

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ, СЕЛЕКЦІЇ
ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА РОСЛИННИЦТВА**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПП Еколого-економічне рослинництво
спеціальність 201 Агрономія
ступеня вищої освіти магістр
Групи 201Амз_21 (ЕРР)
Молдавський Віталій Ігорович

Керівник: Міленко Ольга Григорівна,
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент

Рецензент: Гордєєва Олена Федорівна,
кандидат сільськогосподарських наук

Полтава – 2024 року

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ	5
РОЗДІЛ 1 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	8
1.1 Господарське значення сорго зернового	8
1.2 Ботанічна характеристика культури	10
1.3 Біологічні особливості культури	11
1.4 Оптимізація площі живлення сорго зернового	17
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
2.1 Характеристика місця проведення досліджень	22
2.2 Ґрунтово-кліматичні умови в роки проведення досліджень	25
2.3 Методика проведення досліджень	27
2.4 Матеріал для досліджень	30
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ	40
РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА	43
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	46
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	50
ДОДАТКИ	60
АНОТАЦІЯ	

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Урожайність основної продукції круп'яних культур в товарних посівах нашої країни має низькі показники. В умовах сьогодення чітко зрозуміло, що подолання світової продовольчої кризи, шляхом збільшення використання непоновлюваних джерел енергії неможливе. Виходячи з цього, зараз переглядаються базові принципи ведення сільського господарства. Концентрується увага щодо розробки наукового підґрунтя стійкого поновлюваного екологічно адаптованого та збалансованого землеробства. Із цієї концепції формується думка, що розробка шляхів оптимізації умов для отримання потенційної продуктивності круп'яних культур, безпосередньо удосконалення існуючих елементів агротехнологій та запровадження нових ефективних агрозаходів з використанням гідротермічних умов зони вирощування є актуальною проблемою.

Процес формування високого та стабільного врожаю зерна сучасних сортів потребує оптимізації розміщення рослин у посівах, їх густоти, площі живлення, рівномірності поглинання поживних речовин, що досягається застосуванням способу сівби та норми висіву. Встановлено, що у зріджених та у загущених посівах загальний урожай зерна зменшується.

Мета і завдання досліджень кваліфікаційної роботи. Метою наших експериментальних досліджень було встановити оптимальну норму висіву насіння сортів сорго зернового.

За програмою проведення польового досліді потрібно було вирішити такі завдання:

- провести підрахунок густоти рослин у фазі сходів і перед збиранням урожаю;
- встановити польову схожість насіння і відсоток виживання рослин у процесі росту та розвитку культури;

- виконати фенологічні спостереження та визначити тривалість міжфазних та всього вегетаційного періодів;
- виміряти розмір площі листкової поверхні залежно від варіантів досліду;
- встановити рівень урожайності зерна сорго зернового посівного залежно від сорту та норми висіву насіння;
- розрахувати економічну ефективність вирощування сортів сорго зернового залежно від норми висіву насіння.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше встановлено особливості проходження фаз росту та розвитку і формування продуктивності сортів сорго зернового залежно від густоти рослин у посівах. Проаналізовано економічну ефективність вирощування сортів сорго зернового в умовах центрального Лісостепу.

Практичне значення одержаних результатів. Аналіз результатів польового досліду та розрахунків економічної ефективності рекомендовано в умовах сільськогосподарського товарного виробництва сіяти сорго зернове з нормою висіву насіння 140 тис.шт./га та використанням ранньостиглих сортів.

Особистий внесок здобувача. Кваліфікаційну роботу виконано особисто автором, зроблено узагальнення наукові даних вітчизняної та закордонної літератури. Студентом за темою кваліфікаційної роботи спроектовано схему польового досліду, проведено експериментальні дослідження, виконано фенологічні спостереження, проаналізовано та узагальнено результати польових і лабораторних досліджень, на основі них зроблено висновки і надано рекомендації виробництву.

Об'єкт дослідження: процеси росту й розвитку, формування врожайності сорго зернового залежно від сорту, норми висіву насіння та погодних умов року.

Предмет дослідження: рослини сорго зернового, погодні умови, агротехнічні фактори формування продуктивності, економічна ефективність елементів агротехнології.

Методи дослідження. У процесі теоретичних та експериментальних досліджень використовували загальнонаукові і спеціальні методи досліджень. Загальнонаукові методи це: гіпотеза, аналіз, синтез, експеримент, спостереження, індукція, дедукції та абстрагування. Зі спеціальних (агрономічних) методів досліджень застосовували: польовий – для виявлення істотних різниць між варіантами досліду, кількісної та якісної оцінки впливу факторів на рівень урожайності культури; лабораторний – для визначення площі асиміляційного апарату рослин; візуальний та біометричний – для здійснення фенологічних спостережень; ваговий – для встановлення рівня врожайності культури; дисперсійний аналіз результатів експериментальних дослідів – для оцінки істотних різниць між досліджуваними варіантами; економічно-порівняльний та розрахунковий – для аналізу економічної ефективності застосування пропонованих елементів технології вирощування сорго зернового.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи. Основні положення кваліфікаційної роботи доповідалися та обговорювалися на засіданні кафедри рослинництва та на Науково-практичній інтернет – конференції, яка відбувалася 28 листопада 2024 року.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота виконана на 60-ти сторінках машинописного тексту, складається із загальної характеристики роботи, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Господарське значення сорго зернового

З давніх часів культура відома в країнах Африки, Індії, Пакистані, Афганістані, Японії та інших країнах Азії, Європи [22]. Однак найбільше сорго культивують у США, Нігерії, Індії, Мексиці, Франції, Казахстані та Україні [4].

Сорго зернове вважають однією з поширених зернових культур України, продовольча цінність якої характеризується майже безвідходним використанням продуктів первинної переробки у харчовій, кормовій, хімічній, фармацевтичній, мікробіологічній галузях виробництва [9].

Пізні строки сівби у технології вирощування сорго зернового, навіть у посушливі роки дає змогу одержати високий та стабільний врожай культури; сівба культури у пізні строки на полях України є ефективною завдяки продуктивного використання посівами літніх опадів. Таку сівбу широко застосовують як страхові варіанти для пересіву втрачених озимих та ранніх ярих культур, у зв'язку з несприятливими погодними умовами, а також для пожнивних посівів на зелений корм [7].

Сорго є найважливіших джерелом мікроелементів (I, Cu, Br), поживних речовин та комплексу вітамінів (B₂, B₁₂, B₅, B₆) і незмінних амінокислот (метіоніну, лізину, триптофану та ін.). За хімічним складом маючи високий уміст білка, провітамінів і добрі смакові властивості зерно сорго зернового стало однією з провідних кормових культур. Зернівка сорго зернового займає місце незамінного і обов'язкового компоненту комбікормів, які готують для птиці та худоби різних видів [8].

В період XVIII-го століття крупа виготовлена у процесі переробки зерна сорго зернового оцінювалась дорожче, ніж будь-який хліб. Але зараз ця

культура незаслужено занедбана. Однак останніми роками виробництво соргової крупи збільшилося у багатьох країнах Європи, Америки та Азії [32]. Зокрема в Японії приділяють велику увагу зерну сорго зернового, як продукту лікувального дієтичного харчування. В межах України зерно сорго широко використовують у виробництві дієтичних і дитячих продуктів харчування для лікуванні серцево-судинних захворювань, при підвищеному тиску й печінкових розладах і звичайно ж, при діабеті, з метою нормалізації рівня цукру в крові [4].

Підвищений попит серед виробничих агроформувань спостерігається на сорти з цінними господарсько-біологічними ознаками: високий показник формування високопродуктивних волотей, які розміщені на головних і бічних стеблах; миттєве відновлення тургору в'янутих рослин в умовах сильної повітряної і ґрунтової посухи; високий бал стійкості до хвороб листків, летючої сажки і меланозу, комплексу шкідників, запалу; одночасне та рівномірне викидання волоті; слабкий рівень поникання, вилягання та осипання зерна; високий уміст протеїну, придатність до механізованого збирання врожаю [10].

Рівень реалізації потенційно генетичної урожайності сортів сорго зернового суттєво залежить від фітосанітарного стану посівів. Збудники хвороб уражають культуру від висіву насіння до збирання врожаю [11]. Інтенсивність розвитку патогенних мікроорганізмів істотно залежать від погодно-кліматичних умов району вирощування та системи захисту посівів. Останніми роками зафіксовано зміну клімату, що має пролонгований вплив на видову різноманітність збудників хвороб і сприяє посиленню інтенсивності їх розвитку. Порушення структури посівних площ (ігнорування сівозміни) та важливих елементів технології вирощування культури впливають на збільшення частоти масового та інтенсивного поширення хвороб [13].

1.2 Ботанічна характеристика культури

Сорго, як таксономічна одиниця належить до роду *Sorghum*. Ботанічне різноманіття цього роду представлене багатьма одно- і багаторічними видами. У землеробстві культивують такі види: сорго звичайне *S. vulgare* Pers., гаолян *S. chinense* Sakushev, джугара *S. cernuum* Host і суданська трава *S. sudanense* Pers. Їх вирощують на продовольчі, технічні та кормові цілей. За своїм онтогенезом – це однорічні трав'янисті рослини. У дикій природі на території Середньої Азії трапляється гумаї – злісний бур'ян.

Тип кореневої системи – мичкуватий, проникає у ґрунт понад 1 м в глибину. В сторони – понад 0,5 м. Оптимальними для росту і розвитку є пухкі ґрунти, на яких завжди формується густе сплетіння коренів. В умовах достатнього надходження вологи до ґрунту, високого рівня запасів елементів живлення і достатнього температурного режиму на перших надземних стеблових вузлах часто утворюються повітряні (опірні) корені.

Стебло – соломину прямостояча порожниста заввишки 0,4–1,6 м із середньою висотою 0,8–2,0 м; здебільшого складається із 4–10 міжвузлів, відкриті частини яких, крім верхнього, слабо опушені.

Усі стебла за оптимальних умов вирощування здатні до гілкування, утворюючи розгалужені бічні стебла з продуктивними волотями.

Сорго звичайне – висококущиста рослина. За умови достатнього зволоження ґрунту в посівах із низькою густотою може формувати кущ, що налічує 5–8 і більше продуктивних стебел. У посівах звичайного рядкового способу сівби утворюється від 2-х до 3-х продуктивних стебел.

Листки – за розміром більші, ніж у рослин, що належать до хлібів першої групи, мають форму лінійно-ланцетної листової пластинки, формуються завдовжки 14–64 та шириною 1,4–4,5 см. Листкова піхва має густе опушення,

пластинка часто опушена інколи гола. Вушка відсутні взагалі, язичок короткий має війки.

Суцвіття – волоть довжиною 12–42 см, вісь якої має внизу розміщені півкільцями. Кожна гілочка на верхівці має по два колоски, з яких тільки один – редукований у напрямку до короткої колоскової луски, а другий – з двома значно довшими колосковими лусками.

