МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

«____» _____ 2023 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 25 м-а
спеціальності 201 Агрономія
ЗУБКО Віталій Олександрович

Керівник: канд. с.-г. наук, доцент,
КЛИМОВИЧ Павло

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП 4
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ НОРМ ВИСІВУ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ СОРГО ЗЕРНОВОГО (огляд літератури) 6
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ 14
2.1. Ботанічна і біологічна характеристика сорго зернового 14
2.2. Особливості гібриду Спринт 2 17
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 18
3.1. Характеристика ґрунту 18
3.2. Погодні умови 19
3.3. Схема досліду 24
3.4. Агротехніка вирощування сорго зернового в досліді 25
3.5. Методика проведення досліджень 26
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО 28
4.1. Вплив норм висіву насіння на коефіцієнт кущіння рослин середньостиглого гібриду сорго Спринт 2 28
4.2. Схожість насіння сорго та формування густоти посівів під впливом норм висіву 30
4.3. Динаміка наростання листкової поверхні сорго зернового залежно від норм висіву 33
4.4. Структура врожаю сорго зернового за різних норм висіву 37
4.5. Урожайність сорго зернового залежно від норм висіву 40
4.6. Вплив норм висіву на показники якості зерна сорго 42
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗА РІЗНИХ НОРМ ВИСІВУ 45
РОЗДІЛ 6. ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО В УМОВАХ ННВВ УНУС 48
ВИСНОВКИ 51

ДОДАТКИ 53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 55

ВСТУП

Україна відзначає благо приємну ситуацію на ринку сорго. Протягом поточного маркетингового року ціни на сорго, порівняно з іншими зерновими культурами, залишалися високими. Наприклад, у жовтні-листопаді 2021 року, 1 тонна сорго коштувала від 1,6 до 1,7 тис. грн. Проте на початку травня закупівельна ціна збільшилася до 1,8 тис. грн/т. Цінові тенденції для сорго, схожі на кукурудзу, визначаються світовими ринковими цінами і ймовірно залишатимуться на високому рівні [1].

У сільськогосподарських підприємствах все більше приділяється уваги сорго. Ця культура має вражаючу стійкість до високих температур і посушливих умов, здатна розвиватися та давати хороший урожай навіть при обмеженому зволоженні та температурі повітря до 45°С. Сорго є цінним ресурсом для сільськогосподарських підприємств, які займаються тваринництвом. По своєму хімічному складу та харчовій цінності, зерно сорго можна порівняти з ячменем і кукурудзою. У 100 кг зерна сорго міститься 119–120 кг кормових одиниць та приблизно 1100 МДж обмінної енергії, що перевищує харчову цінність зерна ячменю на 3,4% і кукурудзи на 4,5%. Вміст перетравного протеїну в зерні сорго перевищує вміст у кукурудзі на 5,2%, а жиру більше, ніж у ячмені, на 21,4%.

Один з позитивних аспектів сорго у порівнянні з ячменем і кукурудзою полягає в меншому вмісті сирої клітковини (на 30,6% і 10,5% відповідно), що сприяє його кращій перетравлюваності у тілі сільськогосподарських тварин [2, 3]. Високий вміст цукру в сорго також має значення для перетравлення корму, особливо для жуйних тварин. Проте, згідно з даними Організації Об'єднаних Націй з продовольства і сільського господарства (ФАО ООН), перетравлюваність поживних речовин у сорго становить 95% порівняно з кукурудзою. Це пов'язано з тим, що насіння сорго має більш щільну оболонку, яка менш піддається впливу ферментів. Проте, традиційні види сорго з насінням жовтувато-коричневого, чорного або червоного кольору

містять від 0,02 до 0,52% дубильних речовин, відомих як таніни, які надають зерну гіркий, ледь гіркуватий смак. Сгущені таніни мають здатність утворювати міцні зв'язки з біополімерами, що призводить до недоступності білків і вуглеводів для травних ферментів. Навіть гідролітичні ферменти можуть бути зв'язані, погіршуючи процес травлення. Однак, оскільки оболонка зерна становить лише 6-8% його маси, таніни не впливають на кормову цінність зерна [4].

Отже, в перспективі спостерігається тенденція до зростання обсягів виробництва сорго. За даними регіонів, при врахуванні втрат від посіву озимини, площа під посівами цієї культури може сягнути 184 тис. га. Прогнозується, що у поточному році площа, з якої буде зібрано врожай зерна, складе 165 тис. га, враховуючи попередні втрати посівів сорго. За врожайністю 25 ц/га можна очікувати отримання приблизно 413 тис. тонн зерна. Більш того, у майбутньому вітчизняні аграрії планують значно збільшити обсяги виробництва сорго.

Під час реалізації вирощування зернового сорго стикаються з численними проблемами. Одним з основних факторів, який ускладнює розповсюдження цієї культури в сільському господарстві, є відсутність науково обґрунтованих рекомендацій з агротехніки щодо вирощування нових сортів і гібридів зернового сорго. Всі ці факти свідчать про актуальність даної проблематики і необхідність її експериментального вирішення.

РОЗДІЛ 1
ВПЛИВ НОРМ ВИСІВУ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ СОРГО ЗЕРНОВОГО (огляд літератури)

Деякі керівники й фахівці звикли використовувати кукурудзу, переважно через її низькі вимоги до зовнішніх умов і методів вирощування: посіяли, обробили, виростили, але отримали невеликий врожай. У той час, як сорго, яке є більш стійким і приносить більш високі врожаї, є культурою з дрібними зернами, що потребує уваги та догляду.

Варто відзначити, що зерно сорго має той самий хіміко-біологічний склад, що і зерно кукурудзи, а за деякими показниками навіть перевершує його. Тому, сорго може бути використане замість кукурудзи в багатьох галузях [5].

За даними, що були представлені, можна зробити висновок, що сорго можна вважати "кукурудзою невеликих розмірів". Крім того, низькі витрати на вирощування сорго безперечно дають йому значну перевагу. Варто пам'ятати, що успішний урожай сорго залежить від різних аспектів агротехніки, а одним з них є оптимальна норма висіву насіння.

У процесі вирощування сорго зернового, важливим аспектом є вибір найефективнішого методу сівби та оптимальної густоти стеблостою, що залежить від морфобіологічних характеристик сортів та гібридів. Це має вирішальне значення для отримання високих врожаїв. Методи сівби та густота посадки рослин тісно пов'язані з такими фізіологічними функціями, як мінеральне живлення, транспірація, фотосинтез, дихання та водопоглинання. Крім того, ці фактори мають значний вплив на мікроклімат у посівах, біологічні процеси в ґрунті, а також на поширення хвороб і шкідників. Змінюючи розмір і форму площі живлення, можна регулювати процеси, такі як розгалуженість рослин, швидкість дозрівання та його рівномірність [6].

Оптимальне розташування рослин на території є важливою умовою для

досягнення високих і стабільних врожаїв у сільськогосподарському секторі. Сорго - гнучка культура, яка забезпечує достатньо великі зернові врожаї на різних площах і конфігураціях. При розміщенні обмеженої кількості рослин на одиницю площі, сорго активно кущиться, утворюючи значні колоски і, завдяки цьому, забезпечуючи високий урожай. Загущення посівів призводить до помітного послаблення розрахунку, зменшення ваги зерна, отриманого з кожного колоска, але це не знижує врожайність завдяки збільшенню кількості продуктивних колосків на одиницю площі. Ця реакція сорго на зміну розміру і форми розташування поживних речовин обумовила різноманітність рекомендованих методів сівби і густоти розташування рослин [7].

Дослідження вчених підтверджують, що ефективність висіву сорго в першу чергу залежить від мети вирощування, а також від швидкості росту сортів і гібридів, а також конкретної регіона [8].

У своїх роботах О.М. Лапа і В.А. Фараонов вказують, що оптимальна щільність посадки сорго зернового залежить від регіону вирощування та швидкості росту гібридів. Вона повинна складати: для південного, центрального і північного степу - 140-180 тис./га (середньоранні гібриди), 120-170 тис./га (середньостиглі гібриди), 100-160 тис./га (середньопізні гібриди). У Лісостепу східного (лівобережного) рекомендується використовувати щільність посадки в межах 160-180 тис./га (для середньоранніх гібридів), 150-170 тис./га (для середньостиглих гібридів) і 140-160 тис./га (для середньопізніх гібридів).

У своїх дослідженнях, у статті Ю.Н. Сідорова [10], зазначається, що при вирощуванні сорго для отримання насіння, рекомендована густина посіву становить від 90 до 120 тисяч рослин на 1 гектар. Хоча в цьому випадку врожайність зерна при такій нормі буде на 2-4 центнера на гектар менша, ніж при густоті 150-180 тисяч рослин на 1 гектар, але абсолютна маса насіння буде вищою на 13-15%. Щодо вирощування сорго для використання як кормової культури, оптимальна норма висіву становить 150-180 тисяч рослин

на 1 гектар для отримання зерна-силосу, та 210-220 тисяч рослин на 1 гектар для отримання сіна та зеленої маси.

Дослідження О.Г. Рубана [11], проведені в умовах Донецької області, виявили деякі відмінності у густині розташування рослин. Згідно з його результатами, для гібриду Россорго 4 оптимальна густота рослин на площі 1 га при звичайному методі сівби повинна становити не менше 500 тис. рослин на гектар, а при широкорядному - 300 тис. рослин на гектар.

В дослідах проведених Л.Х. Макаровим [12] на півдні України, вивчався вплив удобрення і густоти стояння рослин на урожайність гібриду сорго Степовий 5. В результаті досліджень вчений встановив, що при зрошенні на темно-каштанових ґрунтах оптимальною густота стояння рослин для високорослих сортів і гібридів типу Степовий 5 буде 200 тис. на 1 га при ширині міжрядь 70 см і внесенні $N_{120}P_{90}$. Для більш низькорослих сортів і гібридів кращою буде густота стояння – 500 тис./га, при ширині міжрядь – 45 – 60 см і такій же нормі удобрення.

Т.М. Тришина і Н.Н. Докіна (13) підтвердили значний вплив норми посіву на врожайність сорго зернового у своїх дослідженнях. Вчені зауважують, що спостереження за зміною окремих компонентів структури рослини сорго зернового Камишинське 75 показали, що зі збільшенням густоті розміщення рослин висота і маса зменшуються. Протягом шести років досліджень було встановлено, що оптимальна щільність посіву сорго для кормових цілей (зернофураж) повинна становити 150 – 180 тис. рослин на гектар, а для насіння - 90 - 120 тис. рослин на гектар.

Деякі інші дослідники, які вивчали оптимальні параметри висіву різних сортів сорго зернового, також стверджували, що найвищий врожай (4,1 – 4,59 т/га) було досягнуто при вирощуванні сорго зернового з міжряддям 45 см та нормою висіву 400 тис. насінин на 1 га [14–16].

Інший підхід запропонував П.М. Шорін [17], який досліджував різні сорти та гібриди сорго зернового. Автор зазначає, що в умовах передгір'я Північного Кавказу для отримання високих і стабільних врожаїв зерна сорго

необхідно висівати його з нормою від 180 до 200 тис. шт./га.

