МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

«____» _____ 2024 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

РІСТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ПАРАМЕТРІВ СІВБИ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 23 м-а
спеціальності 201 Агрономія
БІЛОВОДСЬКИЙ Сергій
Володимирович

Керівник: ПОЛТОРЕЦЬКИЙ Сергій,
д. с.-г. н., професор

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП 4
РОЗДІЛ 1 РЕКОМЕНДАЦІЇ НАУКОВЦІВ ЩОДО ВИБОРУ НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ ТА ШИРИНИ МІЖРЯДЬ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОРГО ЗЕРНОВОГО (огляд літератури) 6
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ 14
РОЗДІЛ 3 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ..... 15
3.1 Характеристика ґрунту..... 15
3.2 Погодні умови 16
3.3 Схема досліду..... 17
3.4 Технологія вирощування 18
3.5 Методика проведення досліджень 19
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 21
4.1 Польова схожість насіння, густота сходів та збереженість рослин сорго зернового 21
4.2 Динаміка лінійного росту рослин сорго зернового за впливу досліджуваних чинників..... 24
4.3 Індекс листової поверхні, фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу посівів сорго зернового..... 28
4.4 Структура врожаю сорго зернового 38
4.5 Урожайність зерна сорго зернового залежно від досліджуваних чинників 42
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО..... 45
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 48

6.1 Організація охорони праці під час вирощування сорго зернового 48
6.2 Охорона навколишнього природного середовища 52
ВИСНОВКИ 56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 58
ДОДАТКИ 65

ВСТУП

Пріоритетним завданням агропромислового комплексу в умовах глобальних кліматичних змін, нестабільності цінової політики на засоби виробництва та вирощену продукцію, є отримання високих і сталих урожаїв зерна належної якості, що гарантуватиме продовольчу безпеку та економічну незалежність держави. Вирішення цього питання неможливе без розробки та впровадження у виробництво адаптованих технологій вирощування культур, здатних формувати високу і стабільну врожайність у районах недостатнього і нестійкого зволоження, які займають більшу частину території України.

Однією з кращих у цьому відношення культур є сорго оскільки, поряд із здатністю легко переносити високі температури, високою посухо- та солевитривалістю воно, як за потенціалом врожайності, так і за спектром використання, переважає інші зернові культури.

Незважаючи на певні успіхи вирощування сорго зернового потенціал цієї культури реалізований далеко не повністю. Для вирішення завдання підвищення врожайності сорго зернового потрібна подальша робота спрямована на розробку та вдосконалення складових елементів технології вирощування зокрема, на визначення впливу різних варіантів поєднання норми висіву насіння з шириною міжрядь.

Мета досліджень полягала в науковому обґрунтуванні існуючих та розробленні нових ефективних прийомів підвищення врожайності зерна шляхом визначення реакції культури на застосування різних варіантів поєднання норми висіву з шириною міжрядь в умовах Правобережного Лісостепу.

Для досягнення поставленої мети програмою досліджень було передбачено вирішення наступних *завдань*:

– дослідити особливості росту та розвитку рослин сорго зернового залежно від норми висіву насіння та ширини міжрядь;

– визначити вплив норми висіву та ширини міжрядь на динаміку формування сухої біомаси рослин з одиниці площі та однієї рослини, індекс листової поверхні, фотосинтетичний потенціал і чисту продуктивність фотосинтезу;

– проаналізувати показники індивідуальної продуктивності рослин, урожайність і якість зерна за впливу досліджуваних чинників;

– провести економічну оцінку ефективності застосування різних варіантів поєднання норми висіву насіння з шириною міжрядь сорго зернового.

Об'єкт дослідження – порівняння ширини міжрядь і норм висіву насіння за досліджуваними показниками: схожістю насіння, збереженістю рослин; фенологічними спостереженнями; формуванням біометричних показників у динаміці росту та розвитку, фотосинтетичною діяльністю посівів, елементами продуктивності рослин, урожайністю та якістю зерна.

Предмет дослідження – гібрид сорго зернового Сват, норми висіву насіння, ширина міжрядь і їх комплексний вплив на рівень реалізації генетичного потенціалу продуктивності рослин, врожайність та якість зерна.

Апробація результатів досліджень здійснювали на засіданнях наукового гуртка кафедри рослинництва УНУС і студентській науковій конференції в 2024 році (додаток А).

РОЗДІЛ 1
РЕКОМЕНДАЦІЇ НАУКОВЦІВ ЩОДО ВИБОРУ НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ ТА ШИРИНИ МІЖРЯДЬ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОРГО ЗЕРНОВОГО (огляд літератури)

За своїми морфологічними та біологічними особливостями сорго більш складне порівняно з іншими ярими культурами. Ці відмінності накладають відбиток і на особливості технології вирощування, потребують ретельного вивчення характеру росту та розвитку рослин, ретельного дотримання рекомендованих варіантів складових елементів технології вирощування.

До найважливіших елементів технології вирощування сорго зернового відносять норму висіву та ширину міжрядь, різні поєднання яких утворюють певну площу живлення рослин і її форму. З агрономічної точки зору кращою буде такий розмір і форма площі живлення рослин, які забезпечують отримання найвищої врожайності основної продукції [1].

Нормі висіву насіння належить провідна роль у взаємозв'язку агрозаходів, спрямованих на формування високих і сталих урожаї сорго зернового [2]. Урожайність зерна визначається кількістю рослин на одиниці площі й продуктивністю окремо взятої рослини. Саме тому оптимізація норми висіву має виключно важливе значення в підвищенні рівня врожайності рослин [3].

Рівень урожайності рослин тісно пов'язаний з фотосинтетичною діяльністю посівів, яка визначається індексом листової поверхні, фотосинтетичним потенціалом посівів, чистою продуктивністю фотосинтезу. Усі ці показники визначаються з одного боку потенціалом культури, а за іншого – технологією вирощування, зокрема нормою висіву насіння та способом сівби [4].

Норма висіву насіння у поєднанні з шириною міжрядь мають значний вплив на ріст, розвиток, формування продуктивності рослин і врожайність

посівів [5]. Оптимізація цих чинників створює умови для більш повного використання наявних ресурсів вологи, поживних елементів ґрунту, сонячної енергії і в підсумку – формування високої врожайності посівів. Одними з найважливіших чинників, які варто враховувати при визначенні норми висіву є вміст вологи та елементів мінерального живлення в ґрунті [6].

Будучи пластичною культурою сорго здатне формувати високу врожайність зерна в доволі широкому діапазоні площі живлення рослин і її форми. Низьку норму висіву рослини компенсують кущінням і вищою індивідуальною продуктивністю. При загущені посівів інтенсивність кущіння зменшується, знижується продуктивність волотей, при чому чим сильніше загущення, тим більше знижується кущіння, розмір волотей і маса зерна з них. Разом із тим, зниження врожайності зерна, за рахунок більшої кількості рослин на одиниці площі може і не бути. Відмічена особливість, а також широкий асортимент гібридів сорго різних груп стиглості, зумовили значну розбіжність рекомендацій щодо норми висіву та ширини міжрядь сорго зернового [7].

Здатність до кущіння є важливою морфологічною характеристикою рослин сорго зернового, оскільки воно впливає на уловлювання світла, використання вологи, рівень, конкуренцію рослин й інші фізіологічні та біологічні процеси [8].

Автори відмічають, що загущення посівів призводить до зниження коефіцієнту продуктивного кущіння, висоти рослин і діаметру стебла, але врожайність зерна, за рахунок більшої кількості рослин на одиниці площі підвищується [9]. У виробництві норма висіву насіння сортів і гібридів сорго зернового варіює в значному діапазоні, що зумовлено мінливістю кліматичних умов, родючістю ґрунту, різним рівнем культури землеробства, еколого-біологічними особливостями сортів і гібридів [10].

Дотримання оптимальної густоти рослин є одним з пріоритетних завдань технології вирощування. Низька густота приводить до підвищення забур’яненості посівів, зниження ефективності використання сонячної

радіації і зменшення врожайності. У загущених посівах може спостерігатися вилягання рослин, погане проникнення світла в середні та ніжні яруси посівів [11].

Вибір норми висіву має узгоджуватися з напрямом вирощування рослин. На шляху впровадження сорго зернового у виробництво істотною перепоною є низька схожість насіння. Причини цього зазвичай зумовлені технологічними помилками вирощування насіннєвих посівів, що призводить до підвищення різноякості насіння та погіршення його якісних характеристик. Доведено, що найбільш високоякісне насіння сорго формується на головних стеблах. Стебла наступних рангів формують менш життєздатне насіння. Саме тому, вся стратегія насіннєвої агротехніки має бути спрямована на отримання максимально більшої кількості насіння саме на головних стеблах. Ці питання вирішуються правильним добором норми висіву насіння і ширини міжрядь [12].

Роль густоти рослин і форми площі живлення рослин сорго особливо зростає в районах недостатнього зволоження. Ці чинники тісно пов’язані і значною мірою визначають інтенсивність транспірації та фотосинтетичної діяльності посівів, водоспоживання, здатність витримувати конкуренцію з бур’янами тощо [13]. Площа живлення рослин і її конфігурація вносять певні корективи в мікроклімат у посівах, активність біологічних процесів в ґрунті, характер поширення фітопатогенів і їх шкодочинність [14].

У науковій літературі є чимало рекомендацій щодо норм висіву, які доволі сильно відрізняються. Розбіжність між рекомендованими різними дослідниками нормами висіву для сорго зернового дуже велика – від 60 до 800 тис. шт./га і більше [15]. Так, науковці В.Г. Васін і Н.В. Рухлевич [2] кращою нормою висіву сорго зернового для умов Середнього Поволжя вважають 800 тис. шт./га. За такої норми параметри фотосинтетичної діяльності – площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу були найвищими в досліді і, як результат, – найвища врожайність зерна.

Перевагу норми висіву насіння 800 тис. шт./га відмічають також Н.Т. Гайко і В.І. Бескоровний [16]. Ця норма забезпечувала найвищу врожайність у поєднанні з міжряддями 15 см, тоді як на варіантах з міжряддями 70 см урожайність зерна найвищою була за висіву 400 тис. нас./га.

Рекомендовані виробництву норми висіву гібридів сорго зернового часто не відповідають біологічним особливостям рослин через те, що вони визначалися без урахування впливу цілого комплексу інших чинників, серед яких важливе значення має вибір ширини міжрядь [17]. Відстань між рядами рослин має значний вплив на реалізацію потенціалу врожайності зерна. Звуження міжрядь посилює конкурентоспроможність рослин по відношенню до бур'янів за рахунок зменшення пропускної здатності світла між рядами посівів [18].

Сорго зернове зазвичай вирощують з міжряддями від 60 до 75 см, але з розвитком технологічної бази, технологій вирощування і впровадженням у виробництво нових гібридів і сортів відкриваються нові можливості для тестування більш вужчих міжрядь, як джерела підвищення рівня розкриття генетичного потенціалу продуктивності посівів [19].

Серед науковців є думка, що під час вибору ширини міжрядь сорго зернового слід враховувати довгостроковий прогноз погодних умов, а саме опади. У посушливих умовах кращий результат показуватиме широкорядна сівба, у достатньо зволожених – рядкова [20].

Дослідники М.Б. Грабовський, Ю.В. Федорук і Т.О. Грабовська [21] звертають увагу на вибір ширини міжрядь оскільки на їх думку, більшість сортів і гібридів за сівби з міжряддями 15 см формують значно меншу врожайність зерна, ніж за широкорядної сівби. Рядковий спосіб сівби здебільшого використовують при вирощуванні сорго на зелений корм, сіно і в проміжних посівах. За цього способу виключається можливість механічного знищення бур'янів, тож його радять застосовувати на чистих полях за умови внесення гербіцидів [19, 22].

Серед науковців не має єдиної думки щодо норми висіву та ширини

міжрядь для сучасних сортів і гібридів сорго зернового. Ряд дослідників відмічають перевагу звичайного рядкового способу сівби з міжряддями 15 см для сівби сорго зернового, інші [23] висловлюють зовсім іншу думку, віддаючи перевагу широким міжряддям з відстанню між рядами 70 см. Ряд науковців [17, 22] віддають перевагу міжряддям – від 30 до 60 см.

Між нормою висіву насіння та шириною міжрядь є певна залежність: з розширенням ширини міжрядь, норму висіву рекомендують зменшувати. У свою чергу при підвищенні норми висіву радять передбачити звуження міжрядь [4].

За однієї норми висіву відстань між рослинами в рядку за різних варіантів міжрядь значно відрізняється, що і зумовлює важливість врахування норми висіву при виборі міжрядь і навпаки. При цьому варто наголосити, що саме відстань між рослинами в рядку визначає рівень конкурентної боротьби між ними, оскільки відстань між рядами зазвичай більша відстані між окремими рослинами в рядку. За однієї норми висіву насіння, відстань між рослинами в рядку на варіантах з міжряддями 15 см буде втричі більша, ніж на варіантах з міжряддями 45 см і майже в п’ять разів – ніж у широкорядних посівах з міжряддями 70 см [24].

Науковці M.R. Gondal, A. Hussain, S. Yasin, M. Musa і H.S. Rehman [19] порівнюючи різні варіанти поєднання норми висіву й ширини міжрядь, дійшли до висновку, що найвища врожайність зерна сорго формується на варіантах з міжряддям 30 см у поєднанні з нормою висіву 5,0 кг/га. З її підвищенням до 7,5 кг/га і розширенням міжрядь до 45 і 60 см спостерігалося зниження продуктивність рослин і врожайності посівів.

Дослідниця Л.А. Свиридова [17] відмічає перевагу міжрядь 45 см для сучасних гібридів сорго зернового, при цьому вона наголошує на необхідності

коригування норми висіву оскільки гібриди мають різні вимоги щодо параметрів і форми площі живлення рослин. Так, гібриди сорго зернового Прайм і Спринт W вищу врожайність на варіантах з міжряддями 45 см

формували за висіву 200 тис. нас./га, а український гібрид Степовий 8 – за висіву 160 тис. нас./га.

Науковець Я.В. Алєксєєв [25] відмічає важливість врахування морфо-біологічних особливостей сортів і гібридів сорго та міжрядь під час вибору норми висіву. Так, в умовах Північного Степу України, незалежно від погодних умов, при сівбі сорту Дніпровський 39 з міжряддями 45 см він рекомендує встановлювати норму висіву на рівні 140 тис. нас./га, а з міжряддями 70 см – 120 тис. нас./га. Для сорту Вінець при сівбі з міжряддями 45 і 70 см кращою була норма висіву насіння 160 тис. шт./га, для гібриду Прайм – 140 тис. шт./га. Науковець відмічає високу пластичність цих сортів і гібриду Прайм щодо ширини міжрядь оскільки різниця за врожайністю між варіантами з міжряддями 45 і 70 см була неістотною.

В умовах Правобережного Лісостепу України сорти сорго зернового Вінець і Дніпровський 39 найвищу врожайність зерна формували на варіантах поєднання сівби з міжряддями 45 см з нормою висіву 200 тис. нас./га. Сівба з міжряддями 15 см показала гірший результат урожайності обох сортів, однак значно вищий, ніж з міжряддями 70 см [26].