За формою плід – плівчаста зернівка, яку квіткові луски охоплюють зовні, але не зростаються із нею. Форма зернівки такого сорго зернового – куляста, інколи овальна, видовжена. Показник маси 1000 зерен становить 20–30 г, насінина (ядро) білого, світло-жовтого, брудно-жовтого бо кремового забарвлення, гола, округлої форми.

1.3 Біологічні особливості культури

У сорго зернового виділяють шість основних фаз розвитку: проростання. Сходи, кущіння, вихід у трубку, викидання волоті, цвітіння і досягання зерна . за властивою кожному сорту спадковою програмою, у взаємодії із зовнішніми умовами відбуваються життєво важливі онтогенетичні, фізіолого-біохімічні та морфологічні зміни, які визначають загальний розвиток рослин, їх рівень урожайності.

Під час **проростання** зародок переходить від стану спокою до утворення молоді рослини за рахунок, головним чином, запасних речовин насінини. Починається ця фаза набубнявінням насіння і закінчується появою першого зеленого листка і первинного корінця. Швидкість набубнявіння залежить від вмісту вологи в ґрунті та температури. У лабораторних умовах насіння сорго зернового починає проростати при температурі від 8 до 10°C, у польових, коли ґрунт прогрівається до +12°C на глибину 10 см. Але без дальшого підвищення температури його сходи являються не раніше як через 30-34 дні.

Найінтенсивніше сорго проростає при 25-30°C. Ці дані свідчать, що тривалість періоду від сівби до сходів визначається не стільки температурою ґрунту в день сівби, як темпом його наступного прогрівання. На відміну від хлібних злаків насіння сорго зернового проростає лише одним первинним корінцем. Повнота **сходів** його залежить від вмісту води у верхньому шарі ґрунту та від глибини загортання зернівки і становить здебільшого 60-70% від кількості висіяного схожого насіння.

При достатньому доступі повітря сорго може проростати з глибини 6 і навіть 8 см. Коли ґрунт значно ущільнений або перезволожений, паростки сорго зернового гинуть.

Коли з'являється другий листок, з вузла кушіння утворюються вторинні корені. За сприятливих умов вони розвиваються досить швидко (2-3 см за добу) і до початку кушіння формується міцна коренева система. Згодом корені розгалужуються в боки і до цвітіння проникають у ґрунт на глибину до 100-120 см. Основна маса їх розміщується в горизонті до 40 см.

При недостатній вологості верхнього шару ґрунту вторинне коріння не утворюється, рослини не кущаться і гинуть або дають дуже низький урожай.

Кушіння настає через 10-20 днів після появи сходів (коли утвориться 4-5 листків) і триває 10-12 днів. У цій фазі відбувається зачаткове формування стебла. Повільний ріст та розвиток надземної частини рослин сорго зернового в період від сходів до кушення зумовлює підвищену чутливість їх до бур'янів і різке зниження врожаю на засмічених площах важливо відзначити, що від сходів і до кушення сорго найменш чутливе до дії контактних гербіцидів типу 2,4-Д.

Фаза **виходу в трубку** настає через 10-15 днів після початку кушіння, коли утвориться 6-7 листків. У цей час диференціюється конус росту і інтенсивно формуються зачаткові волоті. Протягом 8-10 днів від виходу в трубку зачаткова волоть сорго зернового набуває вигляду щільного грона. Після цього

починається процес диференціації колосків у волоті з видовженням її гілок. У другій половині фази виходу в трубку (перед викиданням волотей) відбуваються цитогенетичні процеси розмноження. У цей час проходить мейотичне ділення генеративних клітин і утворення зародкових мішків та пилкових зерен. Від початку фази виходу в трубку до **викидання волотей** у рослинах сорго зернового найактивніше протікають процеси фотосинтезу, наростання надземної маси і кореневої системи. Саме в цей період рослини сорго зернового стають досить чутливими до згубної і для них дії гербіцидів типу 2,4-Д. Обприскування цими гербіцидами сорго зернового за 2-3 тижні до викидання волотей призводить до стерилізації пилку різкого зниження озерненості і врожайності. Це необхідно враховувати при визначенні строків обробки посівів вказаними гербіцидами. Через 40-45 днів після появи сходів рослини викидають волоті, а ще через 3-6 днів починають цвісти.

Сорго за біологією цвітіння – перехреснозапильна рослина, але інколи переходить до самозапилення. У межах волоті квітки запилюються переважно власним пилком, але не рідко і перехресно.

Цвіте сорго між 10-ю і 13-ю годиною. За теплої і ясної погоди о 10-11 годині, прохолодні дні – пізніше. При температурі повітря нижче 15-16°C умови для цвітіння, запліднення і наступного утворення зерна значно погіршуються. Цвітіння у різних частинах волоті відбувається неодноразово – починається на верхівці, поширюючись згодом на середину і до низу. Тривалість цвітіння волоті становить 12-18 днів, що зумовлює неодноразове формування та досягання зерна на волоті – першим досягає зерно у верхній її частині, останнім – у нижній. Волоті на різних стеблах одного і того самого куща зацвітають не одночасно. Оскільки волоті формуються на окремих рослинах також не одночасно, то в період досягання зерна розтягується.

Формується зерно сорго зернового у три етапи: утворення зародка, ендосперму (з одночасним нагромадженням запасних речовин і втратою води) та власне повне досягання.

Перший етап починається через 20-24 години після запилення. Через 7-10 днів після цього завершується формування зародка, а наливання зерна проходить протягом 18-24 дні після запліднення.

Найбільш виповнене зерно сорго зернового формується у верхній частині волоті. Треба мати на увазі, що формування зерна на рослинах, скошених при неповній стиглості, за рахунок відтоку запасних речовин із стебел в зерно майже не відбувається, особливо в спеку. У перші 5-6 днів після досягання схожість насіння досить низька (30-40%), але через 10-12 днів за рахунок фізіологічного визрівання вона досягає 95-98%.

Тривалість вегетаційного періоду змінюється під впливом багатьох факторів і насамперед залежить від спадкових властивостей сорту, кліматичних умов, удобрення та вологості ґрунту, а також від строків сівби. Особливо впливають на вегетаційний період погодні умови в перший період після сходів. При холодній, затяжній весні вегетаційний період сорго зернового подовжується, а в теплу погоду навпаки – скорочується. Найстарішим показником, що добре характеризує тривалість вегетаційного періоду, є сума ефективних добових температур (більше 10°C) за вегетаційний період.

Природно, що рівень врожайності сорго зернового та його стабільність значною мірою залежить від волого- та теплозабезпеченості посівів, агротехнічних умов вирощування і насамперед від достатнього вмісту рухомих і доступних форм поживних речовин у ґрунті.

За транспіраційним коефіцієнтом сорго економніше витрачає воду, у порівнянні до інші зернових культур. У середньому транспіраційний коефіцієнт коливається в межах 150–200 одиниць. Посів сорго зернового площею 1 га потребує, в середньому, 1,5–2,0 м³ води на годину. Висока відносна

посухостійкість цієї культури зумовлена добре розвиненими водопровідними властивостями тканин кореневої системи і стебел, дуже дрібними продихами листків та здатністю на задовільному рівні витримувати тимчасове зневоднення клітин і судин. Найбільш інтенсивно рослини вбирають воду за 10-12 днів до викидання волотей та під час цвітіння. Тому в цей же період вони найбільш чутливі до нестачі вологи. Значну кількість води сорго витрачає під час формування зерна. Нестача її суттєво знижує врожай.

Нестача вологи в ґрунті з перших етапів органогенезу також негативно позначається на рості і розвитку рослин, зменшуючи їх розміри, скорочуючи міжфазові періоди та загальну тривалість вегетації. Таким чином, високі сталі врожаї зерна можна одержати лише за умови забезпечення посівів достатньою кількістю вологи.

Сорго подібно до проса і кукурудзи досить чутливе до тепла. Оптимальна середньодобова температура для формування листків і генеративних органів близько 28 °С. При температурі нижче 10°С процеси фотосинтезу і росту дуже уповільнюються, тому рослини чутливі до низьких температур. Сходи при зниженні температури до – 2-3°С протягом 5-6 год. частково пошкоджуються, а до 3,5-4°С у фазі третього листка нерідко гинуть. У фазі кущіння рослини менш чутливі, при заморозках до 4,5°С пошкоджуються лише верхівки листків. Особливо шкідливі мінусові температури під час цвітіння. В цій фазі генеративні органи пошкоджуються при температурі -1-2°С. Тепловий фактор впливає і на кореневу систему. При нестачі тепла значно послабляється активність і адсорбційна здатність коріння.

Кожному сорту властиві специфічні вимоги до тепла, зумовлені його генетичними та фізіолого-біохімічними властивостями. Ці вимоги насамперед проявляються в потребі певної, досить сталої суми ефективних температур для послідовного проходження етапів онтогенезу фаз росту і розвитку і завершення всього вегетаційного періоду, особливо за умов однакового фото періоду.

Завдяки високому вмісту органічних кислот у тканинах рослин їм властива стійкість проти високих температур та запалу. Вони не втрачають здатності регулювати дію продохів при температурі до 38-40°C, тільки при температурі повітря 50°C у фазі цвітіння така сама частка листків пошкоджується при температурі близько 60°C.

Для сорго зернового властивий термоперіодизм, тобто реакція на зміну добової температури або в різні фази росту і розвитку. При цьому тривалість міжфазових періодів у сорго зернового на відміну від хлібних злаків суттєво скорочується за умов підвищення нічних температур. Особливо необхідні рослинам сорго зернового підвищені температури в нічні години у фазі цвітіння.

Слід враховувати також високі вимоги сорго зернового до інтенсивності і тривалості освітлення. За умов скороченого дня в період до виходу в трубку розвиток рослин прискорюється, а за подовженого дня – затримується. Тому посіви пізніх строків сівби мають скорочений вегетаційний період. Найвища продуктивність фотосинтезу спостерігається під час наливу зерна, в зв'язку з чим хмарна погода у другій половині вегетації пригнічуюче впливає на сорго, а недостатня інтенсивність освітлення у фазі цвітіння знижує його плодючість.

Сприятливі умови освітлення при вирощуванні сорго зернового створюються при оптимальній густоті посіву і відсутності бур'янів.

До ґрунтів сорго не дуже вибагливе. Воно добре росте і може забезпечувати високі врожаї за відповідної технології вирощування не лише на чорноземах і каштанових ґрунтах, але й на окультурених опідзолених і підзолистих з середнім механічним складом. Воно здатне рости також на лучно-болотних та слабо солонцюватих ґрунтах. У посушливих районах добре роде на більш зв'язних відмінах при недостатньому зволоженні – на легших ґрунтах.