Досліджуючи результати наукових вивчень, що відбулися в південному Степу України на полях Геніченської дослідної станції, які були проведені з метою аналізу впливу густоти розташування рослин та методів посіву на врожайність зерна різних сортів та гібридів сорго, було встановлено, що гібриди і сорти демонструють найбільшу площу листя на одній рослині при густоті 60 тисяч рослин на гектар, тоді як мінімальна площа спостерігається при густоті 140 тисяч рослин на гектар. Загальна площа листя на один гектар показує зворотню тенденцію і досягає максимального значення на більш густо засіяних ділянках (140 тисяч рослин на гектар). При збільшенні густоті посівів сорго зернового від 60 до 120 та 140 тис/га, без врахування розмірів проміжків між рядами, спостерігається поступове зростання продуктивності зерна цієї культури [18]. Гібрид Геніческий 5/11 (75,7 ц/га) забезпечує найвищий врожай зерна при густоті стояння рослин 140 тис/га та розмірі міжряддя 30 см. Сорт Перлина (круп'яне сорго) демонструє найвищу урожайність при густоті стояння рослин 120–140 тис/га та розмірі міжряддя 30 см (54,0–55,5 ц/га).

Дослідження Т.М. Тришини та Н.Н. Докіно [19] підтверджують вагому роль, яку відіграє норма висіву у впливі на врожайність сорго. Вчені відзначають, що спостереження за структурою зернового сорго Камишинське 75 свідчать про зниження висоти та маси рослини при збільшенні густоти стояння рослин. Результати шестирічних досліджень вказують на необхідність застосування густоти посіву для фуражного використання (зернофураж) на рівні 150–180 тисяч рослин на гектар, а для насіння – в діапазоні 90–120 тисяч рослин на гектар.

Під час вивчення впливу різних методів і густоти посіву на врожайність зернового сорго сорту Харчове 614 в умовах Саратовської області, дослідники (Царьов і його колеги, [20]) виявили, що зі збільшенням норми висіву з 100 – 150 тис/га до 300 –350 тис/га насіння сорго втрачало свою полярну подібність. У разі широкорядного методу сівби, оптимальною

густотою рослин на 1 гектарі для сорту Харчове 614 було 200 – 250 тис.

У своїх дослідах дослідник І.С. Вернидубов [21] разом з іншими науковцями висловлював твердження, що норма посіву має значний вплив на зріст і розвиток сорго зернового. Отримано найвищий урожай зерна (83,4 – 83,9 ц/га) і накопичення сухої речовини, коли сорго вирощувалося з густотою посадки 500 тис/га і міжряддям шириною 45 см [22].

В проведених дослідах, які були здійснені групою дослідників, на чолі з Н.А. Ключніковим [23], вивчався вплив двох факторів - норми висіву насіння та ширини міжряддя - на урожайність сорго зернового. В результаті досліджень було доведено, що вибір методу сівби залежить від зони вирощування. Так, у зоні з широкорядним способом сівби, ширина міжряддя складає 70 см, а норма висіву становить від 300 до 400 тисяч насінин на гектар. У той же час, у звичайній рядковій системі сівби, міжряддя становить 15 см, а норма висіву насіння коливається від 600 тисяч до 1 мільйона на гектар.

У своїх дослідженнях, Е.К. Вахопський [24] встановив, що для досягнення високої врожайності фуражного зерна сорго в умовах Ставропольського краю необхідно здійснювати посіви у період з 25 квітня до 15 травня, використовуючи широкорядний або звичайний рядковий метод з висівною нормою від 300 до 500 тисяч насінин. При використанні суцільного методу посіву рекомендується висівати від 0,7 до 1,2 мільйонів схожих насінин на 1 гектар.

Під час проведення експериментів на експериментальному полі ВНІІОЗ, спрямованих на розробку технології енергозбереження для вирощування сорго, авторами Ю.Л. Даниленком та А.Г. Болотіним [25], були використані наступні кількості насінин на 1 га: 300, 350 та 400 тис. одиниць. В результаті проведених досліджень було доведено, що найкращі врожайність зерна була отримана при висіві з нормою 350 тис./га схожих насінин. Незважаючи на зниження продуктивності окремої рослини внаслідок збільшення густоти посіву на одиницю площі, протягом досліджуваних років було зафіксовано

найвищий врожай зерна (53,6 ц/га). Автор вказує, що цей результат було досягнуто за умов норми висіву 300 тис. насінин на 1 га. Зазначимо, що в середньому за період досліджень було отримано найвищий урожай зернових культур.

У підтвердження отриманих результатів щодо впливу норми висіву та обробітку ґрунту на врожайність сорго зернового, проведені Г.А. Медведєвим та А.М. Кулешовим [26], дослідження у Волгоградській області виявили, що найвищий врожай зерна був спостережений при висіві насінин з нормою 350 тис/га для всіх досліджуваних сортів. Зміна густоти стояння рослин, незалежно від напрямку, призводила до значного зменшення врожаю.

Дослідження, проведені А.П. Царьовим та його колегами [27], розглядали вплив ширини міжряддя та норми висіву на врожайність сорго зернового сорту "Карлик 4". Результати досліджень за три роки показали, що найбільший врожай, досягнутий середньо, становив 2,25 тонни на гектар і був отриманий на варіанті з міжряддям 30 сантиметрів та нормою висіву 200–250 тисяч штук на гектар. Найменший врожай, 1,62 тонни на гектар, був зафіксований на варіанті з міжряддям 70 сантиметрів та густотою стояння 100–150 тисяч штук на гектар. Також було отримано високі показники врожайності на варіанті з міжряддям 15 сантиметрів і нормою висіву 100–150 тисяч штук на гектар.

В ході досліджень в рамках чорноземної зони Волгоградської області було проведено експерименти з метою визначення оптимальної щільності посіву рослин сорго сорту Волгоградське 20, яка дозволить максимально реалізувати їх потенціал. Дослідник Л.П. Тохтаров [28] отримав наступні результати: зі зростанням щільності посіву на 1 га від 118,9 до 220,7 тис. одиниць, відбувалися такі зміни: зниження висоти рослин сорго на 1,9–6,1 см, зменшення товщини стебла на 0,01–0,17 см, зменшення кущистості однієї рослини на 0,15–0,51 штук, скорочення площі листової поверхні однієї рослини на 13,5–83,9 см2, скорочення довжини мітелки на 0,1–3,5 см та

зниження кількості мітелок у врожаї на 0,3–6,4%.

Протягом трьох років найбільший результат вирощування зеленої маси (158,0 ц/га) та сухої речовини (52,7 ц/га) був досягнутий у варіанті, де було висаджено 201,1 тис. рослин на гектар (384,5 тис. схожих насінин). Зворотна ситуація спостерігалась у варіанті з меншою густотою стояння рослин, де на гектар припадало 118,9 тис. рослин (249,4 тис. схожих насінин).

Вплив густоти стояння рослин та методу сівби на зріст та розвиток рослин був розглянутий у дослідженнях В.І. Бескровного [29]. Дослідник встановив, що оптимальною густотою рослин, яка забезпечує максимальний урожай, є 200 тис. насінин на 1 га для сорго зернового.

Дослідження О.Г. Рубана [30], проведені в Донецькій області, показали відмінності в густоті розташування рослин. Вчений зазначив, що для гібриду Россорго 4 оптимальна густота посіву на одному гектарі становить не менше 500 тис./га при вузькорядному способі сівби і 300 тис./га при широкорядному. Зазначена рекомендація відрізняється від результатів інших досліджень.

У проведених дослідах в Саратовській області встановлено, що збільшення норми висіву сприяє зростанню висоти рослин і зменшенню діаметра стебла сорго [31]. Це явище пояснюється зменшенням площі живлення окремої рослини і загостренням конкуренції між рослинами сорго за світло, вологу і поживні речовини. У результаті досліджень було встановлено, що найбільша площа листків досягала 18,0 тис. м2/га при висіві 400 тис. подібних насінин на гектар, тоді як найменша площа складала 13,5 тис. м2/га при нормі висіву 100 тис. насінин. Найефективніше використання фондів аграрного розвитку та отримання найкращого урожаю були зафіксовані при нормі висіву 200 тис. подібних насінин на гектар.

У ході досліджень низькорослого середньостиглого сорту цукрового сорго під назвою Ставропольське 63 в Ставропольському краї, Е.К. Вахопський [32] відмітив, що польова схожість насіння даного сорту проявлялася на високому рівні. Проте, зі збільшенням норми висіву, ця

схожість знижувалась у середньому з 84,9% до 74,9%. Збільшення норми висіву також призводило до значного зменшення маси мітелки і зерна в ній, а також числа зерен в мітелці. Це несуттєво впливало на масу 1000 зерен і, в свою чергу, спричиняло зростання висоти рослин.

У проведених дослідах Л.Х. Макаровим [33] на півдні України було досліджено вплив удобрення та густоти розміщення рослин на врожайність гібриду сорго під назвою Степовий 5. За результатами досліджень були отримані наступні висновки: при зрошенні на темно-каштанових ґрунтах оптимальна густота розміщення рослин для високорослих сортів і гібридів, таких як Степовий 5, складає 200 тис. на 1 га, при ширині міжряддя 70 см і внесенні N120P90. Для низькорослих сортів і гібридів рекомендована густота розміщення - 500 тис./га, з шириною міжряддя 45-60 см і такою ж нормою удобрень.

Отже, дослідження літературних джерел підтверджує різноманітність та суперечливість думок щодо оптимального вибору норми висіву рослин у вирощуванні сорго зернового. Це пояснюється фактом, що різні сорти і гібриди сорго вирощуються в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Таким чином, наша мета полягає у визначенні оптимальної норми висіву насіння середньостиглого гібриду сорго під назвою "Спринт 2" в умовах Правобережного Лісостепу України з метою досягнення максимальної врожайності зерна та високої якості продукції.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ботанічна і біологічна характеристика сорго зернового

Група рослин сорго (Sorghum Moench.) включає в себе різноманітні види, яких, згідно з різними джерелами, налічується від 34 до 50. Серед них можна знайти як дикий, так і культурний рід сорго, а також однорічні та багаторічні представники. В Україні зустрічаються два види культурного сорго: сорго звичайне (S. vulgare Pen.) (2n-20) і сорго трав'янисте, також відоме як суданська трава (S. sudanense Pers.) (2n-20). Сорго звичайне є однорічною трав'янистою рослиною.

Коренева система розвинена добре, здатна проникати в ґрунт на глибину до 3 метрів і розширюватися в боки на 100–120 сантиметрів. Крім первинних і вузлових підземних коренів, сорго також може формувати повітряні корені з нижніх надземних вузлів.

Стебло - це гнучкий центральний вузол соломини, що має різний розмір залежно від висоти рослини. У низькорослих форм його довжина не перевищує 1 метра, тоді як у високорослих форм може досягати 3,5 метра (у тропіках - навіть 5-7 метрів). Діаметр стебла коливається від 1 до 5 сантиметрів і може мати фіолетове забарвлення. Кількість міжвузлів на стеблі змінюється від 5-9 до 25, залежно від його висоти. У період дощів стебла можуть розгалужуватися. Сорго має властивість компактно рости, а в умовах сприятливого літа може утворювати навіть до 5-6 стебел.

Листки великі, з довгим листочком і без вушок. Їх завдовжки від 50 до 100 сантиметрів, а ширина пластинки може коливатися від 1 до 6 сантиметрів, у окремих варіаціях навіть до 10 сантиметрів і більше. Вони покриті восковим нальотом і часто мають фіолетове забарвлення.

Суцвіття - стиснута або розлога волоть, ось якої може мати різну

довжину - 40-50 см для довгих, 15-25 см для середніх і 3-5 см для коротких; може бути прямою або зігнутою; при гілкуванні формує бічні гілки перших, других і наступних порядків. На кінцях гілочок розташовуються два-три одноквіткових колоски, з яких один - сидячий двостатевий, родючий, а інші - безплідні, чоловічі або стерильні. Значна частина чоловічих колосків опадає після цвітіння.

