростанням урожайності товарного зерна. Максимального значення даний показник досягнув при вирощуванні гібриду Сонцедар за густоти стояння 40 тис. рослин/га — 65,75 тис.грн/га; натомість мінімальне значення (4,78тис. грн/га) відзначене у гібриду Прайм за густоти 100 тис. рослин/га.

Виробничі витрати, формуючись здебільшого за рахунок сталих складових, коливалися незначно (у межах 8,6–8,7 тис. грн/га). Це підтверджує, що зміни густоти стояння впливали переважно на врожайність, а не на рівень витрат. Незначне зростання витрат у варіантах із вищою продуктивністю

пояснюється додатковими витратами на збір і транспортування додаткової кількості зерна.

Собівартість 1 т зерна суттєво варіювала через різні рівні урожайності за відносної стабільності витрат. Середні показники собівартості становили: Сонцедар — 10,73 тис. грн/т; Прайм — 13,36 тис.грн/т; Бургго — 11,92 тис. грн/т.

Максимальний умовний чистий прибуток (65,75 тис. грн/га) та найвищий рівень рентабельності (78,1 %) забезпечив гібрид Сонцедар при густоті 140 тис. рослин/га. Найнижчі показники були характерні для гібриду Прайм, у якого середній прибуток становив лише 21,23 тис.грн/га за рівня рентабельності 16,7%.

За умов пізнього строку сівби рівень економічної ефективності істотно знижувався в усіх гібридів, що обумовлено різким падінням урожайності за незначного зменшення виробничих витрат. Найвищу вартість валової продукції (110,70 грн/га) знову забезпечив гібрид Сонцедар при густоті 140–160 тис. рослин/га.

Чистий прибуток у пізньому строку сівби також був найбільшим у гібриду Сонцедар (65,75 тис. грн/га), тоді як мінімальний (4,78 тис.грн/га) зафіксовано у гібриду ПраймW при густоті 100 тис. рослин/га. Аналогічна тенденція спостерігалася і щодо рівня рентабельності,

Висновки та обґрунтування

1. Гібридний склад є ключовим детермінантом економічної ефективності виробництва зернового сорго. Відмінності у врожайності між гібридами зумовили широкі коливання вартості валової продукції, собівартості, чистого прибутку та рівня рентабельності. Найвищі економічні показники стабільно демонстрував гібрид Сонцедар, що свідчить про його адаптивний потенціал та високий рівень реалізації генетичного продуктивного ресурсу.
2. Густота стояння рослин впливає передусім на продуктивність, а не на рівень виробничих витрат. Витрати залишалися практично сталими, тоді

як збільшення густоти до оптимального рівня (180 тис. шт./га) сприяло максимізації урожайності та економічного результату. Подальше загущення приводило до зниження продуктивності, що зумовило падіння економічної ефективності.

3. Собівартість 1 т зерна обернено пропорційна урожайності. Гібриди з високим потенціалом зернової продуктивності формували мінімальні показники собівартості. Найнижчі значення зареєстровано у гібриду Прайм, найбільші — у Срінецьдар.
4. Пізній строк сівби призводить до суттєвого погіршення економічних показників. Недостатня сума ефективних температур та несприятливі умови вегетації обмежували реалізацію продуктивного потенціалу рослин, що спричинило зниження врожайності та, відповідно, рівня рентабельності за практично незмінних виробничих витрат.
5. Гібрид Сонцьдар є найбільш економічно вигідним для вирощування за різних технологічних умов. Це підтверджено найвищою вартістю валової продукції, мінімальною собівартістю, найбільшим чистим прибутком та найвищим рівнем рентабельності у всіх досліджуваних варіантах.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Моделювання виробничих процесів у промисловому секторі (передовий досвід)

У системі формування та підтримання безпечних, гігієнічно придатних і здорових умов трудової діяльності в країнах Європейського Союзу ключову роль відіграють інституції, що представляють інтереси найманих працівників, насамперед професійні спілки. Функціональні компетенції та обсяг делегованих повноважень цих організацій варіюють залежно від національних правових систем держав-членів, проте їхня взаємодія з роботодавцями ґрунтується на трьох базових механізмах: праві на отримання релевантної інформації та участь у консультаціях, праві контролю за дотриманням норм охорони праці, а також праві накладати заборону або висловлювати незгоду з рішеннями роботодавця, що можуть впливати на безпеку трудового середовища. Останній інструмент у найбільш розвиненому вигляді функціонує у ФРН, Нідерландах і Люксембурзі; у Данії надано обмежені повноваження щодо спільного прийняття рішень, тоді як у Франції та Бельгії подібні права застосовуються вибірково.