Сорго вважається одною з найбільш солевитривалих серед зернових культур, оскільки росте і родить при концентрації солей у ґрунтовому розчині

від 0,6 % до 0,8 %. Здатна рости і на кислих ґрунтах (рН близько 5). Але найбільш придатне для нього нейтральне або слабо лужне (рН 6,5-8,0) середовище.

Сорго потребує підвищеної аерації ґрунту, наявності в ньому поживних речовин. Тому найбільш придатними для нього є добре аеровані, структурні чорноземи та каштанові ґрунти з достатнім вмістом легко засвоюваних елементів живлення. На запливаючих ґрунтах і в понижених перезволожених місцях через нестачу повітря сходи затримуються, а іноді і гинуть. Рослини, що збереглися, сильно пригнічуються, низькорослі, малопродуктивні. Разом з тим, сорго досить негативно реагує на надмірну рихлість ґрунту перед сівбою, особливо за посушливих умов.

Кращі умови для збереження вологи у верхньому шарі ґрунту, появи повних дружніх сходів, для формування високого врожаю створюються при об'ємній масі ґрунту перед сівбою близько 1,45-1,55 г/см³.

1.4 Оптимізація площі живлення сорго зернового

Дискусії з питань вибору способу сівби та норми висіву вивчали наші пращури, вони мають місце і сьогодні.

Технічна і економічна ефективність будь-якого агрозаходу максимально залежить від їх відповідності біологічним вимогам сорту та адаптації до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Питання вибору способу сівби та норми висіву тривалий час є актуальним питанням науки, однак єдиної думки так і не досягнуто [6].

Спостереження за останніми роками по погодним умовам в Україні вказують на очевидні зміни клімату. Необхідно зазначити, що через підвищення температури відбулась зміна режиму зволоження орного шару ґрунту [8].

У технології вирощування сорго зернового посівного у зоні нестійкого зволоження, що ближче до південної частини Правобережного Лісостепу із чорноземами опідзоленими важкосуглинковими ґрунтами закономірно формування максимального врожаю відбувається у посівах звичайного рядкового способу сівби за умови внесенням повного мінерального добрива із нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$. Тільки в комплексному поєднанні таких елементів технології вирощування впродовж декількох років польового дослідів отримували врожайність зерна сорго зернового сорту Стоповий 8 3,89–4,47 т/га [9].

Багато науковців пояснюють, що сорго зернове можна вирощувати широкорядним способом із шириною міжряддя 45 см. З використанням під час сівби дискових сівалок різних типів та застосовуючи норму висіву насіння 160–170 тис./га. На полях із високим рівнем забур'яненості краще застосовувати широкорядний спосіб сівби із шириною міжряддя 70 см та норму висіву насіння 140–150 тис./га [10].

За результатами проведених досліджень в умовах Придністровської зони, яка територіально розташована у Івано-Франківській області ґрунтовні висновки зробив Гринюк І.М. щодо норми висіву та способів сівби сорго зернового. Було встановлено, що в даній ґрунтово-кліматичній зоні посіви широкорядного способу (70 см) підвищують урожайність зерна сорго зернового, в порівнянні до результатів широкорядного способу сівби із шириною міжряддя 45 см. Одночасно з тим збільшення чисельності рослин на одиниці площі підвищується загальна їх конкурентоспроможність до бур'янів, але при цьому знижується рівень стійкості до ураження патогенними мікроорганізмами та пошкодження шкідниками. Збільшення норми висіву, як у широкорядних посівах (70 см), так і у посівах із міжряддям 45 см сприяло підвищенню продуктивності рослин.

Взаємодія факторів густоти посівів та продуктивності рослин була найвищою за норми висіву насіння 150 тис./га у широкорядних посівах (70 см)

та за норми висіву насіння 170 тис./га за умови широкорядного способу сівби із міжряддям 45 см [22].

Автори Єлагін І. Н. та Коблева Л. Д. встановили, що головна умовою формування високих та стабільних урожаїв зерна сорго зернового є утримання посівів у чистому фітосанітарному стані, особливо від бур'янів. Сорго засмічують понад 28 видів бур'янової рослинності. Особливо сильно потерпає культура від небажаних рослин у початковій періоді росту та розвитку в посівах із міжряддям 70 см, які слабо затіняються вегетативною масою культурних рослин та створюють проблеми під час проведення агротехнічних заходів по контролю їх чисельності. В процесі конкурентної боротьби відбувається різке зниження продуктивність рослин та якісних показників зерна [12].

Еколого-біологічні особливості росту та розвитку рослин сорго зернового, їх вимоги до умов оточуючого природного навколишнього середовища, а також особливості формування врожайності визначають комплекс заходів у агротехнології.

Тімірязєв К. А. вказував, про те що навіть висока агротехніка, поживний режим та вологозабезпеченність не зможуть повноцінно впливати на синтез органічної речовини в органах рослин, якщо спостерігається недостатнє освітлення [14]. Тому, для одержання високого врожаю сорго зернового надзвичайно важливо встановити оптимальну площу живлення та схему більш рівномірного розміщення рослин на площі. Такі умови частково забезпечуються широкорядним способом сівби культури із оптимальною густотою в рядку.

За даними Якіменка А. Ф., у дослідях за показниками переважав широкорядний спосіб сівби із шириною міжряддя 70 см, у порівнянні з шириною міжряддя 45 см. Автор дійшов висновку, що сорго, як рослина, яка здатна кущитися, потребує простору для повноцінного розвитку та утворення нових органів. І процеси росту інтенсивніше відбуваються тільки у

широкорядних посівах (70 см), які краще відповідають біологічним особливостям сорго зернового.

Як показує практика, вирощування сорго зернового у посівах з міжряддям 45 см потребує збільшення норми висіву насіння у два рази. За таких умов урожайність збільшується на 0,3–0,5 т/га.

Широкорядну сівбу сорго зернового необхідно використовувати в технології насінневих посівів, що впливає на отримання насіння крупного з кращими посівними якостями. Кіндрук М. А. встановив, що в умовах Полісся України можливо отримати високоякісний насіннєвий матеріал, якщо сіяти сорго широкорядним способом із міжряддям 70 см. Такі посіви, у порівнянні із варіантами широкорядного способу сівби із міжряддям 45 см, сприяють підвищенню врожайності зерна на 0,36–0,38 т/га та покращенню якісних показників [15].

У період 60–70-х років ХХ-го століття у виробничих умовах надавали перевагу широкорядному способу сівби. Там, де цей спосіб застосовувався з високою агротехнікою, сорго давало стабільно високі врожаї, у порівнянні до посівів звичайного рядкового способу сівби. Такі результати обумовлені тим, що широкорядні посіви давали змогу застосовувати інтенсивну технологію вирощування, особливо в системі догляду за посівами з використанням міжрядних культивацій та підживлень. Рихлий у міжряддях ґрунт зберігає та нагромаджує в капілярах продуктивну вологу, як надходить з опадами, у зв'язку з цим за посушливих погодних умов забезпечується повноцінне та рівномірне надходження води до рослин. У посівах широкорядного способу краще розвинена та активніша коренева система, від якої в подальшому залежить постачання води і поживними речовинами до органів рослин.

Перевага певного способу сівби проявляється в різних аспектах, у залежності від зони вирощування круп'яної культури. Саме науковці, які працювали у засушливих районах доводять істотно більшу ефективність

застосування широкорядного способу сівби із шириною міжряддя 70 см. В той час, як у помірно зволжених зонах зафіксовано кращі результати застосування саме широкорядного способу сівби із шириною міжряддя 45 см. Потрібно враховувати думку дослідників про те, що варіативність урожайності культури у посівах із міжряддями 70 см та міжряддями 45 см широкорядного способу сівби отримана через різну норму висіву, а відповідно і кінцеву густоту рослин та особливістю формування кореневої системи цієї культури.

Тому, встановлення оптимальної норми висіву насіння сортів сорго зернового є актуальною темою наукового дослідження.

РОЗДІЛ 2 УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика місця проведення досліджень

ТОВ «Машівка-Агро-Альянс» Машівського району Полтавської області об'єднує чотири населених пунктів: с. Машівка, с. Сахновщина, с. Дмитрівка, с. Михайлівка.

Центральна частина розташована в с. Машівка, яке розташоване на віддалі 2 км від райцентру і на 60 від обласного центру м. Полтави. Від шосейної дороги Полтава-Харків віддаль становить 20 км.

В господарстві вирощується продукція рослинництва, зокрема на досить високому рівні ведеться виробництво цукрового буряка.

Середньооблікова чисельність працівників, зайнятих у сільськогосподарському виробництві 58 чоловік, в тому числі в рослинництві - 43 чоловіка. В тваринництві - 15 чоловік.

Про характеристику використання земельного фонду можна сказати по його структурі, яка показує який процент в загальній площі земельного фонду займає той чи інший вид угідь.

Таблиця 2.1

Структура земельних угідь в ТОВ «Машівка-Агро-Альянс» Машівського району
Полтавської області

Види угідь	2022 р.		2023 р.		2024 р.	
	га	%	га	%	га	%
Сільськогосподарські угіддя	8046	100	8046	100	8098	100
в т.ч. рілля	8015	97	8015	97	8067	97
сіножаті	—	—	—	—	—	—
пасовища	—	—	—	—	—	—
інші угіддя	31	3	31	3	31	3

В ТОВ «Машівка-Агро-Альянс» площа сільськогосподарських угідь складає 8098 га, у тому числі рілля - 8067 га (97%), інші угіддя - 31га (3%).

Таблиця 2.2

Структура посівних площ в ТОВ «Машівка-Агро-Альянс» Машівського району
Полтавської області

Культури	2022 р.		2023 р.		2024 р.	
	га	%	га	%	га	%
Вся посівна площа	567	100	698	100	944	100
Зернові і зернобобові	441	77,8	492	70,5	621	66
у тому числі: ячмінь ярий	89	20	250	51	350	56
Технічні	125	22	178	25,5	298	31
в т.ч. цукрові буряки	44	7,8	98	14	98	10,4
Кормові культури	1	0,2	28	4	25	3
в т.ч. багаторічні трави	—	—	14	—	20	—
однорічні трави	1	—	14	—	5	—

В структурі посівних площ зернові культури займають 66 %; із них 56% - пшениця яра. На технічні культури відведено 31% посівних площ. Під кормові культури відведено 3% посівних площ господарства.