Луски плодоносних колосків сорго характеризуються великою щільністю, шкірястим виглядом та глянцевою поверхнею. Вони можуть бути голі або опушені, широкі і частково або повністю закривати зернівку. Квіткові частини сорго представлені тонкоплівчастими структурами, при цьому нижня частина квітки може мати ости. Сорго є факультативною перехреснозапильною рослиною.

Зернівки сорго можуть бути голими або плівчастими і мати округлу, овальну, видовжено-овальну або яйцеподібну форму. Щодо забарвлення, вони можуть бути білими, жовтими, коричневими або чорними. Маса 1000 зерен сорго знаходиться в діапазоні від 20 до 40 грамів.

Утворення сходів рослин середньостиглих сортів сорго спостерігається через 10–15 днів після висіву, а кущіння відбувається після 25–30 днів. Фаза виходу ростків починається після 40–50 днів, а викидання колосків відбувається через 55–65 днів. Цвітіння настає протягом 5–6 днів після викидання колосків. Фаза формування, наливання і дозрівання зерна триває від 30 до 50 днів. Тривалість вегетаційного періоду залежить від швидкості росту сорго і коливається від 90 до 145 днів.

Період спокою зерна сорго дуже короткий, оскільки воно може проростати майже безпосередньо після збирання.

Сорго - рослина, що вимагає короткого світлового дня і проявляє найбільшу теплолюбність серед хлібних культур. Мінімальна температура для проростання становить 10-15°C, а оптимальна - 25-30°C. Молоді рослини сорго постраждають від невеликих короткочасних

заморозків. Для цвітіння необхідна мінімальна температура 14-15°С, а для досягнення повної зрілості - 10-12°С. Загальна сума активних температур, необхідна для завершення вегетаційного періоду, становить 2250-2500°С.

Лідерство серед хлібних культур займає сорго через його стійкість до посухи і високої теплостійкості. Ця рослина процвітає при температурі 30–35°С і може перенести навіть спеку в 40°С. Коефіцієнт транспірації сорго становить 180–200. Під час спеки листки сорго здатні проводити фотосинтез довше, ніж листки кукурудзи, але при сильному теплі та недостатку вологи вони скручуються, що призводить до припинення росту рослин. Однак після дощів рослини швидко відновлюють свій ріст. Застосування зрошення значно підвищує врожайність сорго. В початковій стадії вегетації сорго росте повільно і має схильність до пригнічення бур'янами. Коли його косять у ранні строки, воно добре відростає, і зрошування дозволяє зібрати 2–3 врожаї з однаковою врожайністю [34].

2.2. Особливості гібриду Спринт 2

Сорт Спринт 2 - гібрид, що належить до середньостиглого типу (від сходів до повної зрілості пройде 110-120 днів). Його характеризують короткі, але міцні стебла інтенсивного типу, рослини мають рівну висоту і досягають повної зрілості одночасно. Він також має властивість бути стійким до посушливих умов. Висота рослин становить 115-120 см, а кількість листків - від 12 до 14. Також варто відзначити його великий потенціал для утворення кущів. Оригінатором цього сорту є Річардсон Сід з США.

Зерно має округлу форму, коричневий відтінок, восковидну структуру та відсутність плівок і таніну, а також проявляє високу здатність до вимолачування. Луски колоска мають темно-коричневий колір і слабку опушеність, колоски же розташовані безпосередньо один поруч з іншим, утворюючи гроновидну структуру. Він особливо підходить для використання на територіях з сухим і теплим кліматом, а також на полях, що зрошуються. Крім того, цей гібрид є стійким до захворювань, таких як сажка і гельмінтоспоріоз, а також до проблеми обсипання та полягання. Зерно гібриду Спринт 2 вважається найкращою сировиною для виробництва крохмалю і спирту, оскільки містить від 64% до 74% крохмалю і від 10% до 12% протеїну.

Високоврожайний. Високі показники врожайності були зафіксовані під час проведення конкурсного дослідження, де середній врожай зерна складав 50–90 ц/га. Зафіксована потенційна врожайність становить 130 ц/га. Маса 1000 насінин складає 34 г. Рекомендовано вирощувати цей культурний сорт в Степу та Лісостепу України. Найкращим варіантом посіву є широкорядний спосіб з міжряддям 45–70 см, густотою стояння рослин 130-150 тис. шт./га і нормою висіву 5,1 кг/га.

Гібрид Спринт 2 був включений до Державного реєстру сортів рослин України ще в 2005 році [35].

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту

Дослідження, спрямовані на аналіз особливостей формування врожаю та якості насіння сорго зернового, були проведені на полі дослідної сівозміни, що використовується кафедрою рослинництва. Зазначена сівозміна характеризується наявністю опідзоленого важкосуглинкового чорнозему на лесі.

З точки зору своїх ознак та властивостей цей ґрунт можна вважати проміжним між темно-сірими лісовими ґрунтами та типовими чорноземами, що дозволяє віднести його до категорії опідзолених ґрунтів за сучасною класифікацією.

Ґрунтові утворення даного типу охоплюють приблизно 16% площі Лісостепу України і розповсюджені на правобережній його території [36]. Вони мають рівномірний гранулометричний та хімічний склад за профілем, з високим вмістом розчинних солей, характерною ілювіальною розподіленістю карбонатів і значним накопиченням поживних елементів у гумусовому шарі. Важливою особливістю цих ґрунтів є глибоке проникнення карбонатів на глибину 115–120 см.

Характеристики гумусу в цих ґрунтах зазнають змін залежно від глибини. У верхньому шарі гумусованість має відносно однорідну структуру, але різко зменшується на глибині 50–70 см. Орний шар дослідного поля містить 3,31% гумусу. Ступінь насиченості профілю ґрунту заснований на значеннях, що коливаються в діапазоні від 89% до 92%, реакція ґрунтового розчину є середньо-кислою (pH 5,5), гідролітична кислотність складає 1,93–2,26 смоль/кг ґрунту, вміст рухомих сполук фосфору та калію (за методом Чирикова) становить 116–128 мг/кг ґрунту, а

вміст азоту сполук, які піддаються лужногідролізу (за методом Корнфілда), складає 96 мг/кг ґрунту.

Тому, цей ґрунт володіє високою поживністю і є придатним для культивування всіх категоризованих сільськогосподарських рослин, включаючи сорго зернове.

3.2. Погодні умови

Клімат на території області характеризується помірно-континентальним характером, і його основні погодні елементи відповідають підзоні з незначною зволоженістю. За даними Уманської метеостанції, яка знаходиться у районі дослідного поля, середня температура у січні становить приблизно мінус 5,7°С, у липні - плюс 19,0°С. Середньорічна температура повітря приблизно складає 7,4°С. У окремі роки спостерігається значне відхилення температур від багаторічних середніх значень.

У середньому протягом вегетаційного періоду випадає 292 мм опадів, але їх розподіл упродовж часу неоднаковий. Гідротермічний коефіцієнт, в середньому, становить 1,18, хоча він значно змінюється в різні роки та періоди рослинної вегетації. Сумарна річна температура, яка перевищує плюс 10°С, складає 2630°С. Відрізок часу з середньодобовою температурою вище плюс 5°С триває від 205 до 215 днів, тоді як з температурою вище плюс 10°С - від 160 до 170 днів.

Загалом, вегетаційний період триває 205 днів, а період активної вегетації з повітряною температурою вище 10°С - 160-165 днів.

У зимовий період погодний режим наступає при переході середньодобової температури через позначку 0°С, що зазвичай спостерігається наприкінці листопада. Часто початок зими характеризується нестабільною погодою, з частими змінами від морозів до

танення снігу і частим таненням снігового покриву. В більшості років зима має помірно теплий характер. З формуванням снігового покриву на полях можна очікувати в середньому від 13 до 22 грудня. Середня товщина снігового покриву на відкритих місцевостях зазвичай не перевищує 7-9 см. Проте, іноді товщина снігового покриву може досягати 26-50 см, а інколи його взагалі не буває. Танення снігу зазвичай відбувається протягом першої половини березня. У зимовий період переважає хмарна погода з частими, але незначними опадами. Випадіння опадів у холодний сезон становить приблизно 10-130 мм або 20-25% річної кількості опадів.

Початком періоду весняного сезону вважається момент сталого переходу середньодобової температури повітря через 0°С. Загалом, цей часовий проміжок припадає на 15 – 20 березня. Характерною рисою весни є інтенсивне зростання температури. У першій декаді квітня відбувається зміщення середньодобової температури повітря до позначки плюс 5°С, а наприкінці квітня вона переходить через позначку плюс 10°С. Весною часто спостерігаються повернення холоду, коли вже в травні і навіть на початку червня температура часто знижується до рівня заморозків.

Початком літнього періоду вважається момент, коли середньодобова температура повітря перетинає позначку плюс 15°С. Літо розпочинається у середині травня і триває до середини вересня. У травні-червні середня температура становить від 18 до 21 градуса Цельсія, а в липні-серпні - від 23 до 25 градусів Цельсія. В окремі роки можна спостерігати максимальну температуру плюс 38°С, але зазвичай середня температура влітку складає плюс 19°С. Однією з характерних рис літнього сезону є наявність сильних грозових дощів, які часто супроводжуються поривами вітру. У деякі роки влітку можуть виникати посушливі періоди, які спричинені тривалим бездощовим періодом та підвищеною температурою повітря, що призводить до виснаження ґрунтової вологості.

Після досягнення середньодобової температури повітря плюс 10°С,

настає осінній режим погоди, характеризуючийся нижчими температурами. Зазвичай цей період триває від другої декади вересня до 5 – 10 жовтня. В кінці жовтня настає похмура і дощова погода, коли середньодобова температура не перевищує плюс 5°С. Це ознака завершення вегетаційного періоду для сільськогосподарських культур.

Кліматичні умови проведених досліджень у 2023 році відповідали типовим параметрам для даної зони, і в певній мірі відрізнялися від середньорічних показників як для загального сільськогосподарського року, так і для окремих місяців (див. Таблицю 3.1). Варто відзначити, що вегетаційний період сорго у цьому році характеризувався значним дефіцитом вологи та високою температурою.

Таблиця 3.1

Метеорологічні умови за даними метеостанції Умань

Показник	Всього за с.-г. рік	Всього за вегетацію	Місяць				
			Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
Кількість опадів, мм							
2023 р.	584,0	258,8	45,7	24,2	69,4	28,9	90,6
Середньобагаторічна	633,0	331,0	55,0	87,0	87,0	59,0	43,0
Температура повітря, °С							
2023 р.	9,1	20,0	18,0	21,3	23,4	20,8	16,5
Середньобагаторічна	7,4	16,6	14,6	17,6	19,0	18,2	13,6
Відносна вологість повітря, %							
2023 р.	75	65	65	61	62	66	69
Середньобагаторічна	76	68	64	66	67	68	73

Так, середня температура в травні була вищою за середньобагаторічний показник на 3,4°С. Кількість опадів за цей місяць склала близько 83% від норми, а середньомісячна відносна вологість повітря становила 65%, що відповідає нормі. У червні середня температура перевищувала середньобагаторічний показник на 3,7°С. В цьому місяці випало дуже мало опадів - 24,2 мм або 28%, що менше норми приблизно в чотири рази. Середньомісячна відносна вологість повітря була нижчою за норму на 5%.

У липні було спекотно. Середня температура перевищувала середньорічні показники на 4,4°С, досягаючи 23,4°С (порівняно з 19°С). Варто зазначити, що кількість опадів в цьому місяці була на 17,6 мм меншою за норму.