Науковці відмічають перевагу широкорядної сівби з міжряддями 45 см порівняно з міжряддями 70 см [27]. Формування найвищої врожайності зерна така ширина міжрядь забезпечувала в поєднанні з нормою висіву 250–300 тис. шт./га. При цьому, на варіантах з міжряддями 70 см вища врожайність зерна була на варіантах з нормою висіву 200 тис. нас./га. Ці результати говорять про необхідність уточнення ширини міжрядь для кожної норми висіву і навпаки.

Дослідники С.М. Каленська і В.М. Найденко [28], на різних фонах передпосівного внесення азотних добрив відмічали перевагу сівби з міжряддями 50 см порівняно з міжряддями 30 і 70 см як за врожайністю зерна, так і за економічною ефективністю вирощування гібридів різних груп стиглості.

Оптимальна норма висіву насіння сорго зернового для Степу України

становить 140–160 тис. шт./га. Для степової зони Криму рекомендовано широкорядний спосіб з міжряддями 45 і 70 см з нормою висіву насіння 100–140 тис. шт./га [29, 30]. У південній частині Степу і Присівашші, оптимальна норма висіву насіння менша і варіює в межах від 60 до 100 тис. шт./га і лише в більш сприятливі роки може бути підвищена до 140 тис. шт./га [31].

Дослідники М.О. Бойко [22] і Х.М. Макаров [32] для посушливих південних областей України та АР Крим кращим вважають міжряддя 70 см. У більш вологих районах сорго зернове, особливо низькорослих форм, вони рекомендують висівати з міжряддями 45 см. Науковці відмічають, що такі міжряддя забезпечують прибавку врожайності зерна до 0,5 т/га.

Сучасна технологія вирощування сорго зернового, як й інших культур, зазвичай побудована на технології вирощування культури в цілому, без врахування морфо-біологічних особливостей сортів і гібридів [33]. У той же час удосконалення елементів технології вирощування, зокрема визначення оптимальних варіантів поєднання ширини міжрядь і норми висіву завжди є актуальним, оскільки вони тісно пов’язані з особливостями певної ґрунтово-кліматичної зони та особливостями вирощуваних сортів і гібридів [34].

Цікавий досвід вирощування сорго в африканських країнах. Місцеві погодні умови вимушують застосовувати низькі норми висіву цієї культури. Так, місцеві сорти і гібриди сорго на бідних неудобрених ґрунтах висівають з нормою висіву насіння лише 10,0 тис. шт./га [35]. Науковці Малі рекомендують враховувати рівень удобрення культури під час вибору норми висіву. З підвищенням дози внесення добрив вони рекомендують норму висіву дещо збільшувати. Так, ряд дослідників [36, 37] за умови внесення 90 кг/га азоту, норму висіву рекомендують встановлювати на рівні 26,6 тис. шт./га, а за умови внесення 180 кг/га азоту – 53,3 тис. шт./га. Також дослідники наполягають на необхідності урахування морфо-біотипу гібридів. Для більш ранніх з них, та тих що мають меншу кущистість, вони рекомендують норму висіву підвищувати.

У США сорго зернове зазвичай сіють з міжряддями в діапазоні від 70 до

100 см. В Індії більш поширеним способом сівби сорго зернового є широкорядний з міжряддям 45 см [38]. Значна частина фермерів Індії вирощують сорго також з міжряддями 30 см які забезпечують урожайність зерна на одному рівні з міжряддям 45 см [39]. В Австралії практикують сівбу сорго зернового стрічковим способом з відстанню між рядами від 18 до 45 см, а між стрічками – до 2 м [40].

У Франції найпоширеніший спосіб сівби сорго зернового з міжряддями 3040 см. При цьому, норму висіву насіння для ранньостиглих сортів і гібридів встановлюють на рівні 550–600 тис. шт./га, а для середньоранніх і пізньостиглих – близько 300 тис. шт./га. У Сербії і Румунії поширеним є широкорядний спосіб з міжряддями 50 см, при цьому норма висіву в Румунії менша – близько 130 тис. шт./га, проти 200 тис. шт./га – у Сербії [1, 41].

Аналіз матеріалів досліджень щодо норми висіву і ширини міжрядь, враховуючи сучасні кліматичні зміни, а також специфіку морфо-біотипу сучасних сортів і гібридів різних груп стиглості, свідчить про необхідність проведення досліджень в умовах перспективної зони для сорго зернового – Правобережного Лісостепу з метою встановлення оптимальних варіантів поєднання норми висіву з шириною міжрядь, які забезпечують формування найвищої врожайності зерна і підвищення економічних показників виробництва цієї культури.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Гібрид сорго зернового Сват занесений до Державного реєстру рослин України в 2017 р. Його виведено в ДУ Інституті зернових культур НААН. Гібрид Сват відноситься до ранньостиглої групи, має фуражний і зерновий напрям використання і рекомендований для вирощування в Степу та Лісостепу [42].

Рослини цього гібриду заввишки 115–130 см, мають прямостоячу, помірно розлогу червоно-коричневу волоть завдовжки 20–25 см, яка добре продувається. Зернівки мають червоно-коричневе забарвлення, маса 1000 зерен близько 25–27 г. Стебло добре вкрите листям, які досягають довжини 45–50 см і ширини 6–7 см.

У богарних умовах врожайність цього гібриду становить 4,5–5,8 т/га, а в умовах достатньої кількості опадів – до 8,0 т/га і більше. Фаза збиральної стиглості настає в першій-другій декаді вересня. Добре реагує на зрошення та високий агрофон. Має стабільне насінництво.

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту

У Лісостепових районах Черкаської області поширені світло-сірі лісові ґрунти, площа яких складає близько 90 тис. га, сірі лісові ґрунти і чорноземи опідзолені – 165 тис. га; чорноземи типові глибокі малогумусні – 633 тис. га; дернові і лучні ґрунти – 91 тис. га; торф'яники і торф'яно-болотні ґрунти – 19 тис. га. З орних земель близько 51 тис. га засолених і солонцюватих, більше 460 тис. га різних за кислотністю та 34 тис. га – середньо- та сильнозмитих ґрунтів. Опідзолені ґрунти мають товщину гумусного шару від 20 см (світло-сірі лісові) до 35–40 см (чорноземи опідзолені), кислу та слабо кислу реакцію і високу гідролітичну кислотність. Бонітет ґрунтів Черкаської області в середньому складає 65 балів [43].

Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи типові середньо суглинкового гранулометричного складу. Даний тип ґрунту є одним з переважаючих в регіоні Правобережного Лісостепу України та Черкаської області зокрема. Ґрунт характеризується за наступними агрохімічними показниками: Карбонати магнію та кальцію залягають на глибині 55–65 см. В орному шарі (0–30 см) міститься близько 17 відсотків мулуватих частинок і від 46 до 54 відсотків – крупного пилу. Рельєф рівнинний, глибина залягання ґрунтових вод – 8 м.

Агрофізичні та агрохімічні властивості орного (0–30 см) шару ґрунту характеризуються такими показниками: гумусу – 3,5%, загального азоту – 0,31%; гідролітична кислотність – 2,41 мг. екв.; легкогідролізованого азоту (N) – 13,4мг, P_2O_5 – 27,6 мг, K_2O – 9,8 мг на 100 г ґрунту. Ступінь насиченості основами – 90%.

3.2. Погодні умови

Клімат Черкащини – помірно-континентальний, м’який, з достатнім зволоженням. Середня річна температура, за даними багаторічних спостережень, становить +7,2°С, найтепліший місяць (липень) +19,5°С, а найхолодніший (січень) -6°С. Опадів випадає в середньому 500–600 мм за рік; найбільша їх кількість припадає на червень-липень. Осінь часто буває тепла й суха, а для літа характерна велика кількість сонячних днів і тривалий вегетаційний період. Період із середньодобовою температурою вище 10°С у Лісостепу триває 155–170 діб, що по суті дозволяє вирощувати більшість сільськогосподарських культур. Сума активних температур за цей період становить 2300–3000 °С. У цілому кліматичні умови сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур у тому числі й сорго зернового.

Впродовж періоду проведення досліджень погодні показники сильно відрізнялись від середніх багаторічних показників і в цілому були малосприятливими для вегетації рослин досліджуваної культури (табл. 1).

Таблиця 1

Основні і показники погодно-кліматичних умов 2024 року

(за даними метеостанції Умань)

Місяць року	Температура повітря, °С		Сума опадів, мм	
	Середня багаторічна	2024 р.	Середня багаторічна	2024 р.
Травень	15,4	15,2	52	41,8
Червень	19,0	21,2	81	56,5
Липень	20,9	24,4	68	17,9
Серпень	20,1	23,1	49	17,7
За вегетацію	18,9	19,8	250	163,1

В травні спостерігалися посушливі періоди з теплою погодою і дефіцитом опадів. Так, відхилення від середніх багаторічних величин за місяць змінювались від 0,2 °С, а опадів на 10,2 мм випало більше. В окремі дні температури повітря на 0,5–0,8 °С перевищували багаторічну позначку. Найвища температура повітря в кінці місяця сягала близько 22 °С.

Літо 2024 року було жарким, із нерівномірним розподілом опадів і гостро посушливим. Так, за червень опадів було на 24,5 мм або на 30 % менше середньобагаторічної норми 81 мм. Липень і серпень були ще більш посушливіші – випало лише по 17,9 і 17,7 мм, або з дефіцитом надходження цього природнього ресурсу на рівні 74 і 64 % (68 і 49 мм). При цьому, температурний режим в усі місяці літньої вегетації культури характеризувався відхиленнями від середньо-багаторічних даних на 2,2 °С (червень), 3,5 (липень) і 3,0 °С (серпень). І хоча сорго належить до теплолюбивих культур, такі погодні умови в цілому негативно позначилися на ростових процесах і не дозволили повністю реалізувати генетичний потенціал досліджуваного гібриду.

3.3. Схема досліду

Схема двохфакторного досліду: три варіанти міжрядь (чинник А) – 35 см, 45 і 70 см (ділянки першого порядку); чотири норми висіву – 100, 140, 180 і 220 тис. шт./га (ділянки другого порядку). Кількість варіантів у досліді – 12 шт., загальна кількість облікових ділянок – 36 шт. Повторність у досліді триразова, повторення розміщені трьома ярусами.

Площа посівної і облікової ділянки становила 100,0 і 80,0 м^2 відповідно. Загальна площа під дослідом з рахуванням бічних і кінцевих захисних смуг близько 0,46 га.

3.4. Технологія вирощування

Сівбу в дослідах проводили сівалкою СУПН-8. Основні та допоміжні обліки, спостереження й відбір зразків проводили у чотирьох повтореннях на спеціально для цього передбачених лабораторних смугах.

Агротехніка вирощування сорго зернового у проведених польових дослідженнях була загальноприйнятою для Правобережного Лісостепу, за винятком досліджуваних варіантів чинників. Попередником у досліді була пшениця озима, яку вирощували з урахуванням агротехнічних рекомендацій вирощування прийнятих для району проведення досліджень. Після збирання пшениці озимої поле двічі лущили дисковою бороною БДТ-3,0 на глибину 10–12 см з інтервалом у два тижні, що дало можливість знищити значну кількість сходів бур'янів і загорнути рослинні рештки в ґрунт. Після відростання бур'янів проводили оранку на глибину 25–27 см плугом ПОНМ 3–35.

Передпосівний обробіток ґрунту проводили у відповідності з агрозаходами загальноприйнятими для регіону досліджень. Весняний комплекс робіт розпочинали з ранньовесняного боронування ґрунту після настання його фізичної стиглості. У подальшому робили дві культивації – першу на глибину 10–12 см, другу (передпосівну) – 6–8 см.

Одразу після сівби ґрунт прикочували кільчасто-шпоровими котками 3ККШ-6. Посіви боронували. Під час 50–52 мікрофаз за міжнародною шкалою ВВСН проти шкідників і хвороб посіви обприскували фунгіцидом Імпакт Т (0,8 л/га) у баковій суміші з інсектицидом Фосорган Дуо (0,3 л/га). Протягом вегетації проводили кілька міжрядних прополювань для знищення бур'янів.

3.5. Методика проведення досліджень

Польові й лабораторні дослідження проводили з використанням загальноприйнятих методик [44]. Складові варіанти досліджуваних чинників і вибір гібриду проводили з урахуванням актуальних державних завдань і перспектив розвитку сільського господарства України. Вибору досліджуваних чинників і їх варіантів передував аналіз матеріалів наукової літератури. Виходячи з конкретного набору чинників і варіантів, а також враховуючи наявні площі та матеріально-технічну базу НВВ УНУС, розробляли схематичний план, програму досліджень, обирали відповідні методики для її проведення. Тема, її актуальність, новизна, практичне значення, схематичні плани, методики та програма досліджень обговорювалися та затверджувалися на засіданні кафедри рослинництва.

Супутні спостереження, обліки й аналізи проводили за загальноприйнятими методиками агрохімічних і біологічних досліджень, а саме:

- час настання і тривалість фенологічних фаз росту та розвитку досліджуваних гібридів сорго зернового визначали згідно з «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [45], а також фазами та мікрофазами за міжнародною шкалою ВВСН [46];

- польову схожість насіння, густоту сходів і збереженість рослин розраховували за відомими методиками [47];

- площу листової поверхні рослин у динаміці росту та розвитку розраховували методом висічок запропонованим А.А. Ничипоровичем [48];

- фотосинтетичний потенціал (тис. $м^2$×діб/га) посівів сорго зернового за певні міжфазні періоди та в цілому за вегетацію розраховували за формулою Кіде, Веста і Брігса [49];

- чисту продуктивність фотосинтезу (г/$м^2$ за добу) за окремі інтервали та у цілому за вегетаційний період досліджуваних гібридів сорго розраховували

за методикою Грицаєнко зі співавторами [50];

- урожайність зерна визначали під час фази твердої стиглості (92-га мікрофаза за шкалою ВВСН) шляхом суцільного обмолоту на всіх облікових ділянках дослідів. Одночасно зі зважуванням зернової маси відбирали їхні проби для визначення вмісту вологи. Отримані результати з ділянок переводили на один гектар з урахуванням поправки на базисну вологість (14,0%) за формулою (1):

$$У = Уф\ (100 – Вф) / (100 – Вб), \qquad (1)$$

де: У – урожайність зерна за базисної вологості (14,0%), т/га; Уф – урожайність зерна за фактичної вологості, т/га; Вф – вологість зерна фактична, %; Вб – вологість зерна базисна, %;

- структурні елементи врожаю визначали відповідно до Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [51].

- розрахунок показників економічної ефективності (витрати на вирощування, вартість врожаю, прибуток, собівартість і рентабельність) проводили за цінами, що склалися на жовтень 2024 р. відповідно до методики проведення розрахунків економічної ефективності вирощування [52];

- статистичну оцінку основних результатів досліджень проводили згідно методики в редакції В. О. Єщенка зі співавторами [44].

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Польова схожість насіння, густота сходів та збереженість рослин сорго зернового

Під час досліджень з вивчення впливу різних варіантів густоти рослин і рівномірності їх розміщення по площі живлення, важливо проводити облік польової схожості насіння, густоти сходів і збереженості рослин, оскільки ці складові перш за все змінюють кількісні параметри посівів і, в такий спосіб, спричиняють розбіжності за біометричними параметрами, структурними елементами врожаю, врожайністю та якістю продукції.