Таблиця 2.3

Структура товарної продукції в ТОВ «Машівка-Агро-Альянс»
Машівського району Полтавської області

Види продукції	2022 р.		2023 р.		2024 р.	
	тис. грн.	%	тис. грн.	%	тис. грн.	%
Рослинництво	407	49,1	851	78,9	983	83,7
в т.ч. зерно (пшениця)	43	10,6	304	35,7	436	44,3
цукрові буряки	83	20,4	220	25,8	91	9,3
Тваринництво	342	41,2	33	3,1	34	2,9
В т.ч. молоко	34	9,9	—	—	—	—
яйця	—	—	—	—	—	—
Вартість товарної продукції (іншої)	80	9,7	195	18	157	13,4
Всього	829	100	1079	100	1174	100

В структурі товарної продукції рослинництво в 2024 році становило 83,7 %, у тому числі зерно (пшениця яра) - 44,3 % , цукровий буряк – 9,3 %. Тваринництво відповідно - 2,9 %.

Таблиця 2.4

Площа посіву, врожайність та валовий збір сорго зернового в ТОВ «Машівка-Агро-Альянс» Машівського району Полтавської області

Показники	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Площа посіву, га	19	25	30
Урожайність, ц/га	41,0	29,3	26,4
Валовий збір, ц	399	482,5	492

З даних таблиці бачимо, що в 2022 році площа посіву становила 19 га, урожайність - 41,0 ц/га, в 2023 році площа посіву становила - 25 га, урожайність – 29,3 ц/га, в 2024 році площа посіву сорго зернового - 30 га , урожайність - 26,4 ц/га.

У сільськогосподарському виробництві земля – це головним засіб виробництва. За умови правильного та збалансованого використання, на відміну від інших засобів виробництва, земельний ресурс можливо постійно відновлювати та підвищувати його родючість. Набути, а особливо природна родючість різна, у зв'язку з еволюційним впливом природно-кліматичних зон формування ґрунтів. Саме тому, в галузі рослинництва економічний процес відтворення то поновлення ресурсів завжди у взаємодії з природним навколишнім середовищем. Основа системи землеробства в ТОВ «Машівка-Агро-Альянс» є прагнення освоїти та використовувати науково-обґрунтовані сівозміни. Освоєння науково-обґрунтованих сівозмін дає можливість найбільш раціонально використовувати поживні речовини ґрунту і внесених добрив, ефективно боротися з бур'янами, шкідниками та хворобами, найбільш продуктивно використовувати вологу із різних шарів ґрунту, рівномірно розподіляти всі польові роботи і найбільш ефективно використовувати сільськогосподарську техніку.

2.2 Ґрунтово-кліматичні умови в роки проведення досліджень

Згідно схеми агроґрунтового районування України, територія ТОВ «Машівка-Агро-Альянс» відзначається відносно теплим, слабоконтинентальним, з достатньою кількістю атмосферних опадів, але дуже мінливим по роках кліматом, що характерно для місцевої частини Лівобережної України.

Важливим елементом клімату являється температура повітря і кількість випадających опадів.

Таблиця 2.5

Метеорологічні дані зони розміщення господарства

Показники	Рік	Місяці												За рік
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Температура повітря °С	2022 р.	-8	-1	0	8	14	17	22	18	10	5	3	-1	6,7
	2023 р.	-6	-1	1	5	21	19	21	17	15	6	1	-5	7,2
	Середні, багаторічні	-6,8	-6	-8	7,7	15,4	16,7	20,8	19,6	14,4	7,5	0,3	-4,6	7,2
Опади, мм	2022 р.	25	21	22	30	46	57	40	53	37	43	32	26	432
	2023 р.	28	24	29	30	40	68	60	58	33	36	33	20	465
	Середні, багаторічні	26	23	31	36	46	72	66	54	34	40	41	39	508

З даних таблиці 2.5, бачимо, що середньорічна багатолітня температура в Машівському районі рівна +7,2 °С, середньомісячна температура самого холодного місяця січня -5,7 °С. Самого теплого місяця – липня +21,2 °С. Багаторічні дані Машівської метеостанції показують, що температура повітря коливається в чималих межах, досягаючи в окремі роки мінімуму -34 °С в січні і максимуму +38 °С в серпні.

Великий вплив на ріст і розвиток сільськогосподарських культур спричиняють весняні і осінні заморозки. Останній заморозок весною, по багаторічним даним, буває в середньому по області 21-22 квітня. Але в окремі роки заморозки можуть спостерігатись в першій половині травня. Самі ранні заморозки по Полтавській області настають 16-24 вересня, а в Машівському районі в середньому 1 жовтня.

Тривалість безморозного періоду (за багаторічними показниками) становить по області 155-181 день.

В середньому за рік у Полтавській області випадає 480-500 мм опадів. Але коливання опадів по роках досить значне. Так, по даних Машівської метеостанції найбільша річна кількість опадів один раз в 10 років складає 803 мм, а найменше - 120 мм. Найбільш вологими місяцями являються червень і липень. В середньому за ці місяці випадає біля 26 % річної кількості опадів. Самі сухі місяці - січень і лютий, коли випадає менше 10 %. Однак в окремі роки випадання опадів по періодах не завжди сприяє росту і розвитку пшениці ярої, зокрема при нерівномірному їх розподілу в червні, липні і серпні, коли культура має велику потребу в забезпеченні вологою.

Відносна вологість повітря за період травень-серпень буває різною і по Полтавській області в середньому становить 48-52 %. В засушливі роки в умовах атмосферної засухи вологість знижується нижче 30 %.

По багаторічним даним в умовах Полтавської області настання постійних від'ємних температур припадає на третю декаду листопада.

Рельєф території господарства широкохвилястий з старою, добре виразною сіткою боліт і водоймищ. На території поширена водна ерозія. Ґрунтові води залягають на глибині 20-25 м, в деяких місцях 4-6 м.

Основними ґрунтами землекористування господарства є глибокий чорнозем. Середньоосолоділий в комплексі з чорноземом глибоким слабоосолоділим. Утворений він на рівнинних просторах першої лісової тераси р. Дніпра, на слаботочних і безточних елементах рельєфу. Зволожують його атмосферні опади.

Основною суттю осолодіння є інтенсивне руйнування ґрунтової маси і винесення продуктів гідролізу простих солей і колоїдів за межі ґрунту без помітної затримки їх.

Гумусний елювіальний горизонт знаходиться до 30 см. Він безкарбонатний, добре гумусований, темно-сірого кольору, з добре помітною борошністою присипкою, з порушеною зернисто-грудкуватою структурою. Перехід до наступного горизонту поступовий. Гумусу 1,81 %, ємність поглинання 20,67 мм.екв. / 100 г. ґрунту.

Із легко розчинних солей спостерігається тільки незначна кількість загальної лужності - 0,01 %. Реакція ґрунту слабокисла, рН- сольове - 6,2. Верхня частина перехідного горизонту знаходиться в межах 30-56 см. Вона безкарбонатна, добре гумусна, темно-сірого кольору, з буруватим відтінком, з грудкуватою структурою, з слабо видимою борошністою присипкою.

Гумусу 2,33 %, ємність поглинання 24,15 мм.екв./100 гр. ґрунту. Реакція слабокисла, рН - сольове 6,2.

Нижня частина перехідного горизонту знаходиться в межах 56-120 см., слабо гумусована, карбонатна, з грубо-грудкуватою зернистою структурою бурого кольору. Ґрунти ці слабо структурні, а тому вони запливають, легко утворюють кірку. Вони придатні під всі зернові, технічні, кормові, плодові насадження і овочеві культури.

2.3 Методика проведення досліджень

Наукові дослідження проводили впродовж 2022–2024 рр. в умовах ТОВ «Машівка-Агро-Альянс» Машівського району Полтавської області. Метою наших експериментальних досліджень було оптимізувати норму висіву насіння для ранньостиглих сортів сорго зернового.

За схемою польового дослід уивчали дванадцять варіантів. Які сіяли у трьох повтореннях. Програмою польових досліджень потрібно було визначити такі показники: густина рослин сорго зернового у фазі сходів та перед збиранням урожаю, польова схожість насіння, тривалість вегетаційного та

міжфазних періодів; розмір площі листкової поверхні; рівень урожайності зерна.

Таблиця 2.6

Схема польового дослід

Сорт	Норма висіву насіння, тис.шт./га
Степовий	120
Ярона	140
Сват	160
	180

Польовий дослід налічував 36 ділянок за усіма варіантами та повторностями. Розмір однієї ділянки 60 м^2 , а площа облікової ділянки – 25 м^2 . Розміщували ділянки рандомізовано.

Підготовка ґрунту для сівби сорго зернового розпочиналась після збирання попередника сої. Основний обробіток ґрунту розпочинали з дискування знаряддями (БДТ-7), через 10–20 діб проводили оранку глибиною 20–24 см лемішним плугом.

Система удобрення сорго зернового включала внесення мінеральних добрив у нормі – $\text{N}_{90}\text{P}_{40}\text{K}_{90}$.

Весною у період настання фізичної стиглості ґрунту, проводили закриття вологи з одночасним вирівнюванням поля. Для цієї технологічної операції використовували середні борони у комплекті із шлейф-борінками.

Для підготовки ґрунту до сівби виконували культивацію, боронування із одночасним вирівнюванням поверхні ґрунту за допомогою комбінованого агрегату «Європак» упоперек напрямку сівби на глибину загортання насіння.

Підготовку посівного матеріалу проводило очищенням насіння та протруюванням препаратом Віал ТТ в нормі 0,5 л/т.

Сіяли сорго пізно (за температури ґрунту 12–14°C на глибині 10 см) у період стійкого підвищення середньодобової температури повітря. Спосіб сівби був широкорядний, з міжряддями 70 см. Сівбу проводили дисковою сівалкою точного висіву ГЕСПАРДО. Глибина загортання насіння – 4 см. Напрямок сівби – із заходу на схід.

Залежно від тривалості періоду «сівба – сходи», проводили одне або два досходових боронування впоперек напрямку рядків середніми та легкими боронами.

У фазі повних сходів сорго зернового проводили обприскування післясходовим гербіцидом Пріма Форте в нормі 1 л/га.

Збір урожаю проводили у фазі повної стиглості зерна із вологістю 14–16 % методом прямого комбайнування.

Після збирання сорго зернового поле готувалися під наступні культури згідно технологічної карти.