Після надзвичайно спекотного липня, серпень був помірно прохолодним з середньою температурою 20,8°С, що перевищувала норму лише на 2,6°С. Кількість опадів була дуже низькою, складаючи лише 49% місячної норми. Загалом за період з червня по серпень було 122,5 мм опадів, що становило 53% від норми (233,0 мм).

У вересні виявлено також підвищений температурний режим, при якому температура повітря перевищувала норму на 2,9°С. Вологість повітря була трохи нижчою за норму, незважаючи на те, що сумарна кількість опадів у вересні перевищувала норму на 47,6 мм.

Порівняючи метеорологічні умови під час вегетаційного періоду сорго зернового в поточному дослідженні зі старішими даними, можна відзначити, що кількість опадів у травні-вересні склала 258,8 мм, що нижче встановленої норми 331 мм на 72,2 мм; середня температура повітря також перевищувала норму на 3,4°С, а відносна вологість повітря була на 3% нижчою від норми. З наведених характеристик метеорологічних умов можна зробити висновок, що вирощування сорго зернового та досягнення високих врожаїв у поточному дослідженні виявилися ускладненими у порівнянні зі старішими показниками.

3.3. Схема досліду

Дослідження, проведені у 2023 році, були проведені на дослідних ділянках навчально-науково-виробничого відділу університету садівництва Уманського національного університету.

Для досягнення поставлених цілей ми здійснювали польові експерименти, розробляючи схему на основі узагальнення наукових досліджень і виробничого досвіду.

Дослід з формування продуктивності сорго зернового в залежності від норм висіву був проведений відповідно до схеми, показаної в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Схема досліду з вивчення формування продуктивності посівів сорго зернового залежно від норм висіву

Назва гібриду	Норма висіву, тис. шт./га
Спринт 2 (середньостиглий)	150
	200 (контроль)
	250
	300

Площа посівної ділянки складала 81 м². Розміри цієї ділянки були 8,1 м шириною і 10 м довжиною. Облікова ділянка мала площу 50 м² і була використана повторно тричі. Розташування ділянок було послідовним. Для посіву використовувався гібрид сорго зернового під назвою "Спринт 2" з використанням широкорядного методу (міжряддя шириною 45 см) з дотриманням загальноприйнятої технології, що була вивчена у дослідженні [37]. Для контролю був використаний варіант, в якому сівбу проводили у першій декаді травня з нормою висіву 200 тис. шт./га.

3.4. Агротехніка вирощування сорго зернового в досліді

У зоні правобережного Лісостепу України широко застосовувалась агротехніка вирощування сорго зернового, яка була загальноприйнятою. Для цього використовувався гібрид сорго зернового, що належав компанії Спринт 2. У процесі вирощування цього гібрида застосовувалися різні види мінеральних добрив, зокрема аміачна селітра, суперфосфат гранульований і калій хлористий. Сорго зернове вирощували в рамках польової сівозміни, де попередником цієї культури була пшениця озима.

Першим агротехнічним заходом після збирання попередника було виконано розпушування стерні на два сліди, застосовуючи подальшу обробку (через 15 днів) з основним оранкою на глибину 20-22 см, включаючи внесення фосфорних і калійних добрив у дозі 50 кг/га для кожного елементу. У весняний період перед посівом проводили передпосівну культивацію, вносячи азотні добрива в дозі 90 кг/га.

У весняний період, коли ґрунт досяг фізичної стиглості, виконували боронування, глибоку культивацію (10-12 см) і передпосівну культивацію на глибину вкраплення насіння (5-7 см). Сівбу розпочинали відповідно до схеми досліду, розділяючи її на чотири етапи. Висівали гібрид широкорядним способом з міжряддям 45 см, використовуючи сівалку Клен-6 з такими нормами висіву: 150, 200, 250 і 300 тис. рослин на 1 га. Після посіву обов'язковим агротехнічним заходом було проведене коткування.

Для догляду за посівом під час вегетаційного періоду, було необхідно забезпечити чистоту від бур’янів. Тому було здійснено внесення ґрунтового гербіциду Харнес у кількості 2,0–3,0 л/га. Крім того, здійснювалась обробка проти гусениць совок і інших листогризучих шкідників за допомогою препаратів БІ-58 новий у концентрації 40% к.е. – 0,5 л/га і Золон у концентрації 35% к.е. – 2 л/га. Збір урожаю починався, коли зерно досягало повної стиглості (з середньою вологості 18%), і використовувався комбайн "Єнісей".

3.5. Методика проведення досліджень

Проведено польові експерименти, вибірка зразків рослин і грунту, зазначені спостереження та дослідження, були здійснені на польовій ділянці кафедри рослинництва, згідно з оновленими рекомендаціями, методичними вказівками і довідниками останніх років [38–40].

Під час проведення досліджень були виконані наступні виміри:

1. Для визначення кущистості було виконано підрахунок кількості стебел на 100 рослинах, проводячи цю процедуру тричі.

2. Густоту рослин вимірювали в двох окремих повтореннях, спочатку в фазі повних сходів, а потім в кінці вегетаційного періоду. Ця процедура також була повторена тричі.

3. Щоб визначити площу листкової поверхні, було виміряно (множили) максимальну ширину та довжину листка, а потім отримане значення помножили на коефіцієнт 0,75. Цей процес був проведений на 20 закріплених рослинах у двох окремих повтореннях.

Фотосинтетичний потенціал був обчислений за допомогою наступної формули:

$$ФП = \frac{T\ S_{ср}}{1000}, \text{ де}$$

T – тривалість періоду вегетації, днів;

$S_{ср}$ – середня площа листя за період вегетації, тис. $м^2$/га.

4. Для кожної ділянки польового досліду здійснювався реєстр врожайності зерна сорго, враховуючи вологість на рівні 14%. Також проводився аналіз структури зерна, де довжину, ширину волоті та вихід зерна з них вимірювали на 20 волотях кожного варіанту, повторюючи цей процес чотири рази.

5. Для визначення якісних характеристик зерна проводили аналіз вмісту протеїну та жиру.

Вміст протеїну визначався шляхом застосування формули:

$$X = 5{,}95\ X, \text{ де}$$

5,95 – коефіцієнт перерахунку загального вмісту азоту на протеїн;

X – масова частка азоту в сухій речовині, % (NO_3 – іонселективним електродом, NH_4 – з допомогою реактиву Неслера).

Вміст жиру у зерні було визначено шляхом застосування методу, що базується на розчиненні сирого жиру у органічних розчинниках. Екстрагування жиру проводилося за допомогою бензину, а потім зважувалась маса отриманого безжирного залишку. Аналіз проводили на приладі ЕЖ-101 з метою розрахунку масової частки сирого жиру у сухій речовині.

6. Для математичної обробки отриманих результатів досліджень використовували метод дисперсійного аналізу, який виконувався на персональному комп'ютері з використанням спеціальних пакетів прикладних програм, таких як Excel та Statistika.

Розрахунки економічної ефективності вирощування зернового сорго здійснювалися згідно з технологічними картами та відповідними рекомендаціями, які були зазначені у джерелах [41–43].

РОЗДІЛ 4
ВПЛИВ НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО

4.1. Вплив норм висіву насіння на коефіцієнт кущіння рослин середньостиглого гібриду сорго Спринт 2

Інтенсивність росту сорго залежить від численних факторів. Природні умови, більшість з яких майже невпливові людиною, але суттєво впливають на ріст рослин. Ці фактори включають родючість ґрунту, рівень вологості, температуру, освітлення, тривалість світлового дня[44].

Крім того, існують різні агротехнічні заходи, які також мають значний вплив на ріст рослин і навіть можуть відшкодувати втрати, спричинені зміною оптимальних природних умов.

Існують дві протилежні точки зору на здатність сорго до кущіння та його значення для врожаю. Деякі вчені вважають кущіння важливим фактором для збільшення урожайності. Інші стверджують, що збільшення кількості пагонів призводить до зниження врожаю зерна на одиницю площі, тому вони відкидають необхідність інтенсивного кущіння. За їхнім переконанням, сорго має несинхронний розвиток пагонів, що призводить до їх зменшення на пізніших стадіях росту. Залишені до збирання пагони кущіння менш продуктивні порівняно з основним пагоном. Крім того, стебла різних порядків, які не утворюють зерна, неефективно використовують вологу, світло і поживні речовини [45].

Кущіння може змінюватись в залежності від біологічних характеристик сорту та умов його вирощування. Однак, реакція на зміни умов вирощування залежить від тривалості впливу та стану інших факторів у цей період. В ході проведених досліджень було виявлено, що коефіцієнт кущіння сорго впливає на результати при врахуванні норм висіву насіння (див. табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Вплив норм висіву на коефіцієнт кущіння сорго

Норма висіву насіння, тис. шт./га	Коефіцієнт кущіння	
	загальний	продуктивний
150	2,52	1,79
200 (контроль)	2,33	1,55
250	2,10	1,40
300	1,94	1,22

Так, підвищення норми висіву насіння з 150 до 300 тис. шт./га призводило до зниження коефіцієнта кущіння сорго. Проведені дослідження показали, що загальна кущистість сорго значно відрізнялась від його продуктивної кущистості. При сівбі сорго з мінімальною нормою 150 тис. шт./га загальна кущистість становила 2,52, тоді як продуктивна кущистість складала 1,79. Сівба сорго з нормою 200 тис. шт./га забезпечувала кущистість рослин на рівні 2,33 (загальна) і 1,55 (продуктивна). Подальше збільшення норми висіву призводило до зниження як загальної, так і продуктивної кущистості. Наприклад, при нормі 250 тис. шт./га загальна кущистість скоротилась до 2,1, а при максимальній нормі 300 тис. шт./га - до 1,94. Відповідно, продуктивна кущистість становила 1,40 і 1,22 для цих норм відповідно.

Також важливо зазначити, що загальна та результативна густота росту рослин сорго зменшилися на 0,58 та 0,57 одиниць внаслідок збільшення кількості насіння від 150 до 300 тис. шт./га.

Таким чином, дослідження показали, що збільшення щільності посівів призводило до зниження коефіцієнта густини росту рослин сорго, і

для посіву з нормою висіву 250 тис. шт./га цей коефіцієнт становив: загальний - 2,10, а результативний - 1,40.

4.2. Схожість насіння сорго та формування густоти посівів під впливом норм висіву

Згідно з відомими даними, урожайність будь-якого посіву залежить від двох факторів: середньої кількості рослин на площі та середньої продуктивності кожної рослини [46].

Одним із важливих аспектів, який впливає на врожайність різних культур, включаючи сорго, є густота посадки рослин на площі. Вже на етапі сівби визначаються умови для формування необхідної густоти рослин. Проте не вдається зберегти всі рослини, що з'являються після сівби, до періоду збору врожаю через різні фактори. Негативний вплив зовнішніх чинників, таких як низькі або високі температури, недостатність або надлишок вологості, особливо під час критичних стадій росту рослин, може призвести до ослаблення рослин, інтенсивного поширення шкідників та хвороб, і в кінцевому підсумку - до втрати врожаю [47].

Багато науковців вважають, що оптимальна щільність розташування рослин має вплив на врожайність сільськогосподарських культур. Щільність посіву залежить переважно від рекомендованих норм висіву насіння, його розподілу, погодних умов і т.д. Отримання високої однорідності в полі є одним з ключових завдань агротехнології, оскільки рівень майбутнього врожаю значно залежить від цього. Декілька науковців вказують на залежність однорідності в полі насіння сорго від норм його висіву [48, 49].