Щодо впливу норми висіву і ширини міжрядь на польову схожість насіння думки науковців відрізняються. Одна частина [20] наголошує, що з підвищенням норми висіву та розширенням міжрядь до певної межі, польова схожість насіння підвищується, пояснюючи це тим, що під час проростання насінини виділяють ексудати які стимулюють проростання сусідніх насінин, при цьому вони також відмічають більшу синхронність їх проростання. Інші дослідники [19] навпаки, відмічають зниження польової схожості насіння пояснюючи це тим, що з підвищенням норми висіву зростає конкуренція між проростками і їх гине більше. Є також думка що чинники, які відповідають за рівень конкуренції в посівах, не впливають на польову схожість насіння [23].

На нашу думку, жодну з позицій не можна відхиляти, оскільки все залежить від конкретних умов, а саме: від культури, морфо-біотипу гібриду (сорту), варіантів норми висіву і ширини міжрядь, погодних умов, системи живлення, передпосівної обробки насіння тощо. Саме тому, за одних обставин відмічається одна закономірність, за інших – інша.

У проведених дослідах була відмічена тенденція підвищення польової схожості насіння за умови збільшення норми висіву та розширення міжрядь. Водночас, статистично це не доведено по жодному з чинників.

Вплив досліджуваних варіантів норми висіву на мінливість польової схожості насіння був вищім на варіантах з міжряддями 70 см. Так, з підвищенням норми висіву від 100 до 220 тис. шт./га польова схожість насіння на варіантах з міжряддями 35 см зростала на 1,9%, тоді як на варіантах з міжряддями 70 см – на 3,3% (табл. 2).

Таблиця 2

Польова схожість насіння сорго зернового залежно від параметрів сівби, *%*

Ширина міжрядь, см (*чинник А)*	Норма висіву насіння, *тис. шт./га* (*чинник В)*				*Середнє (А)*
	100	140	180	220	
35	74,6	74,9	75,7	76,8	*75,5*
45	75,1	75,4	75,6	76,8	*75,7*
70	75,7	76,7	77,4	79,2	*77,3*
Середнє (В)	*75,1*	*75,7*	*76,2*	*77,6*	*76,2*

На нашу думку це логічно, оскільки з розширенням міжрядь відстань між насінинами в рядку зменшується, тож з підвищенням норми висіву ефект впливу насінин одна на одну буде вищий.

Відмінності між польовою схожістю насіння сорго зернового фактично не було. Так, в середньому за нормами висіву та міжряддями, польова схожість насіння становила 76,2%. З підвищенням норми висіву густота сходів зростала, як власне за рахунок норми висіву, так і за рахунок підвищення польової схожості насіння. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, густота сходів за варіантами міжрядь зростала від 75,1 до 170,7 тис. шт./га (табл. 3).

З розширенням міжрядь від 35 до 70 см густота сходів зростала від 121,2

до 124,2 тис. шт./га. Різниці між густотою сходів на варіантах з міжряддям 35 і 45 см фактично не було, і лише при їх розширенні до 70 см, відмічалося підвищення густоти посівів зумовлене вищими показниками польової схожості насіння.

Таблиця 3

Густота сходів сорго зернового залежно від параметрів сівби, *тис. шт./га*

Ширина міжрядь, *см* (*чинник А)*	Норма висіву насіння, *тис. шт./га* (*чинник В)*				*Середнє (А)*
	100	140	180	220	
35	74,6	104,9	136,3	169,0	*121,2*
45	75,1	105,6	136,1	169,0	*121,5*
70	75,7	107,4	139,3	174,2	*124,2*
Середнє (В)	*75,1*	*106,0*	*137,2*	*170,7*	*122,3*

Вплив норми висіву і міжрядь на збереженість рослин до кінця вегетації був фактично на одному рівні з впливом на польову схожість насіння. Однак закономірність впливу цих чинників була іншою. Так, на відміну від показників польової схожості насіння, збереженість рослин сорго зернового з підвищенням норми висіву й розширенням міжрядь знижувалася. Це логічно, оскільки з підвищенням конкуренції між рослинами внаслідок загущення рослин і сильнішого тиску одна на одну, впродовж вегетації їх випадає більше.

У середньому за варіантами міжрядь, збереженість рослин сорго зернового з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га у відносних показниках зменшувалася на 3,7% (табл. 4).

У цілому по досліду найвищою збереженість рослин сорго зернового 65,8% відповідно, була на варіантах поєднання норми висіву насіння 100 тис. шт./га з міжряддями 35 см, а найменшою – 62,7% відповідно – на варіантах з найвищою конкуренцією в посівах, тобто за поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 70 см.

Таблиця 4

Збереженість рослин сорго зернового залежно від параметрів сівби, *%*

Ширина міжрядь, *см* (*чинник А)*	Норма висіву насіння, *тис. шт./га* (*чинник В)*				*Середнє (А)*
	100	140	180	220	
35	65,8	64,0	63,9	62,1	*64,0*
45	65,3	64,5	63,5	64,1	*64,4*
70	64,7	63,0	62,7	62,7	*63,3*
Середнє (В)	*65,3*	*63,8*	*63,4*	*63,0*	*63,9*

Більший вплив на мінливість збереженості рослин сорго зернового мали норми висіву. Так, за їх впливу, збереженість рослин варіювала в межах від 63,3 до 65,1%, тоді як за впливу різних варіантів ширини міжрядь – від 63,6 до 64,5%.

З розширенням міжрядь від 35 до 45 см зниження показників збереженості рослин сорго зернового фактично не було і лише з їх розширенням до 70 см відмічено її зниження. Так, у середньому за нормами висіву, збереженість рослин з розширенням міжрядь від 35 до 45 см знижувалася лише на 0,2% (від 64,5 до 64,3%), а від 45 до 70 см – на 0,7% (від 64,3 до 63,6%).

Збереженість рослин сорго зернового у середньому за нормами висіву та міжряддями становила 63,9%.

4.2 Динаміка лінійного росту рослин сорго зернового за впливу досліджуваних чинників

Досліджувані варіанти поєднання міжрядь з нормою висіву спричиняли зміни висоти рослин у всі фази росту та розвитку. Загальною закономірністю було витягування рослин сорго зернового за умови підвищення конкуренції в

посівах, тобто при збільшенні норми висіву та розширенні міжрядь.

З підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га висота рослин сорго зернового поступово зростала від 21,5 до 22,5 см (табл. 5). Під поняттям «поступово» ми маємо на увазі фактично однакове збільшення висоти рослин – 0,3–0,4 см за підвищення норми висіву на прийнятий у дослідженнях крок градації – 40 тис. шт./га.

Таблиця 5

Висота рослин сорго зернового у фазі кущіння

залежно від параметрів сівби, *%*

Ширина міжрядь, *см* (*чинник А)*	Норма висіву насіння, *тис. шт./га* (*чинник В)*				*Середнє (А)*
	100	140	180	220	
35	20,6	20,7	20,8	21,1	*20,8*
45	20,8	21,1	21,4	21,7	*21,3*
70	21,2	21,5	21,9	22,5	*21,8*
Середнє (В)	*20,9*	*21,1*	*21,4*	*21,8*	*21,3*

Вплив досліджуваних варіантів міжрядь на мінливість висоти рослин сорго зернового у фазу кущіння був фактично на одному рівні з нормою висіву, оскільки діапазон варіабельності показника був фактично такий самий – від 20,6 до 22,5 см. При цьому важливо відмітити незначну розбіжність висоти рослин сорго зернового між варіантами з міжряддями 35 і 45 см – лише 0,3 см. Однак це характерно саме для ранньої фази – кущіння і для середнього значення норми висіву насіння.

Висота рослин під час кущіння значно зростала з розширенням міжрядь до 70 см. Це логічно, адже порівняно з міжряддями 35 см, відстань між рослинами в рядку за однакової норми висіву зменшується вдвічі. Так, з розширенням міжрядь від 35 до 70 см висота рослин під час зростала на 4,1%. Різниці за цим показником між варіантами з міжряддями 35 і 45 см не було.

Вплив міжрядь на висоту рослин під час кущіння залежав від норми висіву. Найвищим він був за норми висіву насіння 220 тис. шт./га. Це логічно, адже зі збільшенням норми висіву конкуренція зростає, тож напруга між рослинами за зменшення відстані між ними в рядку буде зростати. Зокрема, на варіантах з нормою висіву насіння 100 тис. шт./га висота рослин сорго зернового за умови розширення міжрядь від 35 до 70 см у середньому зростала лише на 0,6 см, або на 2,8%, тоді як на варіантах з нормою висіву 220 тис. шт./га – на 1,4 см, або більше ніж на 6%.

На варіантах з нормою висіву насіння 100 тис. шт./га різниці між висотою рослин сорго зернового на варіантах з міжряддями 35 і 45 см фактично не було. Її почали відмічати лише починаючи з норми висіву насіння 140 тис. шт./га. Це свідчить про фактично рівнозначний рівень конкурентної боротьби між рослинами в межах поєднання цих варіантів.

Під час фази виходу в трубку різниці за висотою рослин сорго зернового на варіантах з міжряддями 35 і 45 см в діапазоні норм висіву насіння від 100 до 180 тис. шт./га фактично не було. Так, висота рослин у цю фазу, при розширенні міжрядь від 35 до 45 см, за норм висіву насіння 100, 140 і 180 тис. шт./га збільшувалася на 0,4, 0,6 і 0,9 см відповідно (табл. 6) і лише за норми висіву насіння – 220 тис. шт./га, різниця за висотою рослин на варіантах з міжряддями 35 і 45 см була очевидною – 2,6 см, або 3,8%.

Таблиця 6

Висота рослин сорго зернового у фазі трубкування залежно від параметрів сівби, *%*

Ширина міжрядь, *см* (*чинник А)*	Норма висіву насіння, *тис. шт./га* (*чинник В)*				*Середнє (А)*
	100	140	180	220	
35	69,6	69,9	70,7	71,6	*70,5*
45	70,1	70,7	71,6	75,5	*72,0*
70	70,6	71,6	73,2	75,4	*72,7*
Середнє (В)	*70,1*	*70,7*	*71,8*	*74,2*	*71,7*

Серед досліджуваних чинників більший вплив на висоту рослин сорго зернового в цю фазу чинили норми висіву. Зокрема, діапазон розбіжності цього показника за їх впливу становив 3,5 см (67,5 і 71,0 см – за норм висіву насіння 100 і 220 тис. шт./га відповідно), тоді як за впливу досліджуваних варіантів міжрядь – 2,2 см (67,8 і 70,0 см – за міжрядь 35 і 70 см відповідно).

Як і під час попередньо розглянутих фаз, у фазі достигання рослини сорго зернового найвищими були на варіантах з найбільшою конкуренцією між рослинами в посівах, а саме на варіантах з міжряддями 70 см і нормою висіву насіння 220 тис. шт./га. Висота рослин на цих варіантах у середньому становила 104,8 см (табл. 7).

Таблиця 7

Висота рослин сорго зернового у фазі достигання залежно від параметрів сівби, *%*

Ширина міжрядь, *см* (*чинник А)*	Норма висіву насіння, *тис. шт./га* (*чинник В)*				*Середнє (А)*
	100	140	180	220	
35	96,9	96,8	97,5	98,8	*97,5*
45	97,6	98,3	100,2	101,8	*99,5*
70	98,4	99,4	101,6	104,8	*101,1*
Середнє (В)	*97,6*	*98,2*	*99,8*	*101,8*	*99,4*

Вплив досліджуваних варіантів міжрядь на мінливість висоти рослин в цю фазу найвищим був на варіантах з нормою висіву насіння 220 тис. шт./га. Так, з розширенням міжрядь від 35 до 70 см, висота рослин на варіантах з нормою висіву насіння 100 тис. шт./га збільшувалася в середньому лише на 1,6 см (1,5%), тоді як на варіантах з нормою висіву насіння 220 тис. нас./га – на 6,0 см (5,6%).

Вплив норми висіву на висоту рослин значно вищим був на варіантах з міжряддями 70 см. На нашу думку це логічно, оскільки за вужчих міжрядь негативний ефект від загущення посівів певною мірою нівелюється за

рахунок кращої форми живлення рослин. Тож вплив норми висіву прогнозовано вищим буде саме на варіантах з ширшим міжряддям. Так, за норми висіву насіння 220 тис. шт./га, за умови отримання повноцінних сходів і стовідсоткової збереженості рослин, відстань у рядку між ними на варіантах з міжряддями 35 і 45 см становитиме 13,0 і 10,1 см, а на варіантах з міжряддями 70 см – лише 6,5 см. Так, площа живлення при цьому буде однаковою – близько 455 $см^2$, однак форма площі на варіантах з міжряддями 70 см буде видовжена з відношенням сторін більше ніж 10:1, що і є причиною значно вищої конкуренції між рослинами порівняно з варіантами міжрядь 35 і 45 см, оскільки конкуренція в цьому випадку визначатиметься саме відстанню між рослинами в рядку.

4.3 Індекс листової поверхні, фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу посівів сорго зернового

Виключно важливе значення у формуванні продуктивності рослин і посівів у цілому відіграє листовий апарат та ефективність його роботи. Логічно, що з утворенням більшої площі листя посіви закладають кращу основу для отримання вищої врожайності. Враховуючи тісний прямий вплив досліджуваних елементів технології вирощування на параметри та активність роботи листків рослин, програмою досліджень передбачалося визначення індексу листової поверхні (ІЛП), площі листя однієї рослини, фотосинтетичного потенціалу (ФП) та чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) в динаміці росту та розвитку рослин сорго зернового.

Досліджувані чинники істотно впливали на зміну показників ІЛП та площі листя однієї рослини у фазі кущіння. Найбільших змін ІЛП посівів сорго зернового зазнавав за впливу норми висіву, тим більше що її досліджуваний діапазон перевищував 100%. Так, ІЛП рослин за норм висіву

насіння 100, 140, 180 і 220 тис. шт./га в середньому становив 0,65, 0,87, 1,07 і 1,24 (табл. 8).

Таблиця 8

Індекс листової поверхні (перед рискою), і площа листя (*см*^{2}) однієї рослини (після риски) сорго зернового під час фази кущіння залежно від параметрів сівби

Ширина міжрядь, *см* (*чинник А)*	Норма висіву насіння, *тис. шт./га* (*чинник В)*				*Середнє (А)*
	100	140	180	220	
35	0,61 / 829	0,84 / 807	1,07 / 788	1,27 / 755	*0,95 / 795*
45	0,61 / 826	0,81 / 773	1,02 / 754	1,19 / 707	*0,91 / 765*
70	0,58 / 773	0,75 / 709	0,92 / 666	1,04 / 603	*0,82 / 688*
Середнє (В)	*0,60 / 809*	*0,80 / 763*	*1,00 / 736*	*1,17 / 688*	*0,89 / 749*

За поступового підвищення норми висіву приріст ІЛП зменшувався, оскільки зростала конкуренція між рослинами. Так, з її підвищенням від 100 до 140 тис. шт./га, ІЛП у відносних показниках зростав на 34%, від 140 до 180 тис. шт./га – на 23% і від 180 до 220 тис. шт./га – лише на 16%.

Вплив норми висіву на ІЛП найбільшим був на варіантах з найвужчими міжряддями. Так, з її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га, ІЛП на варіантах з міжряддями 35 см зростав на 0,68, тоді як на варіантах з міжряддями 70 см – лише на 0,49. Між варіантами з міжряддями 35 і 45 см різниця була значно меншою.