В дослідженнях використовували діючі загальноприйняті методики, Державні стандарти та підручник В. Ф. Мойсейченко, В. О. Єщенко Основи наукових досліджень в агрономії [56]:

- фіксували фази росту та розвитку рослин за фенологічними спостереженнями, які проводили за Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур (2000) [21]. Відмічали основні фази росту та розвитку рослин. Безпосередньо початок певної фази фіксували за наявності її у понад 10-ти % рослин, а повну – у 75-ти % рослин;

- тривалість вегетаційного періоду розраховували від появи повних сходів до господарської стиглості;

- облік густоти рослин проводили на закріплених майданчиках, виділених у двох несуміжних повтореннях. Підрахунок рослин проводили двічі: після появи повних сходів та перед збиранням при відборі пробного снопа;

– площу листової поверхні вимірювали методом «висічок». Для цього на кожній дослідній ділянці відбирали по 10 рослин, потім обривали листи та зважували їх. Після чого з 50-ти листків спеціальною металевою трубкою відомого діаметру вирізали висічки. Через відому нам площу однієї висічки, їх кількість, масу висічок та загальну кількість листків розраховували за формулою:

$$S = \frac{P \times S_1 \times n}{P_m}$$

, де

S – розмір площі листкової поверхні у 10-ти модельних рослин, см^2 ,

S_1 – показник площі однієї висічки, см^2 ,

P – маса всіх листків, г,

P_m – маса всіх висічок, г,

n – показник кількості висічок, шт.;

– облік урожайності робили поділяночно методом. Суцільно обмолочували кожну ділянку та проводили перерахунок на 100 % чистоту та (14-ти %) вологість;

– математичну обробку отриманих даних польового дослідження проводили методом дисперсійного аналізу за допомогою програми ECXEL;

– розрахунок економічної оцінки результатів досліджень здійснювали за допомогою технологічних карт та відповідних рекомендацій [55].

2.4 Матеріал для досліджень

Сорт Степовий виведено Селекційно-генетичним інститутом - Національним центром насіннєзнавства та сортовивчення. В «Державному реєстрі сортів рослин придатних для поширення в Україні» з 2021 року.

Сорт інтенсивного типу, придатний для універсального використання. Рослини мають міцне стебло заввишки 124–135 см. Характеризується стійкістю до вилягання та обсіпання (9 балів). Тип волоті – розкидиста, зернівка велика кулястої форми та жовтого кольору. Показник маси 1000 зерен 23,6–24,9 г. Має вміст білку 10,3–10,8 %.

Рекомендований для зони Лісостепу та Степу України.

Сорт Ярона сорго звичайне двокольорове виведено методом багаторазового індивідуального добору. Рослина за висотою: низька 99–108 см. Тривалість вегетаційного періоду 117–143 діб. В Державному реєстрі сортів рослин придатних для поширення в Україні з 2019 року. Оригінатор сорту Державна установа Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України. Довжина волоті 20,0-24,1 см. Вміст протеїну 10,3–11,1 %. Показник плівчастості в середньому 10–15 %. Маса 1000 зерен в межах 29,2–30,5 г.

Сорт Сват ранньостиглий. Рекомендовано для вирощування в зонах Лісостепу та Полісся.

Тривалість вегетаційного періоду 103–117 діб. Рослини досягають висоти 105-120 см. Тип волоті – стиснута, компактна. Характеризується високою стійкістю до вилягання. Зернівка кулястої форми світло-коричневого забарвлення. Показник плівчастості в середньому 26,3-29,5 %. Маса 1000 зерен в межах 26,3-29,5 г.

Рекомендовано для вирощування в зонах Лісостепу та Степ.

Оригінатор сорту Державна установа Інститут сільського господарства степової зони Національної академії аграрних наук України. В «Державному реєстрі сортів рослин придатних для поширення в Україні» з 2017 року.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сорго, у зв'язку із своїми біологічними особливостями, повільно росте на початку своєї вегетації, тому його інтенсивно пригнічують бур'яни. Застосовуючи профілактичні методи можна запобігти цьому, особливо важливо вчасно посіви очищати від бур'янів. Також особливістю біології та морфології сорго зернового є те, що його рослини у сприятливих умовах вирощування починають добре куштитись та гілкуватись, при цьому збільшується у розмірі суцвіття – волоть. Така реакція сорго зернового на сприятливі умови вирощування дає можливість регулювати його продукційні процеси у репродуктивних органах, що впливає на кінцевий результат – формування високого врожаю. Зазначені біологічні особливості сорго зернового впливають на оптимізацію способу його сівби і формування густоту рослин [11].

В комплексі елементів технології вирощування сорго зернового, які застосовують у товарних посівах сорго зернового, норма висіву насіння та способи сівби мають істотний вплив на майбутній врожай, оскільки саме ці агрозаходи визначають умови пролонгованого засвоєння поживних речовин, доступної вологи, сонячного світла, і відповідно впливають на величину урожаю та якість зерна [42].

В питаннях способів сівби та норми висіву насіння сорго зернового в науковців немає одностайної рекомендації. В наукових роботах та методичних рекомендаціях можна зустріти такі варіанти способів сівби цієї культури: рядковий, розкидний, гніздовий, вузькорядний, перехресний, одно- та двострічковий і широкорядний [33].

Якименко А. Ф.[4] аналізуючи результати експериментальних досліджень зупинився на висновках, що широкорядний спосіб сівби сприяє збільшенню озерненості волоті та продуктивності сорго зернового в цілому, що пояснюється збільшенням площі живлення. Проте, Душкин А. Н. [5] вказує на більш

продуктивне використання ґрунтової вологи рослинами у посівах рядкового способу сівби.

Показник густоти рослин один із самих важливих факторів, які визначають ефективність застосування всіх інших чинників регуляції росту та розвитку рослин, та як результат – урожайністю зерна сорго зернового.

Таблиця 3.1

Густота рослин у посівах залежно від сорту та норми висіву насіння,
2022–2024 рр.

Сорт (фактор А)	Норма висіву насіння, тис.шт./га (фактор В)	Густота рослин, шт./м ²		Польова схожість насіння, %	Вживання рослин, %
		Фаза сходів	Перед збиранням урожаю		
Степовий	120	10,4	7,6	86,8	73,4
	140	12,3	9,4	88,0	76,2
	160	13,7	9,7	85,7	70,6
	180	15,8	10,8	87,7	68,1
Ярона	120	10,8	7,9	90,2	73,0
	140	13,3	9,8	95,3	73,2
	160	14,9	10,5	92,9	70,9
	180	17,2	12,2	95,8	70,5
Сват	120	10,8	7,8	90,2	72,4
	140	12,8	9,3	91,7	72,7
	160	14,6	10,3	91,0	71,0
	180	16,1	11,6	89,5	72,0
НІР ₀₅ фактор А				5	2
НІР ₀₅ фактор В				2	1

Показник польової схожості насіння сортів сорго зернового залежно від норми висіву за варіантами дослідів суттєво не відрізнялась (табл. 3.1). Серед сортів сорго зернового найкраща польова схожість була в посівах сорту Ярона. Загалом показник польової схожості насіння у варіантах дослідів коливалась у межах 85,7–95,8 %.

Для реалізації генетичного потенціалу продуктивності сучасних сортів сорго зернового посівного оптимізація схеми розміщення та густоти рослин має визначальний характер, що регулюється способом сівби для певної ґрунтово-кліматичної зони. Отже, виникає потреба та актуалізація питання оптимізації площі живлення та способу сівби безпосередньо для кожного сорту сорго зернового, особливо в умовах недостатнього та нестійкого зволоження.

За терміном «вегетація» визначають період активної життєдіяльності рослини, її органогенез. Вегетаційний період характеризується процесом фотосинтезу, що пов'язано з інтенсивним автотрофним живленням та накопиченням органічної речовини. Синтез сухої речовини переважно відбувається в листках, в меншому вимірі – в інших зелених органах.

Найдовшим міжфазним періодом у рослин сорго зернового виявився – від викидання волоті до повної стиглості (табл. 3.2). Найменша тривалість вегетаційного періоду в рослин сорго зернового – від сходів до кушіння, він становить 12–14 діб. Найдовша тривалість вегетації була у сорту Ярона. Норма висіву та кінцева густота рослин на тривалість міжфазного періоду сходи – кушіння не мала істотного впливу. На тривалість міжфазного періоду росту та розвитку кушіння – викидання волоті показник норми висіву насіння демонстрував істотний вплив. У посівах досліджуваних сортів збільшення норми висіву насіння 120–180 тис.шт./га сприяло збільшенню тривалості міжфазного періоду викидання волоті – повна стиглість на 5–6 діб. Показник тривалості всього періоду вегетації встановлено найбільшим у сорту Ярона. А найшвидше досягав сорт Степовий.

Таблиця 3.2

Тривалість міжфазних періодів та всієї вегетації сортів сорго зернового залежно від норми висіву насіння, діб, 2022–2024 рр.

Сорт	Норма висіву насіння, тис.шт./га	сходи – кущіння	кущіння – викидання волоті	викидання волоті - стиглість	Веgetаційний період
Степовий	120	12	37	55	104
	140	12	38	58	108
	160	12	38	58	108
	180	12	39	60	111
Ярона	120	14	39	57	110
	140	14	40	60	114
	160	14	40	61	115
	180	14	42	63	119
Сват	120	13	36	56	105
	140	13	38	59	110
	160	13	41	60	114
	180	13	42	62	117
НІР ₀₅ фактор А					2
НІР ₀₅ фактор В					2

Встановлено взаємозв'язок густоти посівів та збільшення тривалості вегетаційного періоду в рослин із підвищеною нормою висіву. Підвищення норми висіву насіння з 120 до 180 тис.шт./га сприяло збільшенню вегетаційного періоду рослин сорго зернового в сорту Степовий на 6 діб; в сорту Ярона на 9 діб, а в сорту Сват на 12 діб.

Дослідники всього світу вважають, що життєво найголовнішим явищем на планеті Землі є процес фотосинтезу, під час якого створюється органічна

біомаса рослин та підтримується необхідний баланс газового структурного складу атмосфери. За результатами якого відбувається відносна динамічна рівновага флори, фауни та комплексу мікроорганізмів. Визначальним чинником, що забезпечує синтез сухої речовини та фізичне нагромадження урожаю для всіх сільськогосподарських культур є природний процес фотосинтезу. Його особливість та складність обумовлена унікальною організацією субпроцесів асиміляції та одночасно дисиміляції органічної речовини з використанням простих мінеральних речовин, вуглекислого газу та води під дією променів сонця із фотосинтетично-активною радіацією (ФАР).

Таблиця 3.3

Площа листової поверхні рослин сорго зернового у фазі цвітіння залежно від сорту та норми висіву насіння, тис.м²/га

Сорт	Норма висіву насіння, тис.шт./га	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Середнє
Степовий	120	32,4	28,6	24,2	28,4
	140	40,8	36,7	30,8	36,1
	160	45,6	40,1	35,4	40,4
	180	46,1	40,9	36,1	41,0
Ярона	120	35,8	31,2	27,4	31,5
	140	41,4	36,7	32,1	36,7
	160	46,2	40,8	35,9	41,0
	180	47,2	41,4	36,7	41,8
Сват	120	33,8	29,7	26,0	29,8
	140	39,3	35,3	30,4	35,0
	160	41,2	36,1	31,1	36,1
	180	42,0	36,8	32,6	37,1
НІР ₀₅ фактор А					1
НІР ₀₅ фактор В					2

Показник площі листкової поверхні виміряли у фазі цвітіння волотей сорго зернового, оскільки у цей період розвиток вегетативної частини рослин досягнув свого максимуму. За результатами наших досліджень встановлено: всі сорти позитивно реагували на збільшення норми висіву 120–160 тис. схожих насінин на 1 га та зафіксовано істотний вплив на збільшення показника площі асиміляційної поверхні посівів. Однак подальше загущення посівів не сприяло збільшенню показника площі листкової поверхні рослин (табл. 3.3).