При даному підході, зниження схожості між насіннями під час збільшення кількості насіння, що висівається, пояснюється окремими розчинами, які містяться у насінні різних культур. Умови щільного посіву

заважають проростанню сусідніх насінин і відтак знижують їх схожість. У випадку розрідженого посіву, ці сполуки абсорбуються безпосередньо ґрунтом [50].

Вибір відповідних агрозаходів для досягнення необхідної густоти продуктивного стеблостою перед збиранням визначається рівнем польової подібності. Насправді, майбутні технології на полі залежатимуть від цієї польової подібності.

Процес формування густоти починається ще на етапі сівби. Однак кількість рослин, яка виходить після проростання насіння, не може бути збережена до моменту дозрівання та збирання врожаю. Дослідження показують, що зі збільшенням норм висіву насіння польова подібність його зменшується (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1

Вплив норм висіву на польову схожість насіння сорго та густоту стояння рослин протягом вегетації

Норма висіву, тис. шт./га	Польова схожість, %	Густота стояння рослин, тис. шт./га		Виживання рослин, %
		повні сходи	господарська стиглість	
150	91,8	137,7	133,7	97,1
200 (контроль)	91,0	182,2	173,4	95,2
250	90,3	225,8	211,3	93,6
300	89,2	267,6	249,6	93,3

Так, за сівби сорго з використанням норми 150 тис. шт./га було досягнуто найвищої подібності насіння на рівні 91,8%. Підвищення норми висіву до 200 тис. шт./га зменшувало полеву подібність насіння до 91%. За використання норми 250 тис. шт./га при сівбі сорго, полева подібність

становила 90,3%, що на 0,7% нижче за контрольний варіант. Подальше збільшення норми висіву до 300 тис. шт./га призводило до досягнення найнижчої подібності насіння – 89,2%.

На основі наших спостережень можна зазначити, що кількість рослин, які появилися на початку вегетаційного періоду, не змогла зберегтись до повної стиглості зерна. Дослідження показали, що в різних варіантах експерименту кількість рослин на етапі повних сходів коливалась від 133,7 до 267,6 тисяч рослин на гектар, а до досягнення господарської стиглості вона зменшилась до 133,7-249,6 тисяч штук на гектар.

В результаті підрахунку рослин під кінець вегетаційного періоду було помічено, що найкращий рівень виживання спостерігався при сівбі з нормою 150 тис. шт./га, що становило 97,1%. Продовжене збільшення кількості насіння при висіві призводило до зниження виживання рослин до 95,2–93,3%.

Отже, збільшення кількості насіння з 150 до 300 тис. шт./га призводило до зниження подібності на 2,6%, і підрахунок рослин під кінець вегетаційного періоду показав, що загущення посівів призвело до зниження виживання рослин на 3,8%.

4.3. Динаміка наростання листкової поверхні сорго зернового залежно від норм висіву

Урожай усіх агрокультур, включаючи зерновий сорго, формується завдяки процесу фотосинтезу. Фотосинтез є важливим фізіологічним процесом, що визначає рівень врожайності сільськогосподарських культур. Близько 90% сухої речовини рослин утворюється завдяки фотосинтезу. Дослідження вчених показують, що урожайність посівів сорго залежить не від загальної кількості листків, а від їх площі, яку освітлюють прямі сонячні промені. Це досягається шляхом створення оптимальних умов для фотосинтетичної активності листкового апарату [джерела 51, 52].

Процеси асиміляції вуглекислого газу, сонячної енергії та синтезу органічних сполук, які прямо впливають на формування продуктивності рослин, відбуваються в зелених листках [53].

У випадку зернових культур, оптимальна листкова площа становить від 30 до 40 тис. м²/га, а для зернової кукурудзи це значення збільшується до 40–50 тис. м²/га [54]. Дослідження, проведені в республіці Молдова, показали, що для соргових культур необхідна листкова площа, яка не менше 55 тис. м²/га [55].

Розмір листя має різні значення залежно від умов вирощування, тому агротехнічні методи повинні сприяти швидкому розвитку листкової поверхні до найбільших розмірів і підтримувати її в активному стані на оптимальний період. Зміни в оптимальній площі листя відбуваються в широкому діапазоні в залежності від умов вирощування. Тому агротехнічні методи повинні сприяти швидкому формуванню листкової поверхні до максимальних розмірів і зберігати її у активному стані на протязі оптимального часу.

При висадці сорго зернового з різним загущенням, зміна комплексу екологічних чинників протягом усього періоду вегетації призводить до виникнення певних морфологічних змін у рослин. Зокрема, це

проявляється у відношенні довжини, ширини та площі кожного листка. Оскільки великі листки є найбільш активними у синтезі та несуть основне навантаження транспірації, стає зрозумілим важливість цих морфологічних змін у формуванні врожаю.

В результаті проведених досліджень було показано, що площа листя у рослин сорго зернового прямо залежить від встановлених норм висадки насіння (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2

Динаміка формування площі листкової поверхні сорго зернового залежно від норм висіву, тис. м²/га

Норма висіву, тис. шт./га	Кущіння	Вихід у трубку	Викидання волоті	Повна стиглість зерна
150	8,1	26,8	34,5	23,8
200	8,6	29,7	38,2	25,6
250 (контроль)	9,2	31,5	40,6	27,3
300	9,8	32,6	42,9	28,5

Так, у початкових стадіях зростання, різниця в площі листя у рослин сорго залежала від встановлених норм висіву. Ця різниця становила 1,7 тис. м²/га, з найнижчим значенням 8,1 см при висіві 150 тис. шт./га, а найвищим – 9,8 тис. м²/га при висіві 300 тис. шт./га.

У процесі виходу рослин з насінин у стебло, збільшення площі листя було більш інтенсивним. За нормами висіву в розмірі 150 тис. шт./га, площа листя становила 26,8 тис. м2/га, на контрольній ділянці — 29,7 тис., а в разі дотримання норм висіву в діапазоні 250–300 тис. шт./га — 31,5–32,6 тис. м2/га. Дослідження підтвердили, що при збільшенні норм висіву від 150 до 300 тис. шт./га, площа листя в цій фазі збільшилась на 5,8 тис. м2/га.

У ході розвитку рослин сорго, площа листкової поверхні врастала

поетапно та досягала свого піку під час фази викидання волотів. Наприклад, при використанні контрольного варіанту з нормою висіву в 200 тис. шт./га, площа листя становила 38,2 тис. м2/га. При збільшенні норми висіву до 250-300 тис. шт./га, площа листя відповідно зростала на 2,4-4,7 тис. м2/га, досягаючи значень 40,6-42,9 тис. м2/га. За висіву сорго з нормою 150 тис. шт./га, рослини мали площу листків в розмірі 34,5 тис. м2/га. Змінюючи норму висіву від мінімальної до максимальної, спостерігалось збільшення асиміляційної поверхні рослин на 8,4 тис. м2/га у даній фазі росту.

У період повної зрілості зерна сорго спостерігається помітне зменшення площі листкової поверхні. Це явище пов'язане з відмиранням листя під час переходу пластичних речовин з вегетативних органів до генеративних. У контрольному варіанті, на даному етапі, цей показник становить 25,6 тис. м2/га, що відповідає нормі 250–300 тис. шт./га – 27,3–28,5, а при сівбі з нормою 150 тис. шт./га – 23,8 тис. м2/га.

Швидкість формування листків та тривалість їхнього функціонування залежать не лише від інтенсивності збільшення площі листкової поверхні, але й сприяють зростанню фотосинтетичного потенціалу культур сорго зернового, вираженого у мільйонах квадратних метрів днів на гектар.

В залежності від варіантів експерименту та біологічних особливостей рослин сорго, фотосинтетичний потенціал посівів коливався від 2,2 до 2,8 мільйонів квадратних метрів днів на гектар (див. рис. 1). З результатів досліджень видно, що при збільшенні норми висіву насіння з 150 до 300 тисяч на гектар, величина фотосинтетичного потенціалу збільшилась на 0,6 мільйона квадратних метрів днів на гектар.

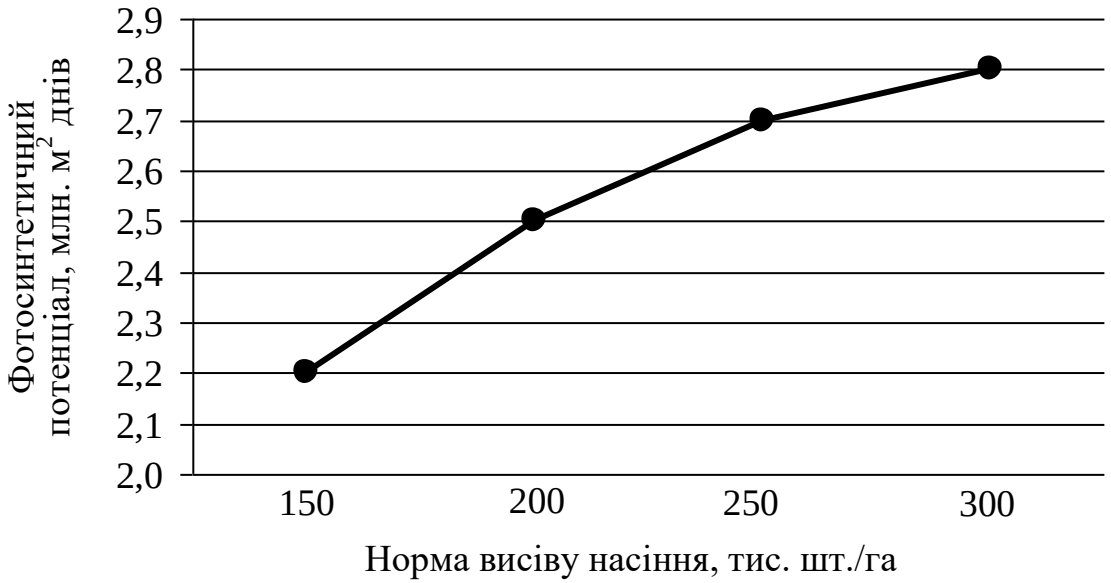

Рис. 1. Вплив норм висіву насіння на величину фотосинтетичного потенціалу сорго зернового

Отримано фотосинтетичний потенціал розміром не менше 2,2 млн. м2 днів/га при сівбі сорго зі стандартною нормою висіву 150 тис. шт./га. При збільшенні норми до 200 тис. шт./га цей показник зрос до 2,5 млн. м^2 днів/га. При використанні норми висіву 250 тис. шт./га фотосинтетичний потенціал становив 2,7 млн. м^2 днів/га. Подальше збільшення норми до 300 тис. шт./га призводило лише до незначного зростання даного показника на 0,1 млн. м^2 днів/га, досягаючи величини 2,8 млн. м^2 днів/га.

Отже, в результаті проведених досліджень було встановлено, що шляхом контролювання норм висіву насіння можна здійснювати цілеспрямований вплив на формування поверхні асиміляції культури, сприяти біосинтезу органічних сполук на більш високому рівні фотосинтетичного апарату та врешті-решт вплинути на загальну продуктивність зернового сорго. На ділянках, де насіння сорго було висіяне з нормою 250–300 тис. шт./га, рослина набула такого зовнішнього вигляду, який сприяв формуванню оптимальної кількості листків, а також їх рівномірному розташуванню на рослині та проведенню процесів фотосинтезу.

4.4. Структура врожаю сорго зернового за різних норм висіву

У практичному застосуванні землеробства у всьому світі, оптимальну щільність розташування рослин сорго різної швидкості росту визначають для кожної конкретної зони з урахуванням наявності вологи під час посіву, інформації про річну кількість опадів протягом вегетаційного періоду, а також господарських і біологічних особливостей гібридів, які вирощуються (індивідуальна продуктивність рослин, елементи структури врожаю та їх оптимальне співвідношення) [56].