Вплив міжрядь на мінливість ІЛП посівів сорго зернового був меншим порівняно з нормою висіву, однак достовірним. Найбільше цей показник знижувався з розширенням міжрядь від 45 до 70 см. Так, у середньому за нормами висіву, з розширенням міжрядь від 35 до 45 см ІЛП посівів сорго зернового зменшувався на 4,1%, а з розширенням міжрядь від 45 до 75 см – майже на 8,0%.

Вплив цього чинника з підвищенням норми висіву зростав. Так, на

варіантах з нормою висіву насіння 100 тис. шт./га, з розширенням міжрядь від 35 до 70 см, ІЛП зменшувався лише на 5,2% відповідно, тоді як за норми висіву насіння 220 тис. шт./га – уже на 22,1%. Істотна взаємодія цих чинників доведена статистичним аналізом.

Площа листків однієї рослини у фазі кущіння більших змін зазнавала також за впливу норми висіву. Оскільки з її підвищенням конкуренція між рослинами зростала, то цілком логічним є зменшення їх розмірів, а відповідно і площі листової поверхні. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, площа листя однієї рослини в середньому за шириною міжрядь зменшувалася з 875 до 726 см^2, або майже на 20,0%. Варто відмітити, що найбільше цей показник зменшувався з підвищенням норми висіву насіння від 180 до 220 тис. шт./м^2 – на 59 см^2 (8,0%) (див. табл. 8).

Досліджувані варіанти міжрядь також спричиняли істотні зміни площі листя однієї рослини. Не може викликати сумніву факт підвищення площі листків однієї рослини з покращенням форми площі живлення, тобто зі звуженням міжрядь. Тож, найбільшою вона була на варіантах з міжряддями 35 см – 845 см^2. З розширенням міжрядь від до 70 см площа листя однієї рослини у середньому зменшувалася 95 см^2 (13%). Різниця між варіантами з міжряддями 35 і 45 см була значно меншою – 32,0 см^2 (3,9%).

Вплив міжрядь на мінливість площі листків однієї рослини значно зростав з підвищенням норми висіву. Так, зі звуженням міжрядь від 70 до 35 см, площа листя однієї рослини сорго зернового на варіантах з нормою висіву насіння 100 тис. шт./га зростала на 56 см^2 (7,2%), тоді як на варіантах з нормою висіву насіння 220 тис. шт./га – на 152 см^2 (25,2%) відповідно.

У цілому під час кущіння, площа листків однієї рослини сорго зернового була близькою у межах поєднання варіантів норми висіву насіння від 100 до 180 тис. шт./га з міжряддям 35 см, сполучення норм висіву насіння 100 і 140 тис. шт./м^2 з міжряддями 45 см і норми висіву насіння 100 тис. шт./га з міжряддям 70 см.

Під час фази виходу в трубку вплив норми висіву на зміну ІЛП рослин сорго зернового у відносних показниках був дещо меншим порівняно з попередньою фазою і це логічно, адже при збільшенні параметрів рослин вони сильніше тиснуть одна на одну, що призводить до загострення конкуренції між ними. Так, у середньому за шириною міжрядь, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, ІЛП під час виходу в трубку у відносних показниках зростав на 74%, а під час кущіння, як раніше наголошувалося, – на 90%.

Як і під час попередньої фази, у фазі виходу в трубку була відмічена істотна взаємодія норми висіву з досліджуваними міжряддями, яка проявлялася в частковому нівелювання впливу норми висіву при звуженні міжрядь і зменшенні розбіжності між показниками за впливу ширини міжрядь при зменшенні норми висіву. Так, зі звуженням міжрядь від 70 до 35 см ІЛП сорго зернового на варіантах з нормою висіву 100, 140, 180 і 220 тис. нас./га зростав на 5%, 9, 12 і 19% відповідно. У свою чергу, з підвищенням норми висіву від 100 до 220 тис. нас./га ІЛП посівів сорго зернового на варіантах з міжряддями 35, 45 і 70 см підвищувався на 83, 75 і 62% відповідно (табл. 9).

Таблиця 9

Індекс листової поверхні (перед рискою), і площа листя (*см*^{2}) однієї рослини (після риски) сорго зернового під час фази трубкування залежно від параметрів сівби

Ширина міжрядь, *см* (*чинник А)*	Норма висіву насіння, *тис. шт./га* (*чинник В)*				*Середнє (А)*
	100	140	180	220	
35	1,70 / 2627	2,20 / 2412	2,72 / 2305	3,17 / 2167	*2,45 / 2378*
45	1,67 / 2569	2,13 / 2332	2,61 / 2229	2,97 / 2042	*2,35 / 2293*
70	1,60 / 2438	1,98 / 2147	2,36 / 1979	2,62 / 1774	*2,14 / 2085*
Середнє (В)	*1,66 / 2545*	*2,10 / 2297*	*2,56 / 2171*	*2,92 / 1994*	*2,31 / 2252*

На відміну від норми висіву, вплив міжрядь на мінливість ІЛП посівів сорго зернового під час фаз кущіння та виходу в трубку був фактично однаковим. Так, зі звуженням міжрядь від 70 до 35 см, цей показник у середньому зменшувався на 12,1%. Крім того, як і під час попередньої фази, більшою мірою зміна цього показника спостерігалася з розширенням міжрядь від 45 до 70 см. Різниця між ІЛП на варіантах з міжряддями 35 і 45 см була значно меншою, однак теж істотною.

Вплив норми висіву на зміну площі листя однієї рослини під час фази виходу в трубку порівняно з попередньою фазою значно зростав. Зокрема, у цій фазі, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га площа листя однієї рослини сорго зернового у середньому за іншими чинниками зменшувалася на 28,8%, тоді як у фазі кущіння на 20,5%. Відмічена розбіжність є цілком закономірною, адже з наростанням вегетативної маси рослин, конкуренція між ними зростає, що призводить до часткового нівелювання впливу норми висіву насіння.

Площа листків однієї рослини під час виходу в трубку найбільшою була на варіантах з міжряддями 35 см – 2378 см^2 відповідно. З розширенням міжрядь вона істотно зменшувалася. Більшою мірою її зниження відбувалося з розширенням міжрядь від 45 до 70 см – на 10,0%. Різниця за площею листків однієї рослини між варіантами з шириною міжрядь 35 і 45 см була значно меншою – 85 см^2 або 3,7%.

Площа листків однієї рослини сорго зернового на варіантах з міжряддями 70 см була істотно меншою, ніж на варіантах з міжряддями 35 і 45 см за всіх норм висіву. На варіантах з міжряддями 35 і 45 см площа листків однієї рослини сорго зернового істотно не відрізнялася на варіантах з нормою висіву 100 тис. шт./га. З підвищенням норми висіву різниця між цими показниками була істотною і поступово зростала.

Поряд з визначенням ІЛП та площі листків рослини важливо визначити фотосинтетичний потенціал посівів (ФПП), оскільки цей показник дає можливість більш об’єктивно оцінити параметри листової поверхні посівів. Звісно, ІЛП дає можливість порівняти площу листової поверхні лише у

певний час. На відміну від нього, ФПП показує параметри площі листя за певний період часу. Площа листків однієї рослини також не дає повної оцінки про параметри площі листової поверхні посівів більше підходячи для характеристики продуктивності рослини. Виходячи з цього, нами було розраховано та проаналізовано ФПП за різні періоди розвитку рослин, та у цілому за вегетацію (табл. 10).

Не викликає сумніву те, що ФПП сорго зернового в досліджувані фази росту та розвитку найбільших змін зазнавав за впливу норми висіву. Розбіжність між показниками ФПП за впливу цього чинника перевищувала 40,0%. З ростом рослин розбіжність між показниками ФПП за впливу норми висіву частково нівелювалася. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га, ФПП за період фаз кущіння, виходу в трубку, викидання волоті та міжфазний період формування-достигання зерна зростав на 88,5%, 69,4%, 55,5 і 50,0% відповідно.

За поступового підвищення норми висіву ФПП поступово зменшувався. Більшою мірою ця тенденція була характерна для фаз викидання волоті та міжфазного періоду формування-достигання зерна. Так, з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 140 тис. шт./га ФПП сорго зернового за міжфазний період формування-достигання зерна в середньому збільшувався на 237,7 тис. м^2 діб/га (на 22,2%), тоді як від 180 до 220 тис шт./га – лише на 116,4 тис. м^2 діб/га, або на 6,9% відповідно.

Вплив норми висіву на ФПП сорго зернового був значно вищий на варіантах з міжряддями 35 і 45 см. Крім того, з часом він ставав більш очевидним. Так, за міжфазний період формування–достигання зерна з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га ФІІ на варіантах з міжряддями 35 см збільшувався на 57,1%, з міжряддями 45 см – на 49,8%, а на варіантах з міжряддями 70 см – лише на 42,7% відповідно. З підвищенням норми висіву насіння від 180 до 220 тис. шт./га ФПП за міжфазний період формування–достигання зерна на варіантах з міжряддями 70 см зростав менше ніж на 5,0%.

Таблиця 10

Фотосинтетичний потенціал посівів сорго зернового залежно від параметрів сівби, *тис. м^2 діб/га*

Ширина міжрядь, см (чинник *А)*	Норма висіву, тис. нас./га (чинник *В)*	Фаза росту та розвитку				Сумарний ФПП
		кущіння	трубкування	викидання волоті	формування –достигання зерна	
35	100	119,6	323,9	665,7	1212,3	2395,7
	140	163,3	414,8	835,4	1509,3	3031,5
	180	202,4	505,0	1003,9	1754,4	3602,0
	220	238,2	573,8	1090,6	1904,3	3978,9
45	100	118,2	310,9	650,2	1195,3	2346,1
	140	155,3	394,4	802,0	1455,0	2907,6
	180	193,0	479,7	954,7	1675,1	3433,6
	220	224,0	535,6	1032,2	1790,7	3741,5
70	100	112,9	300,4	649,2	1177,1	2309,7
	140	145,8	369,6	788,5	1414,8	2815,0
	180	177,0	434,4	887,9	1596,5	3222,3
	220	198,8	474,2	932,8	1680,0	3434,5
Середнє за чинником А	*35*	*180,9*	*454,4*	*898,9*	*1595,1*	*3252,0*
	45	*172,6*	*430,2*	*859,8*	*1529,0*	*3107,2*
	70	*158,6*	*394,7*	*814,6*	*1467,1*	*2945,4*
Середнє за чинником С	*100*	*116,9*	*311,7*	*655,0*	*1194,9*	*2350,5*
	140	*154,8*	*392,9*	*808,6*	*1459,7*	*2918,0*
	180	*190,8*	*473,0*	*948,8*	*1675,3*	*3419,3*
	220	*220,3*	*527,9*	*1018,5*	*1791,7*	*3718,3*
Середнє		*170,7*	*426,4*	*857,8*	*1530,4*	*3101,5*

Сівба з міжряддями 35 см сприяла формування значно вищих показників ФПП за всі періоди росту та розвитку рослин. Сумарний ФПП у середньому за нормами висіву на варіантах з міжряддями 35 см, 45 і 70 см становив

3252,0, 3107,2 і 2945,4 тис. м^2 діб/га.

Найвищий сумарний ФПП був на варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см – 3978,9 тис. м^2 діб/га. Порівняно з варіантом поєднання норми висіву 180 тис. нас./га і міжрядь 35 см, сумарний ФПП зріс на 10,5 %.

У підсумку слід відмітити тенденцію істотного підвищення показників ФПП за всі досліджувані періоди зі звуженням міжрядь від 70 до 35 см і зниження приросту цього показника за умови підвищення норми висіву. Крім того, тенденція зменшення різниці за показниками ФПП за поступового підвищення норми висіву більшою мірою відмічалася на варіантах з міжряддями 70 см, що свідчить про сильніше зростання конкуренції в посівах між рослинами.

Поряд з визначенням ФПП важливо визначити чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), яка характеризує активність роботи листового апарату. Вищі показники ФПП не завжди гарантують формування вищої врожайності культури, оскільки при цьому частина листової поверхні може бути затінена і не приймати участі в поглинанні ФАР. Тож, нами було поставлено завдання розрахувати ЧПФ у різні фази росту і розвитку та в середньому за вегетацію рослин сорго зернового.

Розбіжність між показниками ЧПФ за впливу досліджуваних варіантів поєднання норми висіву та ширини міжрядь найменшою була у фазі кущіння. На нашу думку це логічно, адже в цю фазу рослини мають менші «габарити» кореневої системи і надземної маси, відповідно менше конкурують, а значить, мають менші розбіжності в активності роботи листової поверхні.

За впливу норми висіву розбіжність між показниками ЧПФ під час фази кущіння сорго зернового становила лише 0,10 г/м^2×добу, або близько 2,5%. Найвищим цей показник був на варіанті з найменшою нормою висіву насіння – 100 тис. шт./га і становив 4,04 г/м^2×добу (табл. 11).

Взаємодії норми висіву з міжряддями на зміну показників ЧПФ під час фази кущіння фактично не було, оскільки за різних міжрядь з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 220 тис. шт./га цей показник знижувався

аналогічно. Так, з її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га показник ЧПФ на варіантах з міжряддями 35 см, 45 і 70 см знижувався на 2,0%, 3,0 і 2,3% відповідно.

Таблиця 11

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сорго зернового залежно від параметрів сівби, *г/м²×добу*

Ширина міжрядь, см (чинник *А)*	Норма висіву, тис. нас./га (чинник *В*)	Фази росту та розвитку			Середня за вегетацію
		кущіння	трубку-вання	викидання волоті	
35	100	4,07	4,73	4,64	3,46
	140	4,04	4,73	4,61	3,45
	180	4,03	4,68	4,57	3,38
	220	3,99	4,64	4,52	3,36
45	100	4,03	4,92	4,62	3,43
	140	4,00	4,69	4,60	3,42
	180	3,99	4,61	4,55	3,32
	220	3,91	4,54	4,46	3,26
70	100	4,01	4,63	4,54	3,31
	140	3,98	4,58	4,48	3,24
	180	3,91	4,50	4,42	3,15
	220	3,92	4,35	4,20	2,99
Середнє за чинником А	*35*	*4,03*	*4,70*	*4,59*	*3,41*
	45	*3,98*	*4,69*	*4,56*	*3,36*
	70	*3,96*	*4,52*	*4,41*	*3,17*
Середнє за чинником С	*100*	*4,04*	*4,76*	*4,60*	*3,40*
	140	*4,01*	*4,67*	*4,56*	*3,37*
	180	*3,98*	*4,60*	*4,51*	*3,28*
	220	*3,94*	*4,51*	*4,39*	*3,20*
Середнє		*3,99*	*4,64*	*4,52*	*3,31*

Вплив досліджуваних варіантів ширини міжрядь на мінливість

показників ЧПФ під час фази кущіння був фактично на одному рівні з впливом норми висіву. З розширенням міжрядь від 35 до 70 см спостерігалася тенденція зменшення показника. Зокрема, цей показник зменшувався на 1,8%.

Вплив норми висіву на зміну показників ЧПФ під час фази виходу в трубку був значно вищий, ніж у попередню фазу. Найбільше цей показник зменшувався з підвищенням норми висіву насіння від 180 до 220 тис. шт./га, що пов’язано із загостренням конкуренції між рослинами.