Ефективність та інтенсивність фотосинтезу і динаміка накопичення органічної речовини у сухій біомасі, змінюються пропорційно до рівня надходження ФАР на поверхню землі, а також концентрації вуглекислого газу і води. На полях (відкриті агрофітоценози) у технології вирощування більшості сільськогосподарських культур, штучне регулювання сумарної кількості надходження цих факторів являється неможливим. Тому, єдиним варіантом підвищення продуктивності синтезу органічної речовини та асиміляції сонячної енергії є раціональне використання абіотичних факторів, шляхом формування оптимальної архітекτονіки посіву, щоб забезпечити високий коефіцієнт використання сонячних променів, зокрема ФАР.

В агротехніці сорго зернового густота рослин у посівах має дуже важливе значення, так як саме способами сівби та нормою висіву насіння оптимізуються умови живлення рослин та значною мірою урожайність зерна культури. Багаторічними результатами наукових досліджень і виробничих випробувань встановлено те, що ефективність зміни способів сівби сорго зернового (звичайний рядковий, вузькорядний, перехресний, широкорядний та стрічковий) у комплексі з іншими елементами технології вирощування в різних ґрунтово-кліматичних регіонах не має однакового результату.

Пустова З. В. вивчала кореляційну залежність процесів росту, розвитку та продуктивності рослин у різних сортів сорго зернового з пізніми (літніми) строками сівби залежно від способів сівби та застосування різних гербіцидів.

Так, значно вищий рівень урожайності отримали в досліджуваних сортів у посівах звичайного рядкового способу сівби [13].

Таблиця 3.4

Урожайність сортів сорго зернового залежно від норми висіву насіння,
т/га

Сорт	Норма висіву насіння, тис.шт./га	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Середнє
Степовий	120	3,66	3,54	2,84	3,34
	140	4,20	3,93	3,09	3,74
	160	3,79	3,86	2,81	3,49
	180	3,60	3,74	2,62	3,32
Ярона	120	3,81	3,71	3,08	3,53
	140	4,39	4,10	3,54	4,01
	160	4,15	4,03	3,33	3,84
	180	4,01	3,88	2,96	3,62
Сват	120	3,50	3,37	2,79	3,22
	140	4,20	3,96	2,98	3,71
	160	3,71	3,18	2,62	3,17
	180	3,55	3,15	2,50	3,07
НІР ₀₅ фактор А		0,04	0,04	0,04	0,05
НІР ₀₅ фактор В		0,03	0,02	0,02	0,03

Рівень урожайність зерна сорго зернового, в середньому по досліді, найвищий отримали в 2022 році (табл. 3.4). Найбільш урожайними були посіви сорту Ярона. Найбільшу врожайність 4,39 т/га сформовано в посівах, де застосовували норму висіву 140 тис. схожих насінин на 1 га. В сортів Степовий та Сват також отримано найбільшу врожайність у варіантах із сівбою культури

за варіантом норми висіву насіння 140 тис.шт./га. Подальше зменшення норми висіву до 120 тис. схожих насінин на 1 га, а також підвищення до 160 млн.шт./га істотного позитивно впливу не мало на показник урожайності зерна сорго зернового.

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ

Економічна ефективність – це узагальнюючий вираз кінцевих результатів будь-якого виробництва, яке розраховується за допомогою системи категорій та натуральних і вартісних показників.

Для будь-якого виробництва головним завданням є його максимізація, а саме вдосконалення економічної, енергетичної, виробничої, трудової, організаційної, управлінської сфер господарювання. Проаналізувати економічну ефективність вирощування сорго зернового, як і інших польових культур можливо в першу чергу через досягнення господарством значно вищих економічних показників: збільшення виходу та обсягу виробництва продукції, зменшення собівартості продукції, підвищення рівня рентабельності, ріст прибутку.

Для характеристики економічної ефективності виробництва сорго зернового застосовують такі показники: урожайність зерна, продуктивність праці, собівартість, окупність витрат, розмір валового продукції, прибутку на 1 т основної продукції та на 1 га посівів і рентабельність виробництва сорго зернового.

Показник продуктивності праці характеризується через здатність конкретної праці виробляти та реалізовувати процесі виробництва та зберігання відповідного обсягу продукції за одиницю робочого часу, а також співвідношенням кількості виконаних робіт до затрат робочого часу.

У категорії собівартості продукції закладено грошовий вираз усіх поточних і амортизаційних витрат підприємства на виробництво та реалізацію готової продукції. На базі собівартості відбувається початкове ціноутворення на продукцію, товари чи послуги.

Розмір валового продукту або виручки та прибутку оптимально визначати на 1 га сільськогосподарських угідь та на 1 т продукції.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування сортів сорго зернового залежно від
норми висіву насіння

Сорт	Норма висіву насіння, тис.шт./га	Урожайність, т/га	Виробничі затрати, грн./га	Собівартість, грн./т	Валова продукція, грн./га	Прибуток, грн./га	Рівень рентабельності, %
Степовий	120	3,34	8057,7	2412	16700	8642,3	107,26
	140	3,74	8125,2	2173	18700	10575	130,15
	160	3,49	8192,7	2347	17450	9257,3	112,99
	180	3,32	8260,2	2488	16600	8339,8	100,96
Ярона	120	3,53	8057,7	2283	17650	9592,3	119,05
	140	4,01	8125,2	2026	20050	11925	146,76
	160	3,84	8192,7	2134	19200	11007	134,35
	180	3,62	8260,2	2282	18100	9839,8	119,12
Сват	120	3,22	8057,7	2502	16100	8042,3	99,81
	140	3,71	8125,2	2190	18550	10425	128,30
	160	3,17	8192,7	2584	15850	7657,3	93,46
	180	3,07	8260,2	2691	15350	7089,8	85,83

На підставі результатів розрахунку економічної ефективності вирощування сорго зернового залежно від особливостей сорту та норми висіву

насіння встановлено, що максимальний прибуток у розмірі 11925 грн./га можливо отримати за варіантом сівби сорго зернового сорту Ярона з нормою висіву насіння 140 тис.шт./га (табл. 4.1). Рівень рентабельності виробництва на цьому варіанті становив 146,76 %.

Собівартість продукції – це виробничі затрати по вирощуванню культури на 1 га поділено на урожайність.

Реалізаційна ціна сорго зернового для розрахунків економічної ефективності використовувалась середня на ринку сільськогосподарської продукції України за останні 3 роки, вона становить 5000 грн./т.

Вартість валової продукції визначається шляхом множення ціни на урожайність культури.

Прибуток – це різниця між вартістю валової продукції та виробничими затратами на 1 га по вирощуванню культури.

Рівень рентабельності – розмір отриманого прибутку на одну затрачену гривню виробничих витрат виражений у відсотках.

Для виконання розрахунків по економічній ефективності виробництва сорго зернового за технологіями вирощування, які вивчалися під час досліджень ми використовували виробничі затрати по вирощуванню сорго зернового за варіантами дослідів розраховані в технологічних картах (Додаток А, Б, В, Д).

РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

На діяльність господарства здійснюється постійний вплив різних факторів: зовнішніх та внутрішніх, які контролюються і не контролюються, випадкові та прогнозовані. Задачею підприємства є проведення економічної і екологічної безпечної своєї діяльності.

Під час вирощування ячменю ярого необхідно чітко дотримуватися виконання послідовних і своєчасних технологічних операцій. У процесі обприскування посівів гербіцидами (яке проводиться при швидкості вітру не більше 4 м/с) негайно заробити їх у ґрунт культиватором УМСК-5,4.

Негативний вплив на ґрунтовий покрив може звичайно ущільнювати його колесами тракторів і агрегатів. Тому раціонально застосовувати гусеничні трактори і до мінімуму скоротити кількість проходів. Крім цього недотримання системи сівозміни, збільшення площі посівів соняшнику, мала площа парів, зменшення проценту бобових культур призводить до катастрофічного зменшення як родючості ґрунту так і його фізико-механічного складу.

За економічними показниками найбільш істотними результатами протиерозійного обробітку ґрунту являється зменшення втрат гумусного шару ґрунту та його менше пошкодження.

Заходи ґрунтозахисного обробітку проводять з метою, зменшення до мінімальних показників площинний змив ґрунту та його руйнування вітром. До доступних протиерозійних відносяться оранка і сівба впоперек схилу. По узагальненім даним оранка впоперек схилу знищувала стік талих вод в середньому на 8,5.

Глобальною проблемою залишається засмічення та забруднення ґрунтів, пасовищ, лісосмуг, лісів. Технології вирощування культур в даному випадку повинні ґрунтуватися на концепції біологічної системи землеробства яке передбачає агрономічні методи боротьби з бур'янами, шкідливими комахами і

патогеннами. Такі агрозаходи виконують у системі основного і передпосадкового обробітку ґрунту, а також у період догляду.

Для одержання екологічно чистої продукції категорично забороняється розміщувати її біля шосейних доріг. Відстань від пасовищ до траси повинна бути не менша 0,5 км. Важливою умовою одержання високих врожаїв є зменшення бур'янів, але при цьому гербіцидів не використовувати. Боротьбу потрібно проводити механічним способом.

Виникнення і розвиток ерозійних процесів зумовлене природними умовами та господарською діяльністю, що дуже погано відбивається на навколишньому середовищі, призводить до руйнування родючого шару ґрунту. Завдяки ґрунтовій ерозії фосфорні добрива потрапляють у водоймища. Проте вміст у фосфатах домішок у вигляді сполук фтору, миш'яку, урану, селену та інших елементів при високих дозах їх внесення сприяє значному нагромадженню їх у ґрунті.

Важливу роль відіграють ставки і річки більшості і в меншості населення. Охорона водоймищ полягає у забезпеченні широкого комплексу протиерозійних заходів, з менших водозаборів та ділянок, які схильні до дії водної та/або вітрової ерозії. Для цього створюють лісосмуги, укріплення ярів, берегів річок та інших земель, будівництво протиерозійних гідротехнічних споруд.

Що стосується господарства, то факторами, які негативно діють на навколишнє середовище є відсутність складів для пестицидів та агрохімікатів, відсутність протиерозійної сівозміни, а також не в належному стані знаходиться склад для паливно-мастильних матеріалів.

Вище перелічені фактори негативно впливають на стан агроєкосистеми. Так як пестициди та агрохімікати можуть безконтрольно поширюватися в навколишнє середовище. Стан ґрунтів має загрозу розвитку вітрової та водної ерозії, так як значна частина полів розміщена на схилах. Також випаровування

паливно-мастильних матеріалів забруднює повітря. Щоб зменшити шкоду довкіллю, потрібно розробляти заходи по безпечному функціонуванню ТОВ «Машівка-Агро-Альянс» Машівського району Полтавської області.