Дослідження, проведені в Україні та за її межами, виявили, що конкретний гібрид або сорт сорго зернового вимагає індивідуального підходу до технології вирощування, який залежить від генетичного та біологічного потенціалу рослин, а також від специфічних умов ґрунту та клімату. При збільшенні щільності посадки понад певний мінімальний рівень, індивідуальна продуктивність рослин сорго спочатку знижується з меншими темпами в порівнянні зі зростанням числа рослин на одиниці площі, що призводить до збільшення урожайності зерна. Зниження індивідуальної продуктивності залежить від морфобіологічних особливостей гібрида або сорту, доступності вологості, родючості ґрунту та інших факторів [57]. Ця тенденція спостерігається до того рівня, коли зростання щільності посадки рослин більше не призводить до пропорційного зменшення продуктивності кожної окремої рослини. На цій стадії досягається максимальна продуктивність посівів з одиниці площі. Цей оптимальний рівень щільності стояння рослин визначається. Високий врожай зерна залежить не тільки від максимальної продуктивності окремих рослин, але й від найбільш оптимального поєднання індивідуальної продуктивності рослин та їх щільності в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [58].

У результаті проведених наукових вивчень було встановлено, що зміна показника висіву насіння суттєво вплинула на формування врожаю сорго зернового (див. таблицю 4.3).

Таблиця 4.3

Структура врожаю середньостиглого гібриду сорго зернового Спринт 2 залежно від норми висіву

Норма висіву насіння, тис. шт./га	Довжина мітелки, см	Ширина мітелки, см	Число зерен в мітелці, шт.	Маса зерна з однієї мітелки, г	Маса 1000 зерен, г
150	27,9	8,8	732	24,0	32,8
200 (контроль)	26,8	8,4	728	22,8	31,3
250	26,6	8,0	723	22,1	30,5
300	25,2	7,6	705	20,8	29,5

Так, підвищення норми посіву з 150 до 300 тис. шт./га призводило до скорочення довжини мітелки з 27,9 до 25,2 см. Розмір цього скорочення становив 2,7 см. Такий же тенденція спостерігалась при зміні норми посіву з відношенням ширини мітелки. Під час посіву сорго з нормою 150 тис. шт./га, ширина мітелки становила 8,8 см. Додаткове збільшення щільності рослин на одиниці площі призводило до зменшення ширини мітелки до 8,4–7,6 см.

Також варто відзначити, що зростання показників висіву спричинювало значне зменшення таких характеристик урожайності, як чисельність зерен у мітелці та їх маса. З проведених досліджень видно, що при мінімальній нормі висіву 150 тис. шт./га кількість зерен у мітелці досягала максимального значення - 732 шт. Збільшення норми висіву до 200-300 тис. шт./га ми отримали рослини з чисельністю зерен 728-705 шт.

Масова кількість зерна, отримана з мітелки, у відповідності до стандарту 150 тис. шт./га, також досягла максимального значення - 24,0 г. Виконавши посів за контрольною нормою 200 тис. шт./га, було отримано рослини з масою зерна з мітелки 22,8 г. Дальше збільшення

норми висіву до 250–300 тис. шт./га призвело до зменшення маси зерна - 22,1–20,8 г. Розрізнення в масі зерна між рослинами, залежно від норми висіву, склало 3,2 г.

Маса 1000 зерен також значно змінювалася у різних експериментальних умовах. Зауважується чітка тенденція до зниження маси 1000 насінин при збільшенні норми висіву. Наприклад, при мінімальній нормі висіву маса 1000 зерен досягала максимального значення - 32,8 г. При збільшенні норми висіву на 50 тис. шт./га (контрольний варіант), цей показник знижувався до 31,3 г, що на 1,5 г менше порівняно з попереднім варіантом. Сівба сорго з нормою 250-300 тис. шт./га знижувала масу 1000 зерен до 30,5-29,5 г, що відповідало значенню, меншому за контрольний на 0,8-1,8 г.

Таким чином, можна зробити висновок, що завдяки зміні стандартів висіву насіння сорго зернового, а також густоти розташування рослин, маємо можливість значно впливати на формування компонентів структури урожаю зерна. У ході наших досліджень встановлено, що посів середньостиглої гібридної сорго зернового Спринт 2 за нормою 250 тис. шт./га сприяв утворенню рослин з масою 1000 зерен 30,5 г, що менше в порівнянні з контролем на 0,8 г, а також масою зерна з мітелки 22,1 г, що нижче від контролю на 0,7 г. Кількість зерен з мітелки відрізнялась від контрольних рослин тільки на 5 одиниць.

4.5. Урожайність сорго зернового залежно від норм висіву

Вихідний результат будь-якого полевого досліду - це урожай, який визначається впливом факторів навколишнього середовища та потенційними можливостями культури. Чим більше фактори життя задовольняють потреби культур, що випливають з їх біологічних характеристик, тим більше рослини реалізують свій врожайний потенціал.

Для досягнення високих врожаїв зерна сорго необхідно створити сприятливі умови для росту та розвитку рослин, а також забезпечити правильне формування і наповнення зерном.

Встановлення різних градацій густоти посіву сорго сприяє збільшенню значень листкового індексу та накопиченню сухої речовини у рослин на одиниці площі, а також збільшенню загальної кількості мітелок. Однак, така практика впливає на зменшення чистої продуктивності фотосинтезу та погіршення якісних характеристик, а також зниження параметрів структури врожаю зерна [59]. Відповідно до досліджень багатьох авторів, оптимальна густота рослин сорго залежить від року вирощування та погодних умов у зонах, де воно культивується, особливо в другій половині вегетаційного періоду, коли настає інтенсивний період водоспоживання [60, 61]. Дослідники також вказують, що в умовах нестабільної та недостатньої вологості взаємозв'язок між густотою рослин і умовами вирощування є більш складним. Врахування потенціалу сортів і гібридів сорго, а також грунтово-кліматичних особливостей різних зон є необхідними для досягнення високих врожайних результатів шляхом регулювання густоти посіву [62-64].

Аналізування наукових джерел демонструє, що підвищення продуктивності та досягнення стійких та високих врожаїв суттєво залежать від оптимальної норми висіву, при якій сорго може повністю розкрити свій генетичний потенціал. Згідно з проведеними нами дослідженнями, врожайність зернового сорго значно коливалась в залежності від норми висіву (див. таблицю 4.4).

Таблиця 4.4

Врожайність зерна сорго зернового за різних норм висіву, ц/га

Норма висіву, тис. шт./га	Показники врожаю	Приріст врожаю ± до контролю	
		ц/га	%
150	57,4	- 3,0	- 6
200 (контроль)	61,1	–	–
250	65,3	4,2	7
300	63,2	2,1	3
$НІР_{0,05}$ ц/га	3,96		

При аналізі погодних умов у поточному році важливо відзначити, що вони значно відрізнялися від середньої кліматичної норми як за кількістю опадів, так і за температурним режимом. Однак, навіть в таких умовах, сорго все ще показує вражаючі результати у збиранні врожаю зерна - в діапазоні від 57,4 до 65,3 центнерів на гектар.

Дослідження показали, що при мінімальній нормі висіву (150 тис. шт./га), врожайність сорго зернового склала 57,4 ц/га, що становило 94% від контрольної групи. При збільшенні норми висіву на 50 тис. шт./га (200 тис. шт./га), ми отримали врожайність на рівні 61,1 ц/га. Використання норми висіву 250 тис. шт./га сприяло отриманню максимального врожаю - 65,3 ц/га, що перевищує контрольну групу на 4,2 ц/га або 7%, і підтверджує достовірність досліду. Збільшення норми висіву насіння до 300 тис. шт./га призвело до занадто щільного посіву, що негативно вплинуло на процеси фотосинтезу, зменшило масу зерна і, наслідком цього, знизило врожайність. Врожайність зерна у даному варіанті становила 63,2 ц/га, що на 2,1 ц/га або 3% вище за контрольну групу. Отже, можна зробити висновок, що різниця у врожаї не перевищує значимих показників НІР, вона не має статистичного значення.

Таким чином, на підставі проведених досліджень можна засвідчити, що оптимальні умови для розвитку та зростання гібриду сорго зернового Спринт 2, при яких досягається найбільша урожайність у розмірі 65,3 ц/га, створюються при висіві насіння з нормою 250 тис. шт./га.

4.6. Вплив норм висіву на показники якості зерна сорго

Розв'язання проблеми зернового сектору практично неможливе без значного поліпшення якості зерна. Основним завданням стає питання якості сільськогосподарського урожаю. Необхідно, щоб зерно містило достатню кількість необхідних поживних речовин, таких як білки, жири, вуглеводи та амінокислоти. Ціль можна досягти лише шляхом правильного застосування взаємопов'язаних організаційно-господарських, біологічних і агротехнічних заходів, спрямованих на оптимізацію умов для рослин на всіх стадіях розвитку. Ці заходи включають вибір найкращих попередників у системі сівозміни, вирощування високоврожайних культур із якісним зерном, надійний захист рослин від бур'янів, хвороб та шкідників, оптимальне забезпечення мінеральними елементами, ефективне використання вологи, раціональний підбір добрив та інші.

Основним метою будь-якої технології вирощування рослин є досягнення високої продуктивності і якісного врожаю. Результативність вирощування сільськогосподарських культур в значній мірі залежить від якості посівного матеріалу, що визначається генетичним потенціалом сорту чи гібрида, а також умовами, в яких зростає рослина і середовищем її розвитку.

З урахуванням тих чинників, які мають негативний або позитивний вплив на рослини, існує можливість значно зменшити вплив метеорологічних умов і активно використовувати контрольовані та керовані людиною фактори [65].

Наші дослідження показують, що норма висіву має певний вплив на

якісні характеристики зерна сорго зернового (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Вплив норми висіву на вміст та збір протеїну і жиру сорго зернового

Норма висіву, тис. шт./га	Вміст, % на суху речовину		Вихід з 1 га, кг	
	сирого білка	жиру	сирого білка	жиру
150	12,35	5,50	708,9	315,7
200 (контроль)	12,29	5,58	750,9	340,9
250	12,21	5,63	797,3	367,6
300	12,10	5,65	764,7	357,1

Так, при збільшенні норми сівби помітно спостерігається зниження вмісту сирих протеїнів у зерні сорго, що, в певній мірі, пов'язано з розміром площі, на якій рослини отримують харчування. Чим більша площа живлення, тим вищий рівень протеїнів. У ході наших досліджень, максимальний вміст сирого білка в зерні був зафіксований при нормі сівби в 150 тис. шт./га і склав 12,35%. Збільшення норми сівби до 200-300 тис. шт./га призвело до зниження вмісту білка до 12,10-12,29%. Це можна пояснити тим, що при меншій нормі сівби площа живлення стає більшою, що сприяє кращому засвоєнню поживних речовин і процесам фотосинтезу.

Кількість жиру в зерні сорго, навпаки, збільшувалася при зростанні норми висіву, а найвищі показники були зафіксовані при сівбі сорго з нормою 250–300 тис. шт./га. Сівба сорго з нормою 150 тис. шт./га призводила до отримання зерна, в якому вміст жиру становив 5,50%, що на 0,08% нижче контрольного значення 5,58%.

Проте, важливо відзначити, що максимальний врожай сирого білка та жиру з одного гектару варіювався у варіантах дослідження, трохи відрізняючись від їх максимального вмісту. Найвищий врожай білка, що становив 797,3 кг/га, був досягнутий при нормі висіву 250 тис. шт./га, перевищуючи контрольні значення на 46,4 кг/га. У разі сівби сорго з нормою

150 тис. шт./га, найменша кількість білка була зібрана з одиниці площі - 708,9 кг/га, а при нормах 200 та 300 тис. шт./га відповідно 750,9-764,7 кг/га.