З розширенням міжрядь ЧПФ рослин сорго зернового зменшувалася. Зокрема, з розширенням міжрядь від 35 до 70 см, ЧПФ під час фази виходу в трубку зменшувалася на 4,0%. Варто відмітити відсутність різниці за показником ЧПФ в цю фазу між варіантами з міжряддями 35 і 45 см. Помітне зниження показника відмічалося лише з розширенням міжрядь до 70 см.

Вплив норми висіву на мінливість показників ЧПФ під час фази виходу рослин у трубку вищим був на варіантах з міжряддями 70 см, що свідчить про взаємодію цих чинників. Зокрема, розбіжність між показниками ЧПФ за впливу норми висіву на варіантах із міжряддями 35 см становила 1,9%, тоді як на варіантах із міжряддями 70 см – 6,4%.

У середньому за вегетацію найвищі показники ЧПФ були відмічені у варіантах поєднання норми висіву насіння 100 і 140 тис. шт./га з міжряддями 35 і 45 см. Так, ЧПФ на цих варіантах становила 3,42–3,46 г/м^2×добу відповідно. Найменшим цей показник був на варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 70 см – 2,99 г/м^2×добу.

Різниця між середніми за вегетацію показниками ЧПФ на варіантах з міжряддями 35 і 45 см була не значною. Зокрема, у середньому за нормами висіву, вона становила 0,05 г/м^2×добу, або лише 1,5% відповідно. Розширення міжрядь до 70 см призводило до значного зниження показників ЧПФ. Так, різниця між варіантами 45 і 70 см становила 0,19 г/м^2×добу, або 6,0%.

4.4 Структура врожаю сорго зернового

Досліджувані чинники по різному впливали на мінливість елементів продуктивності волотей різних систем стебел рослин. Так, кількість волотей головних стебел, а також озерненість волотей головних і бічних стебел більших змін зазнавали за впливу норми висіву, а вплив міжрядь більшою мірою відмічався на мінливості кількості волотей бічних стебел.

Вплив норми висіву більшою мірою відмічали на зміні кількості волотей головних стебел. Так, у середньому за міжряддями, з підвищенням норми висіву від 100 до 220 тис. шт./га вона зростала більш ніж у двічі – з 49,1 до 107,3 тис. шт./га (табл. 12).

Таблиця 12

Кількість волотей головних стебел рослин сорго зернового залежно від параметрів сівби, *тис. шт./га*

Ширина міжрядь, *см* (*чинник А)*	Норма висіву насіння, *тис. шт./га* (*чинник В)*				*Середнє (А)*
	100	140	180	220	
35	49,1	67,1	87,0	106,0	*77,3*
45	49,1	68,1	86,7	107,1	*77,8*
70	49,0	67,7	87,4	105,3	*77,4*
Середнє (В)	*49,1*	*67,6*	*87,0*	*106,1*	*77,5*

Вплив норми висіву на мінливість кількості волотей головних стебел сорго зернового за всіх міжрядь був фактично однаковим. Так, з підвищенням норми висіву від 100 до 220 тис. шт./га, кількість волотей головних стебел на варіантах з міжряддями 35, 45 і 70 см зростала на 116%, 118 і 115% відповідно.

Кількість волотей бічних стебел зазнавала менших змін за впливу норми висіву, крім того, напрям цього зв’язку змінювався. Так, з її підвищенням від 100 до 180 тис. шт./га, кількість волотей бічних стебел зростала на 24,5 тис.

шт./га (59%), а при її підвищенні понад 180 тис. шт./га навпаки, – скорочувалася більш ніж на 8,0 тис. шт./га (14%) (табл. 13).

Подібні закономірності відмічені на посівах з різними міжряддями. Такі зміни є логічними оскільки з підвищенням норми висіву продуктивна кущистість буде зменшуватися, тож до певного її підвищення кількість бічних стебел зростатиме за рахунок збільшення густоти рослин, однак при досяганні певної межі, подальше загущення не перекриває зниження продуктивної кущистості. Подібне відмічають інші дослідники [23].

Таблиця 13

Кількість волотей бічних стебел сорго зернового залежно від параметрів сівби, *тис. шт./га*

Ширина міжрядь, *см* (*чинник А)*	Норма висіву насіння, *тис. шт./га* (*чинник В)*				*Середнє (А)*
	100	140	180	220	
35	49,1	67,1	87,0	106,0	*77,3*
45	49,1	68,1	86,7	107,1	*77,8*
70	49,0	67,7	87,4	105,3	*77,4*
Середнє (В)	*49,1*	*67,6*	*87,0*	*106,1*	*77,5*

Впливу міжрядь на мінливість кількості волотей головних стебел фактично не було однак кількість волотей бічних стебел зазнавала істотних змін. Так, на варіантах з міжряддями 35 і 70 см кількість волотей бічних стебел у середньому становила 58,5 і 51,5 тис. шт./га відповідно. Тож, лише за рахунок кількості волотей бічних стебел, за умови, що всі інші елементи структури врожаю будуть однакові, на варіантах з міжряддями 35 см, урожайність зерна бічної системи стебел сорго зернового буде на 14% вищою, ніж на варіантах із міжряддями 70 см.

У середньому за нормами висіву та міжряддями, кількість зерен у волоті головної і бічної системи стебел сорго зернового становила 1938 і 1543 шт. відповідно (табл. 14 і 15).

Таблиця 14

Продуктивність волоті головного стебла сорго зернового залежно від параметрів сівби

Ширина міжрядь, *см* (чинник *А)*	Норма висіву, *тис. нас./га* (чинник *В)*	Зерен у волоті, *шт.*	Маса 1000 зерен, *г*	Маса зерна з волоті, *г*
35	100	2017	20,6	41,5
	140	2004	20,5	41,0
	180	1970	20,5	40,3
	220	1899	20,3	38,6
45	100	1998	20,5	40,8
	140	1991	20,5	40,8
	180	1946	20,4	39,6
	220	1854	20,3	37,5
70	100	1975	20,5	40,5
	140	1946	20,3	39,5
	180	1896	20,2	38,3
	220	1762	20,1	35,3
Середнє за чинником А	*35*	*1973*	*20,5*	*40,4*
	45	*1947*	*20,4*	*39,7*
	70	*1895*	*20,3*	*38,4*
Середнє за чинником С	*100*	*1997*	*20,5*	*40,9*
	140	*1980*	*20,4*	*40,4*
	180	*1937*	*20,4*	*39,4*
	220	*1838*	*20,2*	*37,1*
Середнє		*1938*	*20,4*	*39,5*

У цілому по досліду найбільша маса зерна з волоті головного стебла сорго зернового формувалася на варіантах з найбільшою відстанню між рослинами, тобто за норми висіву насіння 100 тис. шт./га і міжряддях 35 см – 32,9 г.

Таблиця 15

Продуктивність волоті бічної системи стебел сорго зернового залежно від параметрів сівби

Ширина міжрядь, *см* (чинник *А)*	Норма висіву, *тис. нас./га* (чинник *В)*	Зерен у волоті, *шт.*	Маса 1000 зерен, *г*	Маса зерна з волоті, *г*
35	100	1618	20,4	32,9
	140	1609	20,3	32,7
	180	1583	20,2	32,0
	220	1524	20,1	30,6
45	100	1610	20,4	32,8
	140	1582	20,3	32,1
	180	1546	20,1	31,1
	220	1479	20,1	29,7
70	100	1590	20,2	32,1
	140	1543	20,1	30,9
	180	1456	20,1	29,2
	220	1374	19,9	27,3
Середнє за чинником А	*35*	*1584*	*20,3*	*32,1*
	45	*1554*	*20,2*	*31,4*
	70	*1491*	*20,1*	*29,9*
Середнє за чинником С	*100*	*1606*	*20,3*	*32,6*
	140	*1578*	*20,2*	*31,9*
	180	*1528*	*20,1*	*30,8*
	220	*1459*	*20,0*	*29,2*
Середнє		*1543*	*20,2*	*31,1*

Вплив норми висіву на мінливість маси зерна з волоті головного стебла рослин сорго зернового значно вищим був на варіантах з міжряддями 70 см.

Зокрема, його маса з підвищенням норми висіву насіння від 100 до

220 тис. шт./га на варіантах з міжряддями 70 см зменшувалася на 14,7% відповідно, тоді як на варіантах з міжряддями 35 см – лише на 8%.

Ще більшою взаємодія норми висіву з міжряддями відзначена на мінливості показників маси зерна з бічної волоті. Зокрема, з підвищенням норми висіву від найменшої до найвищої, середня маса зерна з волоті бічного стебла сорго зернового на варіантах з міжряддями 70 см зменшувалася на 18%, а на варіантах із вдвічі вужчими міжряддями – лише на 8%.

Мінливість маси зерна з волотей головної і бічної системи стебел сорго зернового за впливу норми висіву була насамперед пов'язана саме зі зміною озерненістю волоті, оскільки маса 1000 зерен змінювалася не істотно.

Аналіз показників елементів продуктивності волотей сорго зернового показує, що їх зниження більшою мірою відбувалося з підвищенням норми висіву насіння від 180 до 220 тис. шт./га. У більшій мірі це відмічалося на варіантах з міжряддями 70 см. Крім того, як раніше наголошувалося, кількість волотей бічних стебел з підвищенням норми висіву насіння до 180 тис. шт./га зростала, а при подальшому загущенні – зменшувалася.

4.5 Урожайність зерна сорго зернового залежно від досліджуваних чинників

Досліджувані варіанти норми висіву та міжрядь істотно впливали на врожайність зерна сорго зернового. Так, на варіантах з різними сполученнями цих чинників урожайність зерна варіювала від 2,87 до 5,19 т/га (рис. 1, додаток Б).

Залежно від норми висіву кращим для формування найвищого рівня врожайності за всіх з досліджуваних варіантів ширини міжрядь виявилася норма висіву 180 тис. шт./га – 4,47–5,07 т/га. Подальше збільшення норми висіву в межах окремої ширини міжрядь спричиняло неістотний приріст

урожайності на рівні 0,02–0,12 т/га. Проте, зменшення норми висіву від оптимальної (180 тис. шт./га) на 40 і 80 тис. шт./га спричиняло істотні недобри врожаю на рівні 0,97–1,99 т/га (30 см), 0,85–1,86 (45 см) і 0,70–1,60 т/га (70 см).

Залежно від шири міжряддя найвищу врожайність зерна посіви формували на варіантах 35 см – у середньому за нормами висіву 4,36 т/га, тоді як за варіантів 45 і 70 см, вона була на рівні 4,26 і 3,89 т/га відповідно. Водночас, за проведеним статистичним аналізом, істотної різниці (0,10 т/га) між врожайністю зерна на варіантах з міжряддями 35 і 45 см не було ($НІР_{05}$ (А) = 0,11 т/га).

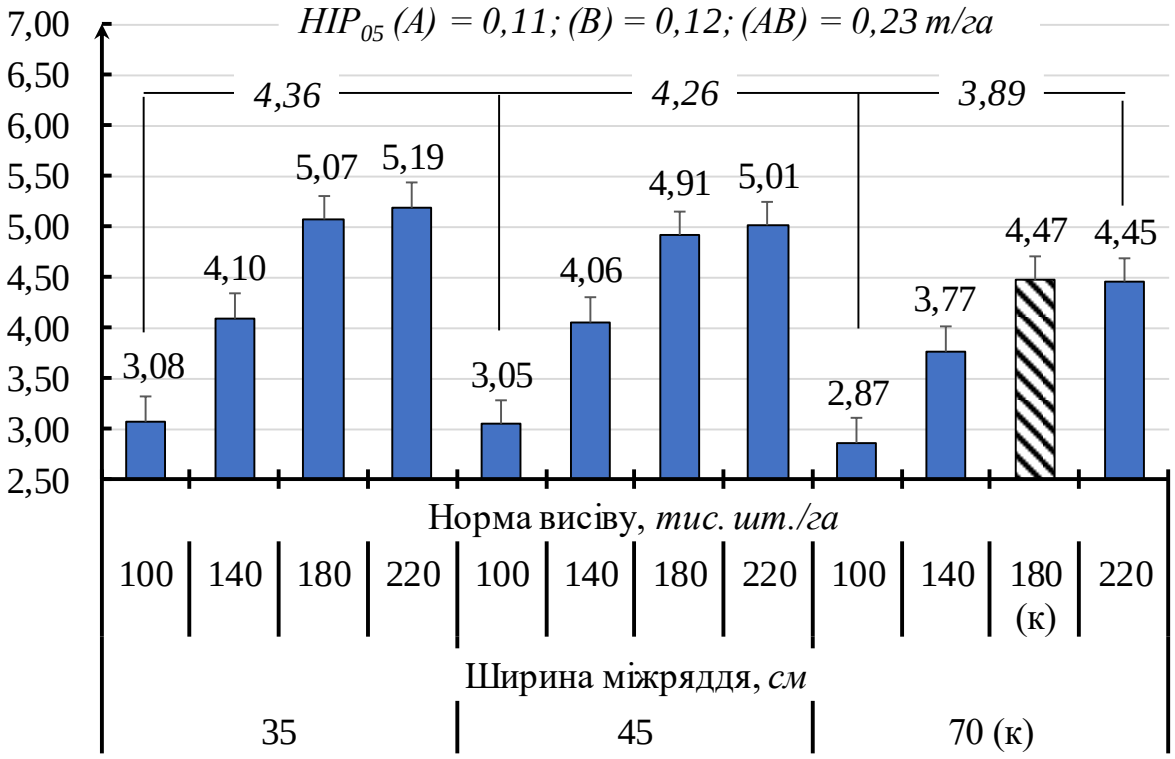


Рис. 1 Урожайність зерна сорго зернового залежно від параметрів сівби, ***т/га***

За ширини міжрядь 35 см, форма площі живлення рослин сорго зернового за обраних норм висіву була оптимальнішою для його росту і розвитку . Зокрема, за норми висіву насіння 100 тис. шт./га площа живлення рослин наближається до квадратної з відношенням сторін 35 до 29 см.

На варіантах з міжряддями 45 см це співвідношення становитиме 45 до

22 см, а з міжряддями 70 см – 70 до 15 см. Тобто, навіть за найменшої норми висіву відстань між рослинами в рядку з міжряддями 70 см становитиме біля 15 см. Якщо ж обрати норму висіву 220 тис. шт./га, відстань між окремими рослинами в рядку становитиме лише 6,5 см. За ширини міжрядь 35 і 45 см це показник становить близько 13 і 10 см відповідно.

Виходячи з цих розрахунків легко пояснити більшу розбіжність між урожайністю зерна сорго зернового за впливу досліджуваних міжрядь на варіантах з більшою нормою висіву. Тенденцію збільшення впливу міжрядь за умови підвищення норми висіву відмічають також інші дослідники [23].

Найвища врожайність сорго зернового була на варіантах поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см. У цьому варіанті вона становила 5,19 т/га. Разом з тим, урожайність зерна на цьому варіанті істотно не відрізнялася від варіанта поєднання норми висіву насіння 180 тис. шт./га з міжряддями 35 см.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО

Проведення розрахунків економічної ефективності застосування певних варіантів технології вирощування є обов'язковою складовою досліджень, особливо в сьогоднішній період стрімкого росту цін на засоби виробництва – паливно-мастильні матеріали, добрива, пестициди тощо.