Отже, для покращення екологічного стану даного підприємства, необхідно дотримуватися таких вимог:

1. Впровадження протиерозійної сівозміни;
2. Проводити безполицевий обробіток ґрунту;
3. Максимальне утримання еродованих ґрунтів під рослинністю;
4. Вибирати правильні строки внесення добрив з урахуванням біологічних особливостей культур, головним чином періодичності їх живлення, структури ґрунту, агрокліматичних особливостей зони вирощування та форми добрива;
5. Побудувати та ввести в експлуатацію склад для пестицидів та агрохімікатів;
6. Провести капітальний ремонт складу для паливно-мастильних матеріалів.

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Метою охорони праці є зниження та ліквідація виробничого травматизму, також професійних захворювань на основі заходів, які включають в себе систему законодавчих актів, що забезпечує безпеку праці.

Ефективна профілактична діяльність по забезпеченню безпеки праці зумовлює спрямований облік та використання комплексу принципів безпеки технічного та організаційного характеру.

Керівники підприємств не завжди сумлінно дотримуються санітарно-гігієнічних норм у процесі створення умов праці та робочого місця. Більшість власників приватних підприємств мають низький рівень знань щодо законодавчих і нормативних вимог охорони праці.

Аналіз причин виробничого травматизму при розслідуванні нещасних випадків на підприємствах недержавної форми власності вказує на те, що керівники та адміністрація на низькому рівні підготовлені у питаннях охорони праці, не створюють служби охорони праці, не забезпечують працюючих нормативною документацією і не розробляють посадових інструкцій щодо охорони праці.

Останнім часом відмічено, що загальний стан охорони праці на підприємствах України незадовільний і вимагає удосконалення.

Система управління охорони праці потребує проведення таких організаційних заходів:

- щоденного систематичного розгляду питань по охороні праці у вихідних галузевих виробничих об'єктів;
- звітуванні топ-менеджерів структурних підрозділів по охороні праці, про кількість виявлених невідповідностей за наслідком щоденних перевірок дотримання системи охорони праці у виробничих процесах та на робочих місцях.

Основною функцією системи управління охорони праці є забезпечення безпечних та здорових умов праці.

На досліджуваному підприємстві надзвичайна ситуація можлива при виникненні пожежі. Розглянемо вимоги пожежної безпеки та зробимо постадійний аналіз умов її виникнення і розвитку в ТОВ «Машівка-Агро-Альянс» Машівського району Полтавської області.

Підприємство має біля десяти вогнегасників. Це говорить про те, що підприємство недостатньо забезпечене засобами пожежної безпеки. Отже, на підприємстві існують недоліки в забезпечення пожежної безпеки, що може призвести до надзвичайних ситуацій. Немає плану попередження і ліквідації пожеж з призначенням відповідальних осіб. Не укомплектований пожежний щит протипожежним інвентарем. Не проводяться об'єктові тренування з персоналом на випадок надзвичайної ситуації.

Отже при належній організації охорони праці на підприємстві створиться сприятлива обстановка. Це приведе до покращення умов праці працівників, зростання продуктивності праці, скорочення плинності кадрів.

За умов складання на підприємстві планів попередження, а у разі виникнення локалізації і ліквідації пожеж, а також проведення тренувань серед персоналу можна уникнути виникнення надзвичайної ситуації або її важких наслідків.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За теоретичними та експериментальними результатами досліджень, встановлено, що польова схожість насіння сортів сорго зернового залежно від норми висіву істотно не відрізнялась. У сортів сорго зернового найкращою польова схожість зафіксована в посівах сорту Ярона. По досліді польова схожість насіння варіювала від 85,7 до 95,8 %.

Визначено найдовший міжфазний період у рослин сорго зернового від викидання волоті до повної стиглості. Показник найменшої тривалості міжфазного періоду – від сходів до кушіння, який становив 12–14 діб. У сорту Ярона був найбільш триваліший цей період. Фактор норма висіву не впливав на тривалість періоду сходи – кушення. У посівах досліджуваних сортів збільшення норми висіву насіння 120–180 тис.шт./га сприяло збільшенню тривалості міжфазного періоду викидання волоті – повна стиглість на 5–6 діб. Показник тривалості всього періоду вегетації встановлено найбільшим у сорту Ярона. А найшвидше досягав сорт Степовий.

Показник площі листової поверхні виміряли у фазі цвітіння волотей сорго зернового, оскільки у цей період розвиток вегетативної частини рослин досягнув свого максимуму. За результатами наших досліджень встановлено: всі сорти позитивно реагували на збільшення норми висіву 120–130 тис. схожих насінин на 1 га та зафіксовано істотний вплив на збільшення показника площі асиміляційної поверхні посівів. Однак подальше загущення посівів не сприяло збільшенню показника площі листової поверхні рослин.

Рівень урожайності зерна сорго зернового, в середньому по досліді, найвищий отримали в 2022 році. Найбільш урожайними були посіви сорту Ярона. Найбільшу врожайність 4,39 т/га сформовано в посівах, де застосовували норму висіву 140 тис. схожих насінин на 1 га. В сортів Степовий та Сват також отримано найбільшу врожайність у варіантах із сівбою культури за варіантом

норми висіву насіння 140 тис.шт./га. Подальше зменшення норми висіву до 120 тис. схожих насінин на 1 га, а також підвищення понад 140 тис.шт./га істотного позитивно впливу не мало на показник урожайності зерна сорго зернового.

На підставі результатів розрахунку економічної ефективності вирощування сорго зернового залежно від особливостей сорту та норми висіву насіння встановлено, що максимальний прибуток у розмірі 11925 грн./га можливо отримати за варіантом сівби сорго зернового сорту Ярона з нормою висіву насіння 140 тис.шт./га. Рівень рентабельності виробництва на цьому варіанті становив 146,76 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Закон України „Про екологічну експертизу”, 1995.
2. Закон України „Про охорону навколишнього середовища”, 1991.
3. Закон України „Про охорону праці”, 1992.
4. Davydenko S., Rozhkov A., Karpuk L., Popov S., & Mykhailyn V. Elements of plant productivity and biological yield capacity of grain sorghum hybrids depending on the inter-row width and seed sowing rate. *Scientific Horizons*. 2022. № 25(6). P. 55–64.
5. Gamajunova V.V., Khonenko L.G., Kovalenko O.A., Baklanova T.V. Adaptation of the Agricultural Industry to Changes of Climatic Conditions in the Steppe Zone of Ukraine. *Proceedings book: Ispec 7th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development (18–19 September 2021, Muş, Turkey)*. Turkey. 2021. P. 173–174.
6. Gamayunova V., Honenko L., Kovalenko O. Bioethanol Producing from Sorghum Crops. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science* Vol. 26, No. 1. P. 9–18. 2022.
7. Gamayunova, V., Honenko, L., Baklanova, T., Pilipenko, T. Current Trends in Sorghum Use, Grain Yield and Water Consumption Depending on the Hybrid Composition. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 24(6). С. 211–220.
8. Алексеев Я.В. Порівняльна характеристика продуктивності сорго зернового залежно від площі живлення в умовах північного степу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 7–11. DOI: 10.32848/agrar.innov.2021.5.1 184
9. Алексеев Я.В. Оптимізація технологічних заходів вирощування сорго зернового в Північному Степу України. дис... канд. с.-г. наук, спец. 06.01.09. рослинництво. Дніпро. 2021. 186 с.

10. Алексеев Я.В., Семенов С.С., Любич О.Г. й ін. Продуктивність сорго зернового при застосуванні після сходових гербіцидів. Зернові культури. Том. 5. № 1. 2021. С. 59–64. DOI: 10.31867/2523-4544/0159
11. Барановський В. В., Проворна Л. М., Овсієнко А. І. Оцінка виході поживних речовин в чистих і змішаних посівах сорго в порівнянні з кукурудзою. Корми і кормовиробництво. 2001. Вип. 47. С. 140–142.
12. Безручко О. Сорго набуває популярності. Agroexpert. 2012. № 5. С. 36– 38.
13. Безручко О.І., Джулай Н.П. Поповнення ринку сортів рослин України: сорго звичайне (двокольорове) (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Київ: Український інститут експертизи сортів рослин. 2012. № 3 (17). С. 45–51.
14. Біоенергетична оцінка соргових культур [В.Л. Курило, О.В. Яланський, В.Л. Гамандій й ін.]. Зб. наук. пр. ІБКІЦБ. 2012. Вип.14. С. 554–558.
15. Бойко М. О. Агробіологічне обґрунтування елементів технології вирощування гібридів сорго зернового в Південному Степу України : автореф. дис.... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Херсон, 2017. 20 с.
16. Бойко М. О. Вплив густоти посіву та строків сівби на продуктивність гібридів сорго зернового в умовах Півдня України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2016. Вип. 3 (91). С. 96–104.
17. Бойко М.О. Аналіз структури врожаю гібридів сорго зернового при різних густотах посівів за двох строків сівби. «Онтогенез – стан проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах». Зб. тез міжнародної конференції. Херсон: «Колос», 2016. С. 79–80.
18. Бойко М.О. Економічна ефективність виробництва сорго зернового в умовах Півдня України. «Теорія та практика менеджменту»: Зб. тез всеукраїнської науково-практичної конференції. ДВНЗ «ХДАУ». 2016. С. 37–41.