Найвищий врожай жиру було зафіксовано при сівбі сорго з нормою 250 тис. шт./га - 367,6 кг/га, що перевищувало інші варіанти дослідження на 10,5-51,9 кг/га.

Таким чином, результати дослідження показали, що використання середньостиглого гібриду зернового сорго під назвою Спринт 2 при нормі висіву 250 тис. шт./га сприяло досягненню найвищого збору сирого білка на рівні 797,3 кг/га та жиру 367,6 кг/га. Зміни в нормі висіву призводили до зниження цих показників.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗА РІЗНИХ НОРМ ВИСІВУ

Одним з основних спрямувань економічної політики на сучасному етапі полягає у підвищенні ефективності сільського господарства та зростанні продуктивності у всіх галузях виробництва, включаючи рослинництво. Ці процеси вимагають збільшення матеріальних, фінансових і енергетичних ресурсів, витрачених на одиницю площі. Для виявлення можливостей зниження енергетичних витрат у виробництві необхідно провести докладний аналіз енергетичних затрат в порівнянні з результативністю виробництва, зокрема продуктивністю сільськогосподарських культур. З огляду на зростання використання енергії в сільському господарстві протягом останнього часу, важливо знайти способи його зменшення, особливо в технологічних процесах, де економія ресурсів приносить фінансові вигоди. Отже, для визначення місця розташування конкретної сільськогосподарської культури та її вирощувальних технологій у сфері економіки, крім інших показників, важливими факторами є прибутковість, рентабельність та окупність витрат на виробництво даної культури. Щоб оцінити економічну ефективність вирощування середньостиглого гібриду сорго зернового, зокрема гібрида Спринт 2, при різних нормах висіву, необхідно спочатку визначити чистий прибуток з одиниці площі та рівень рентабельності. Важливо зазначити, що такий аналіз краще проводити для кожного гібрида окремо, що сприятиме повному виявленню біологічного потенціалу різних біотипів та економічній доцільності їх вирощування в конкретній зоні.

При оцінці економічної ефективності застосування технологічних заходів сортової агротехніки гібриду були керовані загальноприйнятими методичними рекомендаціями і стандартними положеннями, а також нормативними документами. При проведенні розрахунків враховувалися прямі фінансово-матеріальні витрати, що включали виплати за працю,

виробничі витрати, а також витрати на придбання насіння, добрив, гербіцидів, паливних матеріалів, а також виплати до фондів соціального страхування, пенсійний внесок та інші відрахування на амортизацію та поточний ремонт. Для здійснення відповідних розрахунків були використані ціни на сільськогосподарську продукцію та мінеральні добрива, які склалися на біржовому ринку України у 2023 році.

Вартість 1т сорго зернового становила 1550 грн, мінеральні добрива мали такі ціни: аміачна селітра - 3100 грн, суперфосфат - 2800 грн, калійна сіль - 2700 грн за тонну. Витрати, пов'язані з використанням добрив, включали витрати на завантаження, транспортування і внесення їх, збір і обробку додаткового врожаю, отриманого завдяки використанню добрив.

Результати наших досліджень показали, що різні норми висіву насіння сорго зернового мають різний вплив на показники економічної ефективності (див. табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування сорго зернового
залежно від норм висіву

Показники	Норма висіву, тис. шт./га			
	150	200 (контроль)	250	300
Урожайність з 1 га, ц	57,4	61,1	65,3	63,2
Матеріально-грошові затрати, грн/га	4498,2	4614,7	4732,5	4832,0
Собівартість 1 ц продукції, грн	78,4	75,5	72,5	76,4
Ціна 1 ц, грн	155			
Вартість валової продукції в цінах реалізації, грн	8897,0	9470,5	10121,5	9796,0
Умовно чистий прибуток 1га, грн	4398,8	4855,8	5389,0	4964,0
Рівень рентабельності, %	98	105	114	103

Так, зі збільшенням норми висіву насіння, також спостерігалось збільшення матеріально-грошових витрат. У випадку сівби сорго з нормою висіву 150 тис. рослин на гектар, матеріально-грошові витрати становили 4498,2 гривень на гектар. При підвищенні норми висіву до 200-300 тис. насінин на гектар, витрати на вирощування сорго відповідно збільшилися до 4614,7-4832,0 гривень на гектар.

Підрахунки показали, що витрати на вирощування однієї тонни продукції мали найменшу вартість при сівбі сорго з нормою висіву 250 тис. насінин на гектар і складали 72,5 грн за тонну, що менше контрольного значення на 3,0 грн. З іншого боку, найвищі витрати були зафіксовані при мінімальній нормі висіву 150 тис. насінин на гектар і становили 78,4 грн за тонну.

Також варто зазначити, що найвища вартість загальної продукції була зафіксована при нормі висіву 250 тис. штук на гектар і становила 10121,5 грн, тоді як найнижчі витрати були зафіксовані при сівбі сорго з нормою 150 тис. штук на гектар і складали 8897,0 грн.

Отримано максимальний чистий дохід у розмірі 5389,0 грн на 1 га, шляхом посіву сорго з нормою 250 тис. шт./га, що перевищує варіанти з мінімальною та максимальною нормою на 425,0–990,2 грн, а контрольний варіант – на 533,2 грн. Зміна норми висіву сорго також має вплив на рівень прибутковості, який у наших дослідженнях знаходиться в діапазоні 98–114% з найвищим значенням для варіанту з нормою висіву 250 тис. шт./га.

Тому, під час аналізу економічної ефективності, було виявлено, що найбільш оптимальний результат було досягнуто з використанням середньостиглого гібриду сорго зернового Спринт 2, при нормі висіву 250 тис. шт./га. У цьому випадку було досягнуто максимальний прибуток у розмірі 5389,0 грн/га та найвищий рівень рентабельності - 114%. Збільшення або зменшення норми висіву насіння призводило до погіршення економічних показників вирощування даного гібриду.

РОЗДІЛ 6
ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО В УМОВАХ ННВВ УНУС

Серед основних цілей забезпечення безпеки праці входить створення та постійне підтримання здорових та безпечних робочих умов, зниження рівня травматизму та професійних захворювань [66].

У сучасному сільськогосподарському виробництві спостерігається вплив різноманітних технічних, хімічних, біологічних та інших факторів на організм людини. Це пов'язано з використанням машин і механізмів, енергетики, матеріалів і речовин (наприклад, пестицидів, мінеральних добрив, лаків, фарб і т. д.), високим рівнем шуму, вібрацій електромеханічного, інфрачервоного, ультрафіолетового, іонізуючого випромінювання, а також забрудненістю повітря у робочій зоні [67].

Українське законодавство щодо охорони праці складається з системи взаємопов'язаних нормативних актів, які визначають правила для взаємодії в галузі виконання державної політики з питань юридичних, соціально-економічних, організаційно-технічних і медично-профілактичних заходів та засобів з метою збереження здоров'я та працездатності людини під час трудового процесу.

В Україні існують законодавчі акти, які регулюють охорону праці. Ці акти включають такі загальні закони, як Конституція України, Закон "Про охорону праці", Кодекс законів про працю України та інші.

Максимально допустимий робочий час для працівників - 40 годин на тиждень. Проте, тривалість робочого часу може бути скорочена для окремих категорій працівників. Наприклад, для осіб у віці від 16 до 18 років вона становить 36 годин на тиждень, для осіб віком від 15 до 16 років - 24 години на тиждень. Також працівникам, які займаються роботами з шкідливими умовами праці, дозволяється працювати не більше 36 годин на тиждень. Крім того, працівникам надається перерва для відпочинку і харчування тривалістю до двох годин [68].

У процесі праці людини під впливом різноманітних факторів виробничого середовища виникає низка умов, які визначають його стан. Усі фактори, що впливають на працю, можуть бути класифіковані як технічні, ергономічні, санітарно-гігієнічні, організаційні, психологічні, соціально-побутові, природно-кліматичні та економічні.

Більша частка нещасних випадків (32%) пов'язана з ситуаціями, коли техніка зіткнулася з людьми. Додатково, значна загроза для життя робітників існує у небезпечних зонах, де можливий захват або заплутування їх одягу, волосся або кінцівок. Тому для забезпечення безпеки праці та попередження нещасних випадків широко застосовуються різноманітні технічні засоби безпеки, такі як захисні бар'єри, пристрої забезпечення безпеки (блокування, гальмування, сигналізація), автоматичні системи зупинки, дистанційне управління [67].

Сучасні принципи розробки і виготовлення тракторів та сільськогосподарської техніки враховують основні вимоги виробничої санітарії, ергономіки та техніки безпеки. У зоні роботи машини, у кабінах тракторів, комбайнів та інших самохідних сільськогосподарських машин не має бути присутніх посторонніх осіб.

Покращення умов праці є одним з резервів для зростання її продуктивності та економічної ефективності виробництва, а також для подальшого розвитку людського потенціалу [66].

Агрегатування сівалки Клен-6 з трактором МТЗ-80 використовувалося для посіву сорго зернового.

Велика увага приділяється дотриманню правил особистої гігієни під час посіву насіннєвого матеріалу, який був попередньо оброблений протруєнням. Заправка сівалок насінням здійснюється тільки на спеціально відведених поворотних смугах поля після повної зупинки посівного агрегату [67].

Відповідно до характеру досліджуваної проблематики, людину можуть чекати різноманітні ризики та небезпеки, пов'язані з умовами виробництва. Небезпечні фактори та ситуації можуть мати негативний

вплив на фізичний стан людини та призводити до виникнення травматичних наслідків.

Відповідно до "Норм безкоштовного надання спецодягу, спецвзуття та захисних пристроїв для певних галузей", всі працівники мають доступ до необхідного спеціального одягу. Для захисту дихальних органів працівникам надаються респіратори РУ-60М з патронами типу А, а для захисту очей - окуляри ПО-1, ПО-2 [66].

Для покращення рівня організації заходів з охорони праці в дипломній роботі можна внести такі зміни та перефразування:

- Систематично визначати характеристики показників безпеки тракторів і сільськогосподарських машин, згідно зі стандартами, рекомендаціями, інструкціями та іншими нормативними документами.

- Розглянути можливість надбавок до заробітної плати механізаторам, які не порушують норми з охорони праці.

- Розробити оптимальний графік роботи та відпочинку для всіх працівників, які беруть участь у збиранні врожаю.

- Створити комфортне місце для відпочинку працівників.

- Забезпечувати працівників необхідним спеціальним одягом та засобами індивідуального захисту.

- Здійснювати контроль за дотриманням відповідних санітарно-гігієнічних умов праці.

- Створювати сприятливі психологічні умови праці.

- Щодня надавати безкоштовно 0,5 літра молока працівникам під час роботи з добривами.

- Забезпечити працівників достатньою кількістю питної води та води для інших потреб [68].

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень, що стосуються керування процесом формування високопродуктивних посівів сорго зернового, залежно від раціонального підбору норми висіву, можна сформулювати наступні основні висновки:

1. Шляхом регулювання норми висіву насіння, досягається оптимальна щільність розміщення рослин на одиниці площі. Дослідження підтверджують, що при збільшенні щільності посіву, зменшується кущення рослин сорго, і при висіві з нормою 250 тис. шт./га продуктивна щільність становила 1,4.