У решті держав-членів ЄС повноваження представників працівників переважно зосереджені на доступі до інформації та їх обов'язковому залученні до консультаційних процедур з усіх аспектів, що стосуються гігієни, безпеки праці та добробуту. Законодавства більшості країн встановлюють обов'язок роботодавців забезпечувати працівників і їх представників документацією щодо запланованих профілактичних заходів. У Франції, Бельгії та Нідерландах, крім цього, передбачено складання щорічних програм з охорони праці та подальше звітування про їх реалізацію. Значна увага приділяється також веденню спеціалізованих реєстрів: виробничого травматизму, професійної захворюваності, використання небезпечних речовин і результатів біологічного моніторингу трудового середовища. В Італії колективні угоди додатково

регламентують створення кількох типів реєстрів ризиків, захворюваності та даних медичних оглядів.

Практика країн ЄС свідчить, що участь працівників у процесах інспектування виробничих зон і розслідування фактів виробничого травматизму є універсальною, хоча ступінь їхнього впливу є нерівномірним. Наприклад, у Нідерландах та Ірландії повноваження представників трудящих обмежені супроводом інспекторів або ознайомленням із загальними умовами праці. На противагу цьому у Великій Британії та Італії працівники наділені правом проводити самостійні інспекції та ініціювати розслідування порушень. У країнах, де діють змішані комітети з безпеки праці, контроль за дотриманням норм охорони праці здійснюється у формі спільних інспекцій роботодавців і представників найманої праці.

Законодавства європейських країн передбачають широкий спектр юридичної відповідальності за порушення правил охорони праці — від дисциплінарної та адміністративної до цивільно-правової та кримінальної. У низці країн (зокрема Італії) передбачено значні покарання, включаючи тривалі строки позбавлення волі. Окремі системи правосуддя вводять навіть кримінальну відповідальність юридичних осіб за системні порушення, що створюють загрозу життю і здоров'ю працівників.

У контексті інтеграційних процесів та імплементації європейських стандартів надзвичайно актуальним для України постає завдання адаптації національного законодавства у сфері охорони праці до нормативно-правової бази Європейського Союзу. Основними документами, що визначають вимоги до забезпечення безпечних умов праці, є низка директив ЄС, зокрема:

- Директива 89/391/ЄЕС щодо загальних заходів з удосконалення безпеки праці;
- Директива 89/654/ЄЕС щодо вимог до робочих зон;
- Директива 89/655/ЄЕС щодо безпечного використання обладнання;
- Директива 98/37/ЄС та інші документи, що регламентують безпечність машин, устаткування та засобів індивідуального захисту.

Для гармонізації українського законодавства з європейським доцільним є внесення положень щодо:

- закріплення загальних принципів превентивного управління ризиками (оцінка ризиків, усунення небезпек у джерелі, адаптація виробничих процесів до людського фактора, планування профілактичних заходів);
- розширення обов'язків роботодавця у частині інформування працівників сторонніх організацій, залучених до виробничої діяльності, про наявні ризики, системи захисту та порядок взаємодії у надзвичайних ситуаціях.

Висновки та обґрунтування

Аналіз європейського досвіду засвідчує, що ефективна система охорони праці можлива лише за умов інституційно закріпленої участі працівників у процесах управління безпекою виробництва, системного моніторингу ризиків та суворой правової відповідальності за порушення вимог охорони праці. Досвід країн ЄС демонструє, що превентивні механізми, які передбачають постійне оновлення стандартів відповідно до технічного прогресу, є ключовими для зменшення виробничого травматизму.