Підвищення врожайності передбачає додаткові економічні витрати тож, важливо порівняти щонайменше вартість додаткової продукції і витрати на її отримання. Часто навіть істотний приріст урожайності від впровадження певного варіанта не може бути підставою для його рекомендації виробництву, оскільки економічно він може бути не виправданим через те, що приріст вартості не перекриває додаткові витрати. Без доведення економічної ефективності запропонованих варіантів складових елементів технології вирощування, жоден виробничник не буде витрачати додаткові кошти на їх впровадження [52].

У проведених дослідженнях визначали найбільш важливі показники економної ефективності вирощування, а саме: виробничі витрати у грн/га; вартість врожаю у грн/га; прибуток у грн/га; собівартість у грн/т і рентабельність у%. Виробничі витрати розраховували на основі розроблених технологічних карт вирощування за цінами, що склалися на жовтень 2024 року.

Так, найкращі показники економічної ефективності вирощування сорго зернового отримали на варіанті поєднання норми висіву 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см. Зокрема, прибуток, собівартість і рентабельність у цьому варіанті становили 8205 грн/га, 3919 грн/т і 40,3% (табл. 16, додаток В).

На варіантах з міжряддями 45 см прибуток і рентабельність обох гібридів сорго найвищими були також за норми висіву насіння

Таблиця 16

Економічна ефективність вирощування сорго зернового залежно від параметрів сівби

Ширина міжрядь, *см*	Норма висіву насіння, *тис. шт./га*	Урожайність, *т/га*	Витрати, *грн/га*	Вартість врожаю, *грн/га*	Прибуток, *грн/га*	Собівартість 1 т, *грн*	Рентабельність, *%*
35	100	3,08	19650	16940	-2710	6380	–
	140	4,10	19880	22550	2670	4849	13,4
	180	5,07	20110	27885	7775	3966	38,7
	220	5,19	20340	28545	8205	3919	40,3
45	100	3,05	19650	16775	-2875	6443	–
	140	4,06	19880	22330	2450	4897	12,3
	180	4,91	20110	27005	6895	4096	34,3
	220	5,01	20340	27555	7215	4060	35,5
70	100	2,87	19650	15785	-3865	6847	–
	140	3,77	19880	20735	855	5273	4,3
	180	4,47	20110	24585	4475	4499	22,3
	220	4,45	20340	24475	4135	4571	20,3

220 тис. шт./га, проте різниця порівняно з нормою висіву 180 тис. нас./га була значно меншою, ніж на варіанті з міжряддями 35 см. Зокрема, у варіантах норм висіву насіння 180 і 220 тис. шт./га у сполученні з міжряддями 45 см, різниця між рівнем рентабельності становила лише 1,2% відповідно, а між собівартістю 36 грн/т відповідно.

На варіантах з міжряддями 70 см, показники економічної ефективності були вищими за норми висіву насіння 180 тис. шт./га. Так, прибуток порівняно з нормою висіву насіння 220 тис. шт./га був вищий на 340 грн/га, а рентабельність була вищою на 2%.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Організація охорони праці під час вирощування сорго зернового

Закон «Про охорону праці» зобов'язує роботодавця створити на кожному робочому місці, в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до НПАОП, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці [53].

З цією метою роботодавець повинен створити і забезпечити функціонування системи управління охороною праці, для чого він: створює відповідні служби, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці; розробляє і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці; забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються; впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації, позитивний досвід з охорони праці тощо; забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом; забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань; організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів; розробляє і затверджує нормативні акти з охорони праці підприємства, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та

нормативними документами підприємства з охорони праці; здійснює контроль за додержанням працівниками технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці; організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці; вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків.

За порушення зазначених вимог роботодавець несе безпосередню відповідальність.

Виробничі будівлі, споруди, машини, механізми, устаткування, транспортні засоби, що вводяться в дію та технологічні процеси повинні відповідати вимогам НПАОП.

Роботодавець повинен одержати дозвіл на початок роботи та види робіт підприємства, діяльність якого пов’язана з виконанням робіт та експлуатацією об’єктів, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. Перелік видів робіт, об’єктів, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки визначається Кабінетом Міністрів України.

У разі коли роботодавець не одержав зазначеного дозволу, місцевий орган виконавчої влади або орган місцевого самоврядування, за поданням Держнаглядохоронпраці (Держпромгірнагляду), вживає заходів до скасування державної реєстрації цього підприємства.

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці як окрему структуру. На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну

підготовку.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Керівники та спеціалісти служби охорони праці за своєю посадою і заробітною платою прирівнюються до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб.

Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.

Служба охорони праці опрацьовує ефективну цілісну систему управління охороною праці підприємства, проводить оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці, організовує роботу підрозділів і всього підприємства щодо створення безпечних та нешкідливих умов праці.

Служба охорони праці бере участь у розслідуванні нещасних випадків та аварій, розробці положень, інструкцій, інших нормативних актів про охорону праці підприємства, сприяє впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, надає методичну допомогу керівникам структурних підрозділів підприємства у розробці заходів з питань охорони праці.

Служба охорони праці контролює дотримання чинного законодавства, НПАОП, виконання працівниками посадових інструкцій, виконання приписів органів державного нагляду, пропозицій та подань уповноважених трудових колективів і профспілок, своєчасне проведення навчання та інструктажів.

Спеціалісти служби охорони праці мають право безперешкодно в будь-який час відвідувати виробничі об’єкти, структурні підрозділи підприємства, порушувати клопотання про заохочення працівників, котрі беруть активну участь у підвищенні безпеки та покращанні умов праці, а у разі виявлення порушень охорони праці: видавати керівникам структурних підрозділів обов’язкові для виконання приписи щодо

усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці; вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу чи не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог НПАОП; зупиняти роботу у разі виявлення порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих; надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці.

Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише роботодавець. З метою забезпечення пропорційної участі працівників у вирішенні будь-яких питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища за рішенням трудового колективу на підприємстві може створювати-ся комісія з питань охорони праці.

Рішення про доцільність створення комісії, її кількісний та персональний склад, строк повноважень приймається трудовим колективом на загальних зборах (конференції) які затверджують Положення про комісію з питань охорони праці підприємства. Комісія формується на засадах рівного представництва осіб від роботодавця та трудового колективу. До складу Комісії від роботодавця включаються спеціалісти з безпеки і гігієни праці, виробничої, юридичної та інших служб підприємства, від трудового колективу рекомендуються працівники усіх професій, уповноважені трудових колективів з питань охорони праці, представники профспілки (профспілок).

Основними завданнями комісії є захист законних прав та інтересів працівників у сфері охорони праці, узгодження, шляхом двосторонніх консультацій, позицій сторін у вирішенні практичних питань у сфері охорони праці з метою забезпечення поєднання інтересів держави, роботодавця та трудового колективу, кожного працівника, запобігання конфліктам.

Члени комісії виконують свої обов'язки, як правило, на громадських

засадах. При залученні до окремих перевірок, проведенні навчання вони можуть звільнятися від основної роботи на передбачений колек-тивним договором термін із збереженням за ними середнього заробітку.

Рішення комісії оформляються протоколами і мають рекомендаційний характер, впроваджуються в життя наказами роботодавця. При незгоді роботодавця з рекомендаціями Комісії він дає аргументовану відповідь. Комісія не менше одного разу на рік звітує про свою роботу на загальних зборах (конференції) трудового колективу.

6.2 Охорона навколишнього природного середовища

Людство вступило в 21 століття у стані екологічної кризи. Порушення екологічної рівноваги біосфери як наслідок виробничої діяльності людини та світових масштабів техногенне забруднення навколишнього середовища набули характеру локальних та регіональних екологічних катастроф і поставили перед людською цивілізацією проблему її по-дальшого існування [54].

Нестримне економічне зростання та техногенний тип світового господарства призвели до виникнення глобальних екологічних проблем: хімічного та радіоактивного забруднення Світового океану, прісних вод, повітря та ґрунтів, кислотних дощів, деградації та скорочення площі лісів, виснаження природних ресурсів, опустелювання, руйнування озонового шару, парникового ефекту, дефіциту прісної води та продовольства, зменшення родючості ґрунтів, ерозії земель, зниження стійкості екосистем, збіднення їх видового та популяційного різноманіття, зростання захворюваності населення.

У біосферу Землі з техногенних джерел щорічно надходить понад 400

тис. шкідливих сполук, а сумарна їх кількість становить понад 160 млрд т. Отруйний смог над містами та кислотні дощі стали невід'ємними атрибутами окремих регіонів. Антропогенне перетворення ландшафтів суходолу досягло 80 – 90% його площі, у тому числі 40% суходолу перетворено на антропогенні пустелі. Площа лісів нашої планети щорічно скорочується на 10–14 млн га. За останні 100 років біомаса рослин на поверхні континентів знизилася на 7%, а продуктивність живого покриву Землі – на 20%. Під загрозою зникнення знаходиться 25 тис. видів рослин (5% усієї кількості видів вищих рослин-продуцентів). Отже, екологічні проблеми людини стали найважливішими проблемами всієї природи планети.

1. Обсяг антропогенних впливів на природу став занадто великим: він наблизився до межі стійкості біосфери, а за рядом параметрів перевершив його. Про це свідчать факти:

• деградація та різке скорочення площі непорушених екологічних систем;

• зменшення біологічного різноманіття та зниження стійкості екосистем;

• досягнення критичної швидкості використання (перевищення темпів обсягів споживання та вилучення віднов-люваних природних ресурсів щодо швидкості природного відтворення): прісної води, ґрунтового гумусу, біомаси, пер-винної продуктивності рослинного покриву;

• виснаження запасів невідновних природних ресурсів (нафта, газ, кам'яне вугілля);

• глобальне техногенне забруднення навколишнього середовища, що призводить до несприятливих кліматичних змін: парникового ефекту, зменшення щільності захисного озонового екрана Землі, погіршення здоров'я, зниження якості життя людей, розімкнення кругообігу речовин, порушення біосферної рівноваги, послаблення середовище-твірних і

середовище-регулювальних функцій біосфери.

2. Екосистеми часто відповідають на зростаючий антропогенний вплив непередбачуваними змінами, що створюють екологічну небезпеку. Це підтверджують дані:

• погіршення стану здоров’я людської популяції;

• прискорення темпів мутагенезу під впливом хімічного та радіаційного забруднення навколишнього середовища;

• поява нових форм із трансформованою стійкістю та адаптивністю, а також із небезпечними для організму людини властивостями;

• виключення окремих видів із природних угруповань (біоценозів) веде до порушення стійкості екосистем і неконтрольованих ланцюгових реакцій у біосфері;

• техногенне перетворення ландшафтів, забруднення навколишнього середовища, порушення міграції хімічних елементів у біосфері, що призводять до підвищення екологічного ризику, екологічних і економічних втрат.

3. У 20–21 ст. людство створило цивілізацію споживання, що спричинило надлишкове техногенне навантаження на природу та навколишнє середовище.

Головне завдання сучасної екології людини – об’єднання всіх її розділів і величезного фактичного матеріалу на єдиній теоретичній платформі, розвиток теоретичних і прикладних основ екології; створення системи, що відбиває всі сторони взаємовідносин природи та суспільства.

Основні напрямки сучасної екології:

1. Всеосяжна діагностика стану біосфери та її ресурсів, визначення порога витривалості біосфери відносно антропогенних навантажень.

2. Розробка локальних, регіональних і глобальних прогнозів зміни стійкості та продукційного потенціалу найважливіших природних комплексів планети та біосфери в цілому.

3. Відмова від природопідкорювальної ідеології его- (антропо-) центризму та формування ідеології та методології екоцентризму, спрямованих на екологізацію економіки, виробництва, техніки, освіти та політики.

4. Вироблення критеріїв оптимізації – обрання найбільш узгодженого з екологічним імперативом і екологічно зорієнтованого соціально-економічного розвитку суспільства.

Фахівець, який мислить екологічно, повинен розуміти причинно-наслідкові зв’язки у природних явищах, уміти простежити, в яких взаємозв’язках з іншими явищами більш складної системи вони знаходяться. Фахівцям необхідні інтегральні знання про навколишнє природне середо-вище в цілому. Вони повинні бачити не тільки найближчі, а й віддалені наслідки змін у природі. Екологічні цілі стають найважливішими знаннями людства, що демонструють між-народні форуми останніх років.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено тенденцію підвищення збереженості рослин сорго за умови зниження норми висіву та звуження міжрядь. Найвищою вона була на варіантах поєднання норми висіву насіння 100 тис. шт./га з міжряддями 35 см – 65,8% відповідно. Різниці між збереженістю рослин на варіантах з міжряддями 35 і 45 см фактично не було.

2. Загальною закономірністю було скорочення тривалості міжфазних періодів сходи–кущіння, цвітіння–м'яке зерно і фази виходу в трубку та подовження фази викидання волоті за умови підвищення норми висіву і розширення міжрядь. Істотної зміни тривалості цих періодів не було у межах сполучення варіантів міжрядь 35 і 45 см з нормами висіву насіння 100 і 140 тис. шт./га.

3. З підвищенням норми висіву від 100 до 220 тис. шт./га, ІЛП посівів сорго під час фаз кущіння та виходу в трубку зростав на 91 і 74% відповідно, тоді як у фазі достигання зерна лише на 52%. В усі фази росту ІЛП найвищим був на варіантах з міжряддями 35 см. З їх розширенням від 35 до 70 см він зменшувався в середньому на 10%. Під час кущіння з підвищенням норми висіву від 100 до 220 тис. шт./га, площа листя однієї рослини в середньому зменшувалася на 20%, під час виходу в трубку на 29% і під час достигання зерна майже на 39%.

4. Сівба з міжряддями 35 см сприяла формування вищих показників ФПП. Сумарний ФПП у середньому за нормами висіву на варіантах з міжряддями 35, 45 і 70 см становив 3252,0 тис. $м^2$×діб/га, 3107,2 і 2945,4 тис. $м^2$×діб/га відповідно. У цілому по досліду, найвищий сумарний ФПП сорго був у варіанті поєднання норми висіву 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см – 3978,9 тис. $м^2$ діб/га.

5. У середньому за вегетацію ЧПФ найвищою була на варіантах сполучення норм висіву 100 і 140 тис. нас./га з міжряддями 35 і 45 см і в

середньому становила 3,42–3,46 г/м^2×добу відповідно. Найменшим цей показник був на варіантах поєднання норми висіву 220 тис. нас./га з міжряддями 70 см – 2,99 г/м^2×добу. Істотної різниці між середніми за вегетацію показниками ЧПФ на варіантах з міжряддями 35 і 45 см не було.

6. Кількість волотей головних стебел більших змін зазнавала за впливу норми висіву. З її підвищенням від 100 до 220 тис. шт./га вона зростала більш ніж у двічі – з 49,1 до 107,3 тис. шт./га. Розбіжність кількості бічних волотей була значно меншою, змінювався також і напрямок зв'язку, а саме – з підвищенням норми висіву насіння від 100 до 180 тис. шт./га їх кількість збільшувалася лише на 58,5%, а від 180 до 220 тис. шт./га навпаки, – зменшувалася більш ніж на 8,0 тис. шт./га.