2. При підвищенні норми висіву сорго, польова схожість насіння зменшувалась із 91,8% до 89,2%. При висіві сорго з нормою 250 тис. шт./га, польова схожість становила 90,3%, а виживання рослин на кінець вегетації складало 93,6%.

3. У фазу викидання волоті, рослини сорго досягали максимальної площі листкової поверхні, яка становила від 32,2 до 40,6–42,9 тис. м2/га при висіві сорго з нормою 250–300 тис. шт./га.

4. Підрахунки потенціалу фотосинтезу показали, що величина його значно залежить від норми висіву насіння. Посіви сорго з нормою висіву 250–300 тис. шт./га проявляли найвищі значення фотосинтетичного потенціалу – 2,7–2,8 млн. м2/га х днів.

5. Зміна норми висіву насіння сорго дозволяє значно вплинути на показники індивідуальної продуктивності рослин. Посів середньостиглого гібриду сорго зернового Спринт 2 з нормою висіву 250 тис./га призвів до отримання 22,1 г насіння з волоті масою 1000 насінин – 30,5 г та їх кількістю 723 штук, що на 5 зерен менше, ніж у контрольній групі.

6. Вирощування середньостиглого гібриду сорго зернового Спринт 2 з нормою висіву 250 тис./га сприяло досягненню максимального врожаю зерна – 65,3 ц/га. Зменшення або збільшення норми висіву призводило до зниження збору насіння на 2,1–7,2 ц/га.

7. За сівби гібриду Спринт 2 з нормою висіву 250 тис. шт./га, було досягнуто максимального набору сирого білка на рівні 797,3 кг/га та жиру 367,6 кг/га. Вміст сирого білка у зерні сорго, за даної норми висіву, склав 12,21%, а жиру - 5,63%.

8. Вирощування середньостиглого гібриду сорго зернового Спринт 2 показало економічну ефективність. При сівбі з нормою висіву 250 тис. шт./га, нам вдалося досягти найнижчої собівартості 1 ц зерна на рівні 72,5 грн, а також найвищого рівня рентабельності - 114% та умовно чистого прибутку - 5389,0 грн/га. Зміни норми висіву насіння призводили до збільшення собівартості на 3,0-5,9 грн/ц та зниження рівня рентабельності до 98-105%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Маслак О.А. Перспективне сорго // Агробізнес сьогодні. – 2011. – №11 (210). – С. 20 – 22.

2. Кузьмін С.П. Сорго замість ярого ячменю: менші витрати, більші прибутки // Агросектор. – 2010. – №1. – С. 14 – 16.

3. Лапа О.М., Зозуля О.Л. і ін. Культура сорго // Посібник українського хлібороба. – 2010. – С. 7 – 11.

4. Чубко О.В. Сорго універсальна культура // Agroexpert. – 2010. – №7 (42). – С. 20 – 22.

5. Бутенко О.Л. Фермерствування по–нашому, по–бразильськи / Село. – 2009. – №9. – С. 22.

6. Зелінський О.П. Сорго: рішення стійкості до посухи! // Пропозиція. – 2010. – №10. – С. 25 – 26.

7. Каленська С.М. Свій до свого – по своє // Насінництво. – 2011. – №10 (106). – С. 5 – 11.

8. Самойленко А., Шевченко Т. Сорти сорго та напрямки його використання // Agroexpert. – 2009. – №6 (11). – С. 8 – 10.

9. Лапа О.М., Фараонов В.А. Вирощування зернового сорго в умовах України // Посібник українського хлібороба. – 2008. – №6. – С. 72–76.

10.

11. Рубан О.Г. Оптимальная густота стояния растений // Кукуруза и сорго. – 1988. – №5. – С. 30 – 31.

12. Макаров Л.Х. Густота и способы посева сорго зернового // Кукуруза и сорго. – 1987. – №2. – С. 24 – 25.

13.

14. Алабушев А.В., Коломийцев Н.Н., Лаврухин П.В. Совершенствование технологии производства семян зернового сорго в засушливых условиях Ростовской области // Кукуруза и сорго. – 2005. –№1. – С. 19 – 22.

15.

16.

17.

18. Черненков А.В., Остапенко М.А., Самойленко А.Т., Самойленко В.В. Сорго на зерно в умовах південного Степу України // Агроном. – 2006. –№3. – С. 36 – 38.

19.

20. Царев А.П., Королев В.Ф., Хуснетдинова Т.Г. Влияние способов и густоты посева на продуктивность зернового сорго Пищевое 614 в условиях Саратовской области // Кукуруза и сорго. – 2000. –№6. – С. 19 – 20.

21.

22. Раева С.А. Производство зернового сорго в Ростовской области // Кукуруза и сорго. – 2005. – №6. – С. 12–14.

23. Ключников Н.А., Рыбалкин А.А., Исаков А.Я. Зерновое сорго Хазине ультрараннеспелое – в крайне засушливые районы // Кукуруза и сорго. – 2001. – №6. – С. 23–24.

24.

25. Даниленко Ю.Л., Болотин А.Г. Повышение урожайности зернового сорго в орошаемых агроландшафтах Волгоградской области // Кукуруза и сорго. – 2005. – №6. – С. 21–23.

26. Медведев Г.А., Кулешов А.М. Продуктивность зернового сорго в зависимости от предпосевной подготовки почвы и нормы высева // Кукуруза. – 1997. – №5. – С. 19–21.

27. Царев А.П., Савельев Н.С., Королев В.Ф. Влияние способов и густоты посева на урожайность зернового сорго Карлик 4 // Кукуруза и сорго. – 1999. – №1. – С. 21–22.

28. Тохтаров В.П. Зерновое сорго Волгоградское 20 на монокорм // Кукуруза и сорго. – 1998. – №3. – 19 с.

29. Бескровный В.И. Сорго на зерно // Кукуруза и сорго. – 1987. – №2. – С. 2–3.

30 Рубан О.Г. Оптимальная густота стояния растений // Кукуруза и сорго. – 1988. – №5. – С. 30–31.

31. Крылов А.В., Филатов В.И. Продуктивность и основные показатели фотосинтетической деятельности зернового сорго в зависимости от нормы сева // Кукуруза и сорго. – 2002. –№3. – С. 21 – 24.

32.

33. Макаров Л.Х. Приемы агротехники и продуктивность зернового сорго // Кормопроизводство. – 1986. – №10. – С. 37–38.

34. Рослинництво: Підручник / С.М. Каленська, О.Я. Шевчук, М.Я. Дмитришак, О.М. Козяр, Г.І. Демидась; За ред. О.Я. Шевчука. – К.:НАУУ. – 2005. – 502 с.

35. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2007 р. – К.: Алефа, 2007. – 229 с.

36. Бреус Н.Б. Серые лесные почвы // Полевой определитель почв. – Киев: Урожай, 1981. – С. 75–102.

37. Научно-обоснованая система земледелия в Черкасской области / В.К. Бедрынец, Е.А. Беленький, В.И. Белоус и др. – Черкассы: Облполиграфиздат, 1988. – С. 3 – 59.

38. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. – К.: Вища шк., 1994. – 334 с.

39. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

40. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз; За ред. В.О. Єщенка. – К.: Дія, 2005. – 288 с.

41. Инструкция и нормативы по определению экономической и энергетической эффективности применения удобрений. – М.: Союзсельхозхимия, 1987. – 42 с.

42. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур / За ред. П.Т.Саблука, Д.І.Мазоренка, Г.Є.Мазнєва. – К.: ННЦ ІАЕ, 2005. – 402 с.

43. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

44. Федорович Г.Т. Особливості вирощування соризу в умовах Миколаївщини / Г.Т. Федорович // Аграрний вісник Причорномор'я. (Збірник наукових праць) – Одеса, 2008. – №46. – С. 99–104.

45. Коломийцев Н.Н. Особенности производства семян культуры сорго в регионах с засушливым климатом / Н.Г. Гурский, Н.Н. Коломийцев // Сб. науч. тр. Северо-Донецкой опытной станции ДЗНИИСХ. – Рассвет, 2004. – С. 368–370.

46. Каргин И.А., Таракин И.П., Кузнецов И.С., Артемов А.А. Сорго в Мордовии // Кукуруза и сорго. – 2006. – №3. – С. 20 – 24.

47. Соловьёв А.В., Каюмов М.К. Оптимизация структуры посевов сорго в Поволжье // Зерновое хозяйство. – 2006. – №7. – С. 26–28.

48. Алабушев А.В., Горпиниченко С.И. Использование сорго для получения биоэтанола // Кукуруза и сорго. – 2008. – №5. – С. 7 – 12.

49. Лихочвор В.В. Практичні поради з вирощування зернових та зернобобових культур в умовах Західної України. – Львів: НВФ „Українські технології", 2001. – С. 66 – 69.

50. Дронов А.В. Выращивание сорго на юго-западе Нечерноземья. // Кормопроизводство. – 2002. –№6. – С. 14 – 16.

51. Пономаренко А.К., Пащенко Ю.М., Золотов В.И. Фотосинтез и водный режим гибридов кукурузы и родительских форм в посевах различной структуры // Бюл. ІЗГ УААН. – Дніпропетровськ. 1998. – №6–7. – С. 83–84.

52. Циков В.С. Кукуруза: технология, гибриды, семена. – Днепропетровск: Зоря, 2003. – 296 с.

53. Трохин В.С. Густота стояния и урожайность // Кукуруза и сорго. – 1991. – № 2. – 19 с.

54. Кулешов Б.М. Продуктивность фотосинтеза и урожай кукурузы // Кукуруза и сорго. – 1998. – № 4. – С. 3–5.

55. Хромяк В.М. Оптимальная густота стояния растений // Кукуруза и сорго. – 1986. – № 1. – С. 24.

56. Остапенко М.А., Самойленко А.Т., Самойленко В.В., Пергаєв О.А. Сорго на зерно в умовах Присивашшя // Бюлетень інституту зернового господарства. – 2005. – №26-27. – С. 104 – 109.

57. Сидоров Ю.Н., Тришина Т.М., Докина Н.Н. Нормы высева сорго при возделывании на зерно в Оренбургской области // Кукуруза и сорго. – 1999. – №2. – С. 20 – 21.

58. Щербаков В.Я. Зерновое сорго. – Киев; Одесса: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 192 с.

59. Мазка Л.Ф. Режим зрошення зернового сорго в умовах півдня України // Зрошуване землеробство. – 1974. – №1. – С. 74–78.

60. Исаков Я.И. В производство должны больше идти низкорослые сорта зернового сорго // Кукуруза. – 1977. – №2. – С. 24–26.

61. Исаков Я.И. Сорго. – М.: Колос, 1975. – 176 с.

62. Vecchiettini M., Lambertini F. Ibridi „BR", distanza tra ie file ed inestimento, in untrienio di ricerca sul sorgo da granella nelia pedecolina Bolognese // Riv. Agronomi. – 1998. – №3. – P. 165–170.

63. Feyt M., Startori V. La culture du sorgho grain // Producteur Agr. franc. – 2001. – №206. – P. 27–28.

64. Исаков Я.И., Орлов В.М., Кучмиев А.Н и др. Сорго и его гибриды: Учебно-практическое пособие. – Ростов: Кн. изд-во, 1986. – 72 с.

65. Жемела Г.П. и др. Справочник по качеству зерна. – К.: Урожай, 1988. – С. 3–18.

66. Лехман С.Д., Рубльов В.І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. – К.: Урожай, 1993. – 272 с.

67. Беляков Г.И. Охрана труда / Г.И. Беляков. – М.: Агропромиздат, 1990. – 320 с.

68. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум: Навчальний посібник. – Суми: ВТД „Універсальна книга", 2003. – 496 с.