Для України впровадження європейських директив у національне законодавство не лише підвищить рівень безпеки праці, а й сприятиме інтеграції у спільний європейський економічний простір, оскільки безпечні умови праці є фундаментальним елементом конкурентоспроможного виробництва та сталого соціально-економічного розвитку.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища

Комплекс заходів, спрямованих на охорону атмосферного повітря, водних ресурсів та ґрунтового покриву, охоплює законодавчі, гігієнічні, технологічні, санітарно-технічні та планувальні підходи, кожен із яких виконує специфічну функцію в системі забезпечення екологічної безпеки.

Законодавчі механізми формують нормативно-правову основу державної екологічної політики, яка орієнтована на попередження антропогенного

забруднення атмосфери, гідросфери та педосфери токсичними домішками. Усі проєкти забудови, реконструкції та розвитку територій мають реалізовуватися відповідно до екологічних стандартів, що передбачає обов'язкове проведення еколого-гігієнічної експертизи.

Гігієнічні заходи передбачають установлення нормативів екологічної безпеки, включаючи регламентацію гранично допустимих концентрацій та рівнів викидів забруднювальних речовин від стаціонарних джерел. У ґрунтах допустимим вважається такий рівень екзогенних хімічних речовин, який не порушує природних процесів самоочищення і не створює ризиків для здоров'я населення через прямий контакт або опосередковану міграцію забруднювачів екологічними ланцюгами.

Технологічні заходи спрямовані на впровадження екологічно орієнтованих промислових процесів, зокрема замкнутих циклів виробництва, що мінімізують або повністю усувають емісію газоподібних відходів. До таких заходів належать модернізація технологій із переходом до маловідходних або безвідходних систем, комплексна механізація та автоматизація, герметизація обладнання, заміна високонебезпечних реагентів на менш токсичні аналоги, застосування електричного нагрівання та використання альтернативної енергетики (сонячної, вітрової, біопалива). Технологічний блок також охоплює систему поводження з відходами — від зменшення їхнього утворення до впровадження екологічно безпечних методів їх утилізації.

Санітарно-технічні заходи реалізуються через систему санітарного очищення територій, що охоплює збирання, тимчасове накопичення, транспортування, знешкодження й утилізацію твердих та рідких побутових відходів. Для знешкодження твердих відходів застосовують біотермічні (компостування та поля заорювання), термічні (спалювання, піроліз), хімічні (гідроліз кислотами) та механічні методи (брикетування, виробництво конструкційних матеріалів).

Очищення стічних вод забезпечує захист поверхневих водойм і включає механічні, біологічні та комбіновані методи. Ступінь та вид очищення

промислових стоків визначаються фазово-дисперсними характеристиками домішок, що диктує доцільність їх фізичного видалення або хімічної трансформації.

Санітарно знешкоджені відходи повинні відповідати вимогам токсикологічної й епідеміологічної безпеки, що гарантує їхній мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище.

Планувальні заходи у сфері урбаністики формують просторову структуру міста з урахуванням санітарних норм, положень генерального плану та екологічних критеріїв. Вони включають створення санітарно-захисних зон навколо промислових підприємств, науково обґрунтоване просторове розміщення житлових кварталів щодо промислових об'єктів із урахуванням фундаментальних метеорологічних параметрів (розподіл вітрових потоків, рельєф, інверсійні явища, туманність), підтримку системи міського озеленення та прогнозування подальшого інфраструктурного розвитку.

ВИСНОВКИ:

1. Тривалість вегетаційного періоду гібридів сорго зернового визначається передусім їхнім генетичним потенціалом, тоді як вплив густоти стояння рослин на цей показник є статистично незначущим. Це свідчить про провідну роль внутрішньовидових біологічних механізмів у формуванні тривалості онтогенетичних фаз.
2. Структурно-морфологічні характеристики гібридів (довжина та маса волоті, маса 1000 зерен) демонструють тенденцію до редукції при збільшенні густоти агроценозу, що вказує на посилення конкуренції між рослинами за елементи живлення, світло та вологу. Така динаміка є типовою для культур із високою чутливістю до просторового розміщення.
3. Найвищі показники врожайності (6,54–6,69 т/га) були отримані у гібриду Сонцедар за густоти стояння 140–160 тис. рослин/га, що підтверджує оптимальність середнього рівня загущення для забезпечення ефективного використання агроресурсів.
4. Максимальний економічний ефект (рентабельність 78,1 %) забезпечив гібрид Сонцедар за густоти 140 тис. рослин/га, що свідчить про високу адаптивну здатність цього генотипу до інтенсифікованих технологічних режимів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко Т. Погода і посіви. *Агроном*. 2003. № 11. С. 6.
2. Алексєєв Я. В. Порівняльна характеристика продуктивності сорго зернового залежно від площі живлення в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 54–62.
3. Алексєєв Я. В. Сортова реакція зернового сорго на застосування мінеральних добрив залежно від їх складу і доз внесення. *Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки*. 2021. № 117. С. 3–9.
4. Архипенко Ф. М., Слюсар С. М. Сорго – перспективи вирощування. *Агроном*. 2006. № 4. С. 82–83.
5. Базалій В. В., Бойко М. О., Алмашова В. А., Онищенко С. О. Ріст та розвиток вегетативних органів гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти посівів в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2018. Вип. 99. С. 11–18. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tnveconn_2018_99_4 (дата звернення: 26.11.2025).
6. Базалій В. В., Бойко М. О., Алмашова В. С., Онищенко С. О. Рослинницькі аспекти та агроекологічні засади вирощування сорго зернового на Півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 91. С. 3–6.
7. Бардин Я. Сорго - перспективна зернова культура для аграріїв України. *Техніка і технології АПК*. 2017. № 4. С. 30–31.
8. Бойко М. О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго зернового в умовах Півдня України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Агрономія*. 2016. № 235. С. 33–39.
9. Бурдига В. М. Конкурентоспроможність технологій вирощування сорго зернового та соризу. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2014. Вип. 22. С. 81–84. URL :

- http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatu_2014_22_22 (дата звернення: 26.11.2025).
- 10.Бурдига В. М. Формування урожаю сорго зернового залежно від елементів технології вирощування. *Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 14. С. 254–257. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2012_14_72 (дата звернення: 26.11.2025).
 - 11.Василенко Р. Агротехнологічні прийоми збільшення продуктивності сорго на Півдні України. *Пропозиція*. 2017. № 6. С. 82–85.
 - 12.Василенко Р. М. Продуктивність сорго зернового залежно від строків сівби та захисту рослин за різних умов зволоження. *Зрошуване землеробство*. 2017. Вип. 67. С. 85–87.
 - 13.Василенко Р. М. Фотосинтетична продуктивність сорго зернового залежно від умов зволоження на Півдні України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 2. С. 46–50. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2018_2_9 (дата звернення: 27.11.2025).
 - 14.Вибираємо гібриди сорго. Юкі. *Пропозиція*. 2019. №10. С. 64–65.
 - 15.Все про сорго. *Фермерське господарство*. 2009. № 3. С. 16.
 - 16.Гирка А. Д., Алексєєв Я. В. Особливості росту і розвитку сорго зернового сорту Дніпровський 39 залежно від щільності агроценозу в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 18– 22. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrno_2020_4_5 (дата звернення: 26.11.2025).
 - 17.Гирка А. Д., Алексєєв Я. В. Сортова реакція рослин сорго зернового сорту Вінець на площу живлення в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. № 3. С. 21–25.
 - 18.Господаренко Г. М., Климович П. В., Стасіневич О. Ю. Ріст і продуктивність сорго зернового залежно від рівня мінерального живлення у Правобережному Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 14. С. 51–56.

- 19.Григоренко Н. О. Цукрове сорго дає високі й стабільні врожаї зерна та зеленої маси за складних кліматичних умов. *Зерно і хліб*. 2011. № 3. С. 48–49.
- 20.Грищенко Р. Є., Любич О. Г., Глієва О. В., Алексєєв Я. В. Фотосинтетична продуктивність посівів сорго зернового залежно від системи удобрення. *Зернові культури*. 2020. Т. 4, № 1. С. 122–129. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/grcr_2020_4_1_18 (дата звернення: 27.11. 2025).
- 21.Демиденко Б. Г. Вирощування сорго в Степу України та його використання. Київ : УАСГН, 1961. 117 с.
- 22.Джулай Н. Високопродуктивні сорти сорго. *Пропозиція. Спецвипуск*. 2016. №1. С. 43–48.
- 23.Дремлюк Г. К., Гамандій В. Л. Багатогранна культура. *Насінництво*. 2011. № 4. С. 14–21.
- 24.Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. Загальне землеробство : підручник / за ред. В. О. Єщенка. Київ : Вища освіта, 2004. 336 с.
- 25.Іваніна В. В., Пашинська К. Л., Смірних В. М. Винос і баланс елементів живлення в агроценозі сорго зернового залежно від удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 12. С. 28–32. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2021_12_5. (дата звернення: 28.11. 2025).
- 26.Калашник Н. С. Сорго. Київ : Урожай, 1978. 72 с.
- 27.Климович П. В. Ріст і розвиток сорго зернового залежно від мінерального живлення. *Збірник наукових праць Уманського ДАУ*. Умань : УДАУ, 2009. Вип. 70, ч.1. С. 15–20.
- 28.Коваленко М. О. Вплив мінерального удобрення на розвиток та продуктивність сорго зернового в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агрономія і біологія*. 2023. Вип. 3. С. 16–22. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_agro_2023_3_4. (дата звернення: 27.11. 2025).