7. Кількість і маса зерна з волоті обох систем стебел найвищою була у варіантах поєднання норми висіву насіння 100 тис. шт./га з міжряддями 35 см. Маса зерен з головного стебла у цьому варіанті становила 41,5 г, а з бічного – 32,9 г.

8. Найвищу врожайність зерна сорго зернового отримали за поєднання норми висіву насіння 220 тис. шт./га з міжряддями 35 см – 5,19 т/га. Разом з тим, їх урожайність у цьому варіанті істотно не відрізнялася від варіанта з нормою висіву насіння 180 тис. шт./га.

9. З економічної точки зору кращим був варіант поєднання норми висіву 220 тис. нас./га з міжряддями 35 см. Прибуток і рентабельність вирощування у цьому варіанті становили 8205 грн/га і 40,3%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гирка А.Д., Алєксєєв 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.

2. Васин В.Г., Рухлевич Н.В. Влияние нормы высева на фотосинтетическую деятельность и продуктивность зернового сорго в условиях Лесостепи Среднего Поволжья. Вестник Ульяновской гос. сельскохозяйственной академии, 2017. № 1. С. 6–11. DOI: 10.18286/1816–4501–2017–1–6–11.

3. 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 мікродобрив в умовах Південного Степу України. Зрошуване землеробство. 2020. Вип. № 73. С. 208–219.

4. Бойко М.О. Агробіологічне обґрунтування елементів технології вирощування гібридів сорго зернового в південному Степу України: автореф. дис.... канд. с.-г. наук. М.О. Бойко. Херсон, 2017. 22 с.

5. 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.

6. Курило В.Л., Григоренко Н.О., Марчук О.О., Фуніна І.Р. Продуктивність сорго цукрового (Sorghum sacchartum (L.) Pers.) залежно від сортових особливостей та різної густоти стояння рослин. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. № 3. 2013. С. 8–12.

7. Присяжнюк О.І., Сторожик Л.І. Екологічна пластичність сортів сорго зернового. Новітні агротехнології. 2019. №7. URL:

http://jna.bio.gov.ua/article/vie.

8. Krishnareddy S.R., Stewart B.A., Payne W.A. Tillering in dryland grain sorghum clumps as influenced by light, planting density and geometry. Southern Conservation Systems Conference, Amarillo TX, June 26–28. 2006. P. 80–82.

9. Practical Morphology of Grain Sorghum and Implications for Crop Management DOI: 10.2134: agronmonogr 5 8.2014.0061.

10. Posliglione L., Basso F. La colture del sorgo in zone meridionale. Infonnatore agrario (Verona). 1980. № 36(46). P. 12967–12978.

11. Lemerle D., Verbeek B., Diffy S. Influence of field pea (Pisumsativum) density on grain yield and competitiveness with annual rye grass (Loliumrigidum) in southeastern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture. 2006. № 46, P. 1465–1472.

12. Сторожик Л.І., Музика О.В. Особливості формування продуктивності гібридів сорго цукрового залежно від впливу агротехнічних факторів: ширини міжрядь, густоти посівів та обробки регулятором росту. Plant Varieties Studying and Protection. 2019. Вип. 15. № 2. С. 171–181. DOI: 10.21498/25181017.15.2.2019.173567.

13. 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.

14. 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.

15. Танчик С.П., Мокрієнко В.А., Скалій І.М. Новітні елементи в технологіях вирощування сорго. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2009. № 10. С. 48–53.

16. Гайко Н.Т., Бескровный В.И. Сроки посева и урожайность

зернового сорго. Селекция и семеноводство сорго: Сборник научных трудов ВНИИ сорго. Зерноград. 1985. С. 111–115.

17. 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: 10.15587/23138416.2017.111031.

18. Andrade F., Calvino P., Cirilo A. Yield responses to narrow row depend on increased radiation interception. Agronomy Journal, 2002. Vol. 94 (10), P. 113–118.

19. Gondal M., Hussain A., Yasin S. et al. Effect of seed rate and row spacing on grain yield of sorghum, SAARC J. Agri. 2017. Vol. 15. No. 2. P. 81–91. DOI: 10.3329/sja.v15i2.35154.

20. Дремлюк Г.К., Гамадій В.Л., Гамадій І.В. Основні елементи технології вирощування сорго. Посібник українського хлібороба. 2013. № 3. С. 274–277.

21. Грабовський М.Б., Федорук Ю.В., Грабовська Т.О. Наукові доповіді НУБіП України. Агрономія. 2018. № 5 (75), ISSN 2223–1609.

22. 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.

23. Макаров Л.К. Соргові культури: монографія. Інститут землеробства південного регіону УААН. Херсон: Айлант. 2006. 264 с.

24. 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.

25. 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.

26. 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.

27. Семин Д.С., Горбунов В.С., Кибальник О.П. Технология возделывания нових сортов зернового сорго. Кукуруза и сорго. 2016. № 3. С. 23–27.

28. Каленська С.М., Найденко 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.

29. Пергаев О.А. Урожайность и качество зерна сорго в зависимости от способов посева и густоти стояния растений в условиях степной зони Крыма. Аграрний вестник Урала. 2012. № 11–2. С. 4–6.

30. Перспективи сорго в Україні. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу http://agro-business.com.ua/2017–09–29–05–56–43/item/20072-perspektyvy-sorho-v-ukraini. html.

31. Пащенко Ю.М., Андрієнко А.Л. Густота стояння рослин гібридів сорго в умовах північного Степу України. Бюл. ІЗГ. 2003. № 20–25. С. 17–25.

32. Макаров Л.Х., Скорий М.В. Соріз (технологія, селекція, насінництво, переробка): монографія. Херсон: Айлант, 2009. 224 с.

33. Дронов А.В., Бельченко С.А., Андрюшин Е.Н. Совершенствование технологии возделывания сорговых культур. Агрохимический вестник. 2015. № 5. С. 22–24.

34. Caliskan S., Aslan M., Uremis I., Caliskan M.E. The effect of row spacing on yield and yield component of full season and double-cropped soybean. Turk Journal of Agriculture, 2007. P. 31147–31154.

35. Mutale-joan C., Rachidi F., Mohamed H.A. Microalgae-cyanobacteria-based biostimulant effect on salinity tolerance mechanisms, nutrient uptake, and tomato plant growth under salt stress. J. Appl. Phycol. 2021. P. 1–17.

36. Fan Z., Zhao Y., Chai Q. Synchrony of nitrogen supply and crop demand are driven via high maize density in maize/pea strip intercropping. Scientific Reports. 2019. № 9. P. 47–54. DOI: 10.1038/s41598–019–47554–1.

37. Kouressy M., Sissoko S., Tekete M. L. Selection du sorgho pour une intensification durable au Mali. Apports de la modelisation des cultures. Risques climatiques et agriculture en Afrique de l'Ouest varietes, 2020. P. 337–352.

38. Du Jardin P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae. 2015. Vol. 196. P. 3–14. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.021.

39. Каленська С.М., Новицька Н.В., Юник А.В. Найденко В. Технології вирощування малопоширених перспективних культур комплексного використання: науково-практичні рекомендації щодо комплексу технологічних заходів. Київ: «КОМПРИНГ», 2017. 82 с.

40. 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.

41. Алєксєєв 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.

42. 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.

43. Кравчук О. О., та ін. Ґрунтово-кліматичні умови зони Лісостепу. О. О. Кравчук, О. І. Завальнюк, Ю. Л. Стефківська. Мат. IV Міжнар. наук.-пр. конф., до 95-річчя сортовипробування в Україні (07.06.2018, м. Київ). Секція IV. Рослинництво та землеробство. С. 155–157.

44. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз. Київ: Дія. 2005. 288 с.

45. Волкодав В.В., Андрущенко А.В., Пількевич А.В. Методика сортовипробування сільськогосподарських культур. К., 2000. 100 с.

46. Biologische Bundesanstalt fur land-und Forstwirtschaft Entwick-lungsstadien mono-und dikotyler Pflanzen. BBCH-Monograph. Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin – Wien. 1997. 622 p.

47. ДСТУ 2240–93. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. К.: Держстандарт України, 1994. 73 с.

48. Ничипорович А.А., Кузьмин З.Е., Полозова Л.Я. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах. М., 1969. 93 с.

49. Киризий Д.А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений. К.: Логос, 2004. 191 с.

50. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин та ґрунтів. К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2003. 320 с.

51. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / за ред. В.В. Волкодава. Київ, 2001. 65 с.

52. 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.

53. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. К.: Основа, 2006. 448 с.

54. Фурдичко О. І. Агроекологія: монографія. К.: Аграр. наука, 2014. 400 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

УДК 330(063)

Рекомендовано до друку вченою радою факультету агрономії Уманського національного університету садівництва, протокол № 6 від 27 квітня 2024

Редакційна колегія:

О. О. Непочатенко – доктор економ. наук (*відповідальний редактор*);
В. П. Карпенко – доктор с.-г. наук (*заступник відповідального редактора*);
С. П. Полторецький – доктор с.-г. наук;
А. О. Яценко – доктор с.-г. наук;
Л. О. Рябовол – доктор с.-г. наук;
Г. М. Господаренко – доктор с.-г. наук;
В. О. Єщенко – доктор с.-г. наук;
Н. М. Полторецька – кандидат с.-г. наук;
Ю. І. Накльока – кандидат с.-г. наук;
С. П. Коцюба – кандидат с.-г. наук;
О. Ю. Стасінєвич – кандидат с.-г. наук;
С. О. Третьякова – кандидат с.-г. наук (*відповідальний секретар*).

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

Збірник студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва. Факультет агрономії / Редкол.: О. О. Непочатенко (відп. ред.) та ін. Умань: 2024. 43 с.

Збірник містить доповіді студентів ОР молодший бакалавр і бакалавр та магістрів, які були розглянуті на Всеукраїнській студентській науковій конференції, яка приурочена приурочена 160-річчю від дня народження видатного науковця у галузі біологічних наук, професора Й. К. Пачоського, що відбулася 25 квітня 2024 року в м. Умань.

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

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. РОСЛИННИЦТВА

БЕЗКОРОВАЙНА АНАСТАСІЯ. INFLUENCE OF MINERAL FERTILISERS ON THE PRODUCTIVITY OF MAIZE HYBRIDS..... 5
CHABANIUK YA. E.GLOBAL COMPETITIVENESS OF WHEAT CULTIVATION..... 6
БІЛОВОДСЬКИЙ СЕРГІЙ. INFLUENCE OF SOWING PARAMETERS ON GRAIN SORGHUM PRODUCTIVITY..... 7
ЗАЇКА Т СІВБА ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР: ЯК ПОДБАТИ ПРО МАЙБУТНІЙ ВРОЖАЙ..... 10
ГАЙДАЙ В. ІСТОРІЯ ПОХОДЖЕННЯ ТАБАКУ..... 12
NEPOKRYTA I. FENNEL..... 12
ІЛЬНІЦЬКИЙ ВІТАЛІЙ. INFLUENCE OF FERTILISATION ON SPRING BARLEY PRODUCTIVITY..... 13
MOSKALENKO D.S., LOMAKO O. V MERKMALE DER WACHSENDEN LYALEMANTSIA 15
КЛИБАНСЬКИЙ МАКСИМ. THE ROLE OF THE VARIETY IN THE FORMATION OF SEED PRODUCTIVITY OF PLANTS..... 16
КРУГЛОВ БОГДАН. GROWTH AND DEVELOPMENT OF GRAIN SORGHUM UNDER CONDITIONS OF FOLIAR FERTILISATION..... 17
MOSKALENKO D.S., HRYNIUK DAR'IA, SINKEVYCH M. V. MERKMALE DES ANBAUS UND TECHNOLOGISCHE MERKMALE DES ANBAUS VON MACLEA..... 19
МІЗЕРАКА ЯРОСЛАВ. THE INFLUENCE OF SEEDING RATES ON THE PRODUCTIVITY OF PEAS..... 20
МЕЛЬНИК НАЗАРІЙ. INFLUENCE OF MACRO- AND MICROFERTILISERS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF MAIZE..... 22
ШЕФКІН Артур. DISTRIBUTION AND DIRECTIONS OF WINTER RYE (*Secale cereale* L.) 24
SHAPOVALENKO A. CASTOR OIL IS A DANGEROUS AND VALUABLE PLANT..... 25
ПІРОГ ДЕНИС. FEATURES OF WEED CONTROL IN SOYBEAN CROPS..... 27
ТКАЧЕНКО РОМАН DISTRIBUTION AND ECONOMIC IMPORTANCE OF PEA CROPS..... 28

СЕКЦІЯ 2. ГЕНЕТИКИ, СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ 30

KATSAVAL V. A., SMOLIN B. O., USE OF BIOTECHNOLOGICAL METHODS IN BREEDING SUGAR BEET..... 30
MUSHENKO V. M., STAKHOV I. IU., SUSHKEVYCH V. O., ECONOMIC IMPORTANCE AND BREEDING OF ROOT CHICORY..... 31

Analysis of methods and techniques for successfully growing wheat, including tillage, fertilization, irrigation, and pest and disease control. Influence of climatic conditions on wheat cultivation: Study of the influence of temperature, humidity, precipitation and other climatic factors on wheat yield and quality.

Innovative approaches to wheat cultivation: An overview of the latest agricultural technologies, such as the use of genetically modified varieties, precision farming and modern irrigation systems, to improve the yield and quality of wheat.

Economic aspects of wheat cultivation: Analyze the economic costs and income associated with wheat cultivation, including the costs of sowing, harvesting and processing, and market prices of wheat products. Sustainability of wheat cultivation under climate change: Consider the challenges that climate change poses to wheat cultivation and look for ways to adapt agricultural systems to new conditions.

Environmental impact of wheat cultivation: Assess the impact of agricultural practices in wheat cultivation on soil resources, water resources and biodiversity.

Socio-cultural dimensions of wheat cultivation: a study of the socio-cultural significance of wheat in agriculture and its role in traditions, culture and religious rituals.

Wheat sowing to replace imported wheat: analyze the possibility of replacing imported wheat with wheat of own production to ensure the domestic market.

Use of wheat in biofuels: Explore the potential of using wheat to produce biofuels and its implications for the agricultural sector and energy security.

Adaptation of wheat varieties to local conditions: Study of the selection process and adaptation of wheat varieties to specific climatic and soil conditions in different regions.

Organic wheat cultivation: The study of organic wheat cultivation methods and their impact on product quality, environmental protection and health

Role of state regulation in wheat cultivation: Analysis of state programs and policies aimed at supporting wheat producers and ensuring price stability and markets.

Future prospects of wheat: Explore trends in technological and scientific advances that may affect wheat in the future, such as genetic engineering, artificial intelligence and climate change.

Global competitiveness of wheat cultivation: taking into account factors such as cost, quality, transportation costs, etc., analyze the competitiveness of wheat cultivation in the world market.

Application of modern technologies in wheat sowing: study the impact of modern technologies such as agricultural drones, remote sensing and machine learning on the efficiency of wheat sowing.

Social responsibility in wheat cultivation: Assessment of the social and ethical aspects of wheat cultivation, including working conditions in the fields, the impact on local communities and the use of child labour.

INFLUENCE OF SOWING PARAMETERS ON GRAIN SORGHUM PRODUCTIVITY

БІЛОВОДСЬКИЙ Сергій, студент 13 м-а групи факультету агрономії
Керівник – доктор с.-г. наук, професор Полторецький С. П.