19. Бойко М.О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго в умовах півдня України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія». 2016. № 235. С. 33–39.
20. Бойко М.О. Формування асиміляційного апарату гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти посівів. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. 2017. Вип. 97. С. 18–22.
21. Бурдига В. М. Формування продуктивності сорго зернового та сорізу залежно від строку і способу сівби в умовах Лісостепу Західного : автореф. дис. канд. с.-г. наук : 06.01.09. Вінниця, 2013. 20 с.
22. Вирощування сорго в Україні має великі перспективи. [Електронний ресурс. Режим доступу до журналу <https://agrotimes.ua/agronomiya/vygozhuvannyasorgo-v-ukrayini-maye-velyki-perspektyvy-prognoz>
23. Вожегова Р. А., Влащук А. М., Дробіт О. С., Шебанін В. С., Дробітько А. В. Удосконалення елементів технології виробництва насіння високих репродукцій зернових культур на зрошуваних землях. Аграрні інновації. 2020. № 1. С. 84–90. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.14>.
24. Галаєв О. В., Шевчук Г.Ю., Дудченко В.В. Молекулярно генетичний аналіз геному сорізу (*Sorghum oryzoidum*). Цитология и генетика. 2011. №4. С. 9 - 15.
25. Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Коваленко О.А. Підходи до добору посухостійких соргових культур за зміни кліматичних умов Південного Степу України. Матеріали IV всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві» (10 травня 2021 р.). С. 39–42.
26. Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Смірнова І.В., Бакланова Т.В. Заходи збільшення зерновиробництва в Україні у сучасний період. Матеріали IV

- Міжнародної науково-практичної онлайн конференції: «Тенденції розвитку та виклики сучасній аграрній науці й освіті, за змінних кліматичних та політичних умов» 28–30 листопада 2022 року. Національний університет біоресурсів і природокористування України. м. Київ. С. 6–8.
27. Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Федорчук М.І., Коваленко О. А. Добір посу- хостійких культур для Південного Степу України. Науковий журнал : Зернові культури. Том 5. № 1. Дніпро: Інститут зернових культур НААН України. 2021. С. 13–22. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0153>.
 28. Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Федорчук М.І., Коваленко О.А. Добір посухостійких культур для Південного Степу України. Зернові культури. Том 5. № 1. 2021. С. 13–22. DOI: 10.31867/2523-4544/0153
 29. 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.
 30. Гібрид сорго зернового Іггор. [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://ua.all.biz/uk/gibryd-zvyhajnoho-zernovogo-sorgo-iggor-g147535>
 31. Грабовський М. Б. Економічна та біоенергетична ефективність вирощування сорго цукрового та кукурудзи як біоенергетичних культур за різного рівня мінерального живлення. Зернові культури, 2018. Том 2. № 2. С.294–300.
 32. Грабовський М. Б. Продуктивність сумісних посівів сорго цукрового й кукурудзи та вихід біогазу залежно від густоти стояння рослин і ширини міжрядь. Біоенергетика/Bioenergy, №2 (12). 2018. С. 35–38.
 33. Грабовський М. Б. Регулювання рівня забур'яненості посівів сорго цукрового агротехнічними і хімічними методами. Карантин і захист рослин, 2018. №3 (247). С. 33–37.

34. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Козак Л. А., Городецький О. С., Богатир Л. В. Формування продуктивності сорго цукрового під впливом строків сівби. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. Т. 7(4). С. 500–505. doi: 10.15421/2017_151
35. Грабовський М. Б., Федорук Ю. В., Правдива Л. А., Грабовська Т.О. Вплив площі живлення рослин сорго цукрового та кукурудзи на їх ріст, розвиток та урожайність зеленої маси в сумісних посівах. Наукові доповіді НУБіП України, 2018. №5(75). URL:<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.05>.
36. Грабовський М. Б., Федорук Ю. В., Правдива Л. А., Грабовська Т.О. Вплив рівня мінерального живлення на ріст, розвиток та водоспоживання рослин сорго цукрового та кукурудзи в одновидових та сумісних посівах. *Таврійський науковий вісник*, 2018. Вип. 103. С. 27–35.
37. Грабовський М. Вирощування кукурудзи і сорго цукрового, як біоенергетичних культур в сумісних посівах. Впровадження інноваційних технологій в аграрний сектор України : матеріали міжнародної науковопрактичної конференції, м. Одеса, 27–28 лютого 2018 р. Хлібодарське, 2018. С.38–41.
38. Григоренко О. Сорго – досвід Африки і пустельного Техасу для півдня України / Куркуль. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу <https://kurkul.com/spetsproekty/275-sorgo-dosvid-afriki-y-pustelnogo-tehasu-dlyapivdnya-ukrayini>
39. Давиденко С., Рожков А. Зернова продуктивність волотей сорго за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим у Північному Степу України. Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій: матеріали XXIII міжнародного науково-практичного форуму. 4–6 жовтня, Львів. 2022. С. 207–210.

40. Давиденко С.Ю. Площа листя посівів сорго зернового за різних міжрядь та норми висіву насіння в Північному Степу України. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали VI-ї Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої ювілейним річницям професорів О.М. Можейка, В.В. Милого, Ю.В. Будьонного, І.І. Назаренка. 29–30 листопада, Харків. 2022. С. 97–100.
41. Давиденко С.Ю. Урожайність зерна гібридів сорго зернового різних груп стиглості за впливу норми висіву насіння та ширини міжрядь у Північному Степу України. Агробіологія. 2022. № 2(174). С. 27–36.
42. Давиденко С.Ю., Рожков А.О. Збереженість рослин сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норми висіву насіння. Матеріали підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького складу і здобувачів наукових ступенів 18–19 травня 2021 р. Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва. 2021. Ч. 1. С. 61–62.
43. Давиденко С.Ю., Рожков А.О. Урожайність зерна сорго за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим у Північному Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2022. № 1 (104). С. 18–29. DOI: 10.31210/visnyk2022.01.02
44. Давиденко С.Ю., Рожков А.О. Фотосинтетичний потенціал посівів сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норми висіву. Modern science: innovations and prospects: proceedings of XII International Scientific and Practical Conference. August 21-23, Stockholm, Sweden. 2022. P. 10–16.
45. Дьомін Д.Г., Кулик М.І., Михно Ю.В. Реалізація потенціалу насіннєвої продуктивності сорго багаторічного при застосуванні препарату «Агростимулін». Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 4. С. 13–23. DOI: 10.31210/visnyk2021.04.01

46. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
47. Каленська С.М., Найдено В.М. Урожайність сорго зернового залежно від ширини міжрядь і системи удобрення. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2018. № 26. С. 67–75.
48. Каленська С.М., Найдено В.М. Якісний склад зерна сорго залежно від елементів технології вирощування. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 105. С. 82–89.
49. Каражбей Г.М., Тегун С.В. Продуктивність сорго звичайного двокольорового (*Sorghumbicolor* L.) залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння. Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. 2012. № 14. С. 67–70.
50. Каталог сортів та гібридів ДУ Інститут зернових культур НААН України. Науково-методичні рекомендації. Черчель В.Ю., Дзюбецький Б.В., Кирпа М.Я., Гирка А.Д., Прядко Ю.М. й інші. 2021. 131 с.
51. Луцько Г. Вибираємо гібриди сорго. Юкі / Пропозиція. 2019. № 10. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу <https://propozitsiya.com/ua/vybyrayemo-gibrydy-sorgo-yuki>.
52. Макаров Л.К. Соргові культури: монографія. Інститут землеробства південного регіону УААН. Херсон: Айлант. 2006. 264 с.
53. Макаров Л.Х., Скорий М.В. Соріз (технологія, селекція, насінництво, переробка): монографія. Херсон: Айлант, 2009. 224 с.
54. Найдено В.М. Продуктивність гібридів сорго зернового залежно від ширини міжряддя та удобрення в умовах Лівобережного Лісостепу України. дис. канд. с.-г. наук, спеціальність 06.0.09 – рослинництво. Київ. 2020. 179 с.

55. Правдива Л., Федорук Ю. Формування показників структури врожайності сорго зернового залежно від способу сівби насіння та густоти стояння рослин у Правобережному Лісостепу України. Новітні технології в АПК: дослідження та управління. 2021. Вип. 28 (42). С. 215–223. DOI: 10.31473/2305- 5987-2021-1-28(42)-18
56. Присяжнюк О.І., Сторожик Л.І. Екологічна пластичність сортів сорго зернового. Новітні агротехнології. 2019. №7. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/vie>
57. Проект програми збільшення виробництва зерна сорго та оптимізації ресурсного забезпечення технологій вирощування. А.В. Черенков, М.С. Шевченко, Б.В. Дзюбецький [й ін.]. Дніпропетровськ. 2012. 26 с.
58. Рожков А.О., Давиденко С.Ю. Біологічна врожайність зерна сорго зернового за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим. Modern development of science and the latest perspectives: proceedings of the XXXII International Scientific and Practical Conference. August 16–19, Vancouver, Canada. 2022. P. 27–33.
59. Рожков А.О., Давиденко С.Ю. Польова схожість насіння і виживаність рослин сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норми висіву насіння. Вісник ХНАУ: Сер. «Рослинництво, селекція і насінництво, плодово-овочівництво». 2020. № 1–2. С. 73–84.
60. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. й ін. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник. Харків: Майдан, 2016. Кн. 1. 300 с.
61. Свиридова Л.А. Вплив норми висіву насіння та способу сівби на мінливість біологічної урожайності зерна гібридів сорго зернового. Scientific Journal «ScienceRise». № 9 (38). 2017. С. 19–23. DOI: 10.15587/2313- 8416.2017.111031

62. Свиридова, Л. А. (2017). Вплив норми висіву насіння та способу сівби на мінливість біологічної урожайності зерна гібридів сорго зернового. *ScienceRise*, 9(1 (38)), 19-23.
63. Сидоренко В., Малярчук В. Вирощування сорго в південному Степу. Пропозиція, 2020. № 6. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу <https://propozitsiya.com/ua/vyroshchuvannya-sorgo-v-pivdennomu-stepu>
64. Сорго зерновое Флагг. [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://dacha-dacha.ru/sorta/sorgo-zernovoe/flagg>
65. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти: рекомендації А.В. Черенков, М.С. Шевченко, Б.В. Дзюбецький та ін. Інститут сільського господарства степової зони НААНУ. Дніпропетровськ, 2011. 65 с.
66. Столяр С. Г., Бардін Я.Б. Сорго – культура великих можливостей. Трофологія (вчення про закономірності живлення біоти та правильного харчування людей) – новітній міждисциплінарний напрям в Україні. 2019. с. 94–97.
67. Сучек, М. М., Дерев'янський, В. П., & Степанчук, Т. В. (2015). Екологічна безпека за вирощування сорго зернового в умовах Поділля. *Корми і кормовиробництво*, (80), 108-114.
68. Танчик С.П., Мокрієнко В.А., Скалій І.М. Новітні елементи в технологіях вирощування сорго. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2009. № 10. С. 48–53.
69. Фадєєв Л. Перспективний ринок сорго. 2021 URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7957-perspektyvnyi-svitovyi-gynoksorho.html>
70. Федорчук М., Коковіхін С., Каленська С. та ін. Агротехнологічні аспекти вирощування енергетичних культур в умовах півдня України: навч. посібник. Херсон : ФОП Бояркін Д.М., 2017. 160 с.

71. Федорчук М., Коковіхін С., Каленська С. та ін. Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування еколого-безпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України: монографія. Херсон : ФОП Бояркін Д. М., 2017. 160 с.
72. Черенков А.В., Остапенко М.А., Самойленко А.Т. Сорго на зерно в умовах Південного Степу України. Агроном. 2006. № 3. С. 36–38.
73. Чернова А.В., Гамаюнова В.В., Коваленко О.А., Корхова М.М. Вміст сухої речовини в зеленій масі сорго цукрового залежно від сортових особливостей, норм висіву, біопрепарату та мікродобрих в умовах Південного Степу України. Зрошуване землеробство. 2020. Вип. № 73. С. 208–219.