- 29.Лапа О. М., Фарафонов В. А. Вирощування зернового сорго в умовах України. *Посібник Українського хлібороба*. 2008. №7. С. 72–76.
- 30.Луцько Г. Вирощування сорго за органічними технологіями. *Пропозиція*. 2019. № 3. С. 64–65.
- 31.Луцько Г. Все про сорго. Напрями використання. *Спецвипуск Насіння: Золотий фонд урожаю*. 2018. С. 175–176.
- 32.Луцько Г. Особливості фази цвітіння сорго: слабкі та сильні сторони. *Пропозиція*. 2018. № 9. С. 96–97.
- 33.Макаров Л. Х. Соргові культури : монографія. Інститут землеробства південного регіону УААН. Херсон : Айлант. 2006. 264 с.
- 34.Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник. Київ : Вища школа, 1994. 334 с.
- 35.Насіння соргових культур /О. В. Яланський та ін. *Агробізнес Сьогодні*. 2014. № 4. С. 32–41.
- 36.Рожков А. О., Свиридова Л. А., Свиридов А. М. Вплив норм висіву насіння на ріст і розвиток ранньостиглих гібридів сорго зернового. *Вісник ХНАУ. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодощовівництво і зберігання*. 2019. № 2. С. 152–162. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_roslyn_2019_2_18. (дата звернення: 26.11.2025).
- 37.Самойленко А., Шевченко Т. Технологія вирощування сорго. *Agroexpert*. 2009. № 5 (10). С. 14–16.
- 38.Сидоренко В., Малярчук В. Вирощування зернового сорго в умовах Південного Степу як відповідь на зміни клімату в Україні. *Пропозиція*. 2020. № 6. С. 36–40.
- 39.Соловійов А. В. Залежність урожайності зернового сорго від вологозабезпеченості посівів. *Зернове господарство*. 2006. № 5. С. 22–24.
- 40.Сорго - досвід використання в світі та перспективи виробництва в Україні. *Пропозиція*. 2021. № 2. С. 26–27.

41. Сорго зернове. *Насінництво*. 2008. № 9. С. 19.
42. Сторожик Л. І. Агробіологічні основи формування агрофітоценозів сорго цукрового як біоенергетичної культури в Степу та Лісостепу України. Вінниця : Твори, 2018. 263,[1] с.
43. Таке універсальне та прибуткове сорго. *Пропозиція*. 2016. № 2. С. 62–63.
44. Тітаренко О. С., Карпук Л. М. Ефективність вирощування сорго зернового за різних заходів догляду за посівами. *Новітні агротехнології*. 2021. № 9. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/259698> (дата звернення: 26.11. 2025).
45. Фарафонов В. Зернове сорго вирощувати в Україні економічно вигідно. *Пропозиція*. 2005. № 5. С. 66–67.
46. Цилюрник О. Сорго – надійна альтернатива зерновим культурам в умовах Степу. *Агробізнес Сьогодні*. 2021. № 1-2. С. 60–62.
47. Черенков А. В., Остапенко М. А., Самойленко А. Т., Самойленко В. В. Сорго на зерно в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2006. Вип. 47. С. 9–15.
48. Шепель М. Соргові культури просяться на лани України. *Пропозиція*. 2004. № 6. С. 54–56.

ДОДАТКИ