Sorghum is more complex in its morphological and biological characteristics than other spring crops. These differences also affect the peculiarities of cultivation technology; require careful study of the nature of plant growth and development, and careful adherence to the recommended variants of the constituent elements of cultivation technology.

The most important elements of grain sorghum cultivation technology include the seeding rate

and row spacing, different combinations of which form a certain plant nutrition area and its shape. From an agronomic point of view, the best size and shape of the plant nutrition area will be the one that ensures the highest yield of the main product.

The seeding rate plays a leading role in the interconnection of agricultural measures aimed at forming high and sustainable grain sorghum yields. Grain yields are determined by the number of plants per unit area and the productivity of a single plant. That is why optimising seeding rates is of utmost importance in increasing plant yields.

The level of plant yield is closely related to the photosynthetic activity of crops, which is determined by the leaf area index, photosynthetic potential of crops, and net photosynthetic productivity. All these indicators are determined, on the one hand, by the crop potential, and, on the other hand, by the cultivation technology, in particular, the seeding rate and sowing method.

The seeding rate in combination with the row spacing has a significant impact on the growth, development, formation of plant productivity and crop yield. Optimisation of these factors creates conditions for a more complete use of available moisture, soil nutrients, solar energy and, as a result, high crop yields. One of the most important factors to consider when determining the seeding rate is the moisture and mineral content of the soil.

Being a plastic crop, sorghum is able to produce high grain yields in a fairly wide range of plant nutrition area and its shape. Low seeding rates are compensated for by tillering and higher individual productivity. When crops are thickened, the tillering intensity decreases, and the productivity of panicles decreases, with the stronger the thickening, the greater the decrease in tillering, panicle size and grain weight. At the same time, there may not be a decrease in grain yield due to a larger number of plants per unit area. This feature, as well as a wide range of sorghum hybrids of different maturity groups, led to a significant discrepancy in recommendations for seeding rates and row spacing of grain sorghum.

The ability to tillering is an important morphological characteristic of grain sorghum plants, as it affects light capture, moisture use, plant level, competition and other physiological and biological processes.

The authors note that thickening of crops leads to a decrease in the coefficient of productive tillering, plant height and stem diameter, but grain yield increases due to a larger number of plants per unit area. In production, the seeding rate of grain sorghum varieties and hybrids varies widely, due to the variability of climatic conditions, soil fertility, different levels of farming practices, and the ecological and biological characteristics of varieties and hybrids.

Maintaining the optimum plant density is one of the priority tasks of the cultivation technology. Low plant density leads to increased weediness of crops, reduced solar radiation efficiency and lower yields. In thickened crops, lodging of plants and poor light penetration into the middle and tender tiers of crops can be observed.

The choice of seeding rate should be consistent with the direction of plant cultivation. Low seed germination is a significant obstacle to the introduction of grain sorghum into production. The reasons for this are usually caused by technological errors in growing seed crops, which leads to an increase in seed diversity and a deterioration in its quality characteristics. It has been proven that the highest quality sorghum seeds are formed on the main stems. The stems of the following ranks form less viable seeds. That is why the entire strategy of seed agrotechnology should be aimed at obtaining the maximum number of seeds on the main stems. These issues are solved by the correct selection of seeding rates and row spacing.

The role of plant density and the shape of the feeding area of sorghum plants is especially important in areas of insufficient moisture. These factors are closely related and largely determine

the intensity of transpiration and photosynthetic activity of crops, water consumption, ability to withstand competition with weeds, etc. [103]. The area of plant nutrition and its configuration make certain adjustments to the microclimate in crops, the activity of biological processes in the soil, the nature of the spread of phytopathogens and their harmfulness.

Seeding rates of grain sorghum hybrids recommended for production often do not correspond to the biological characteristics of plants because they were determined without taking into account the influence of a whole range of other factors, among which the choice of row spacing is important [168]. The distance between plant rows has a significant impact on the realisation of grain yield potential. Narrowing the row spacing increases the competitiveness of plants against weeds by reducing the light transmission between rows of crops.

Grain sorghum is usually grown with row spacing of 60 to 75 cm, but with the development of the technological base, cultivation technologies and the introduction of new hybrids and varieties, new opportunities are opening up for testing narrower row spacing as a source of increasing the level of unlocking the genetic potential of crop productivity.

Scientists believe that when choosing the row spacing for grain sorghum, long-term weather forecasts, namely precipitation, should be taken into account. In arid conditions, wide-row sowing will show better results, while in sufficiently moist conditions; row sowing will be more effective.

There is no consensus among scientists on the seeding rate and row spacing for modern grain sorghum varieties and hybrids. A number of researchers note the advantage of the conventional row seeding method with row spacing of 15 cm for sowing grain sorghum, while others express a completely different opinion, preferring wide row spacing with a distance of 70 cm between rows. A number of scientists prefer row spacing of 30 to 60 cm.

There is a certain correlation between the seeding rate and row spacing: with the expansion of row spacing, it is recommended to reduce the seeding rate. In turn, when increasing the seeding rate, it is recommended to provide for narrower row spacing.

At the same seeding rate, the distance between plants in a row with different row spacing options differs significantly, which makes it important to take into account the seeding rate when choosing row spacing and vice versa. It is worth noting that the distance between plants in a row determines the level of competition between them, since the distance between rows is usually greater than the distance between individual plants in a row. At the same seeding rate, the distance between plants in a row in variants with 15 cm row spacing will be three times greater than in variants with 45 cm row spacing and almost five times greater than in wide-row crops with 70 cm row spacing.

In France, the most common method of sowing grain sorghum is with row spacing of 3040 cm. At the same time, the seeding rate for early-ripening varieties and hybrids is set at 550-600 thousand seeds per hectare, and for medium- and late-ripening varieties – about 300 thousand seeds per hectare. In Serbia and Romania, the wide-row method with row spacing of 50 cm is widespread, while the sowing rate in Romania is lower – about 130 thousand seeds/ha, against 200 thousand seeds/ha in Serbia.

The analysis of research materials on seeding rates and row spacing, taking into account current climate change, as well as the specifics of the morpho-biotype of modern varieties and hybrids of different maturity groups, indicates the need for research in the conditions of a promising area for grain sorghum – the North-Eastern Steppe of Ukraine – in order to establish optimal options for combining seeding rates with row spacing, which ensure the formation of the highest grain yield and increase the economic performance of this crop.

Додаток Б

Результати дисперсійного аналізу

Кількість факторів 2

Середнє по досліду 4,17

Розсіювання		Сума квадратів	Ступінь вільності	Дисперсія	Критерій Фішера (F)	
					фактичний	0,05
Загальне		23,69	35			
Повторень		0,03	2			
Варіантів		22,74	11			
Факторів	A	1,47	2	0,73	17,73	3,44
	B	21,00	3	7,00	169,31	3,05
Взаємодії	AB	0,28	6	0,05	1,12	2,55
Залишку		0,91	22	0,04	t	2,07

Характеристика впливу та НІР

Показник	Сила впливу	$НІР_{05}$	
		абсолютна	відносна
Фактор A	6,19%	0,11	2,64%
Фактор B	88,65%	0,12	2,88%
Взаємодія AB	1,18%	0,23	5,52%
Повторення	0,15%		
Помилка	3,84%		
Всі фактори	100,00%		

Похибки, точність і коєфіцієнт варіювання

Узагальнена	*E*	0,12
Різниці	*Sd*	0,17
Відносна	*Sx%*	2,82%
Точність	*T%*	97,18%
Коефіцієнт варіювання	*V%*	19,91%

Комплексний норматив витрат на вирощування сорго цукрового **Розрахункова площа 100 га** **Додаток Б**

Урожай основної продукції, ц/га 40,1 (контроль) Вал основної продукції, ц 4010

Урожай побічної продукції, ц/та 80,2 Вал побічної продукції, ц 8020

№ п/п	Види робіт	Од. Виміру	Об'єм роботи			Марка і склад агрегату		Обслугов. персонал		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати людино-годин		Тарифний коефіцієнт		Оплата за весь об'єм робіт						Нарахування на ОП	Всього оплат	ПММ			Добрива, ядохімікати та гербіциди				Автотранспорт		Насіння		Електроенергія	Амортизація, грн	Поточний ремонт, грн	Інші затрати		Всього затрат
			в фізичних одиницях	В умовних сталонних га	Коефіцієнт переводу	Трактори чи автомашини	С.-г. машини та інвентар	механізатори	інші робітники			механізатори	інші робітники	механізатори	інші робітники	По тарифу механізатори	По тарифу інші робітники	Доплата За клас-ність 18%	Доплата Посів трактористом 50%	За шкідливість ЯДИ !!! 100%	За шкідливість Мелідобрива 30%			на одиницю роботи, кг	на весь об'єм, ц	вартість, грн	Назва препарату	Витрата на 1га, кг	Витрата на всю площу, кг, т	вартість, грн	т-км	вартість, грн	Витрата на всю площу, ц	вартість, грн				Вид затрат	Вартість, грн	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
1	Лущення стерні в 2 сліди	га	200	36	11,6	Т-150	ЛДГ-15	1	0	63,3	3,2	22	0	1,55	0	132,23	0,00	23,80	0,00	0,00	0,00	41,19	197,22	2,7	5,4	2700			0	0						432	360			3689,22
2	Підготовка мінеральних добрив	т	39,4	0	0	Вручну	-	0	1	8	4,9	0	34	0	1,2	0,00	153,66	27,66	0,00	0,00	46,10	60,04	287,45	0	0	0	амічна селітра	88	8,8	83600	0	0				0	0	Обіди 1.5	168	84055,44
3	Навантаження мінеральних добрив	т	39,4	2	4,2	ЮМЗ-6	ПЭ-08	1	0	90	0,4	3	0	1,35	0	15,96	0,00	2,87	0,00	0,00	4,79	6,23	29,85	3	1,182	591	суперфосфат	306	30,6	290700	0	0				24	20	МШП	100	291464,85
4	Вивіз і внесення міндобрив	га	100	19	4,9	МТЗ-80	1-РМГ-4	1	0	26	3,8	27	0	1,09	0	113,19	0,00	20,37	0,00	0,00	33,96	44,23	211,75	1,6	1,6	800	калійна сіль	0	0	0	0	0				228	190			1429,75
5	Оранка	га	100	143	11,6	Т-150	ПЛП 6-35	1	0	8,1	12,3	86	0	1,80	0	600,00	0,00	108,00	0,00	0,00	0,00	186,91	894,91	13,5	13,5	6750			0		0	0				1716	1430			10790,91
6	Боронування	га	200	27	11,6	Т-150К	21БЗТС-1.0	1	0	85,2	2,3	16	0	1,35	0	85,56	0,00	15,40	0,00	0,00	0,00	26,65	127,62	1,6	3,2	1600			0		0	0				324	270			2321,62
7	Культивація	га	200	45	7,7	ДТ-75М	2КПГ-4, С-11У	1	0	34,2	5,8	41	0	1,35	0	213,16	0,00	38,37	0,00	0,00	0,00	66,40	317,93	2,9	5,8	2900			0		0	0				540	450			4207,93
8	Вирівнювання площі	га	100	13	7,7	ДТ-75М	ШБ-2,5+ЗОР-07	1	0	57,1	1,8	12	0	1,35	0	63,84	0,00	11,49	0,00	0,00	0,00	19,89	95,21	7,3	7,3	3650			0		0	0				156	130			4031,21
9	Навантаження насіння	т	10	0	0	Вручну	-	0	1	5,0	2,0	0	14	0,00	1,35	0,00	70,20	12,64	0,00	0,00	0,00	21,87	104,70	0	0	0			0		0	0				0	0			104,70
10	Вивіз насіння	т/км	100	0	0	ГАЗ-53А	-	0	0	0,0	0,0	0	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0			0		100	50				0	0			50,00
11	Заправка агрегату	т	10	0	0	Вручну	-	0	1	2,0	5,0	0	35	0,00	1,2	0,00	156,00	28,08	0,00	0,00	46,80	60,95	291,83	0	0	0			0		0	0				0	0			291,83
12	Сівба	га	100	34	11,6	Т-150	3 СЗ-3.6	1	3	33,7	3,0	21	62	1,55	1,35	124,18	312,46	78,60	31,34	0,00	0,00	144,30	690,88	2,9	2,9	1450			0		0	0	84	268800		408	340			271688,88
13	Коткування	га	100	15	7,7	ДТ-75М	С-11 У, ЗКВГ-1,4 (3)	1	0	51,5	1,9	14	0	1,2	0	62,91	0,00	11,32	0,00	0,00	0,00	19,60	93,84	1,9	1,9	950			0		0	0				180	150			1373,84
14	Підготовка мінеральних добрив	т	0	0	0	Вручну	-	0	1	8	0,0	0	0	0	1,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	амічна селітра	0	0	0	0	0				0	0			0,00
15	навантаження мінеральних добрив	т	0	0	4,2	ЮМЗ-6	ПЭ-08	1	0	90	0,0	0	0	1,35	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3	0	0			0		0	0				0	0			0,00
16	Вивіз і внесення міндобрив	га	100	40	4,9	МТЗ-80	КРН-4,2	1	0	12,1	8,3	58	0	1,09	0	243,22	0,00	43,78	0,00	0,00	72,97	95,03	455,00	4,5	4,5	2250			0		0	0				480	400			3585,00
17	Підготовка мінеральних добрив	т	0	0	0	Вручну	-	0	1	8	0,0	0	0	0	1,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	амічна селітра	0	0	0	0	0				0	0			0,00
18	навантаження мінеральних добрив	т	0	0	4,2	ЮМЗ-6	ПЭ-08	1	0	90	0,0	0	0	1,35	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3	0	0			0		0	0				0	0			0,00
19	Вивіз і внесення міндобрив	га	100	40	4,9	МТЗ-80	КРН-4,2	1	0	12,1	8,3	58	0	1,09	0	243,22	0,00	43,78	0,00	0,00	72,97	95,03	455,00	4,5	4,5	2250			0		0	0				480	400			3585,00
20	Скошування у валки	га	100	0	0	СК-5	ЖРБ-4.2	1	1	14,2	7,0	49	49	1,55	1,55	294,72	283,80	104,13	0,00	0,00	0,00	180,22	862,88	4,7	4,7	2350			0		0	0				2000	1800			7012,88
21	Обмолот валків	га	100	0	0	СК-5	ПУН-5	1	1	6,5	15,4	108	108	1,8	1,8	747,69	720,00	264,18	0,00	0,00	0,00	457,22	2189,09	11,7	11,7	5850			0		0	0				2500	2000			12539,09
22	Транспортування зерна на тік	т/км	4010	0	0	ГАЗ-53А	-	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0			0		4010	2005				0	0			2005,00
23	Транспортування соломи	га	100	66	4,2	ЮМЗ-6	2-ПТС-4-887Б	1	0	6,4	15,6	109	0	1,35	0	569,53	0,00	102,52	0,00	0,00	0,00	177,42	849,47	1,6	1,6	800			0		0	0				792	660			3101,47
24	Подача соломи	га	100	20	4,9	МТЗ-80	СНУ-0.5	1	0	25	4,0	28	0	1,55	0	167,40	0,00	30,13	0,00	0,00	0,00	52,15	249,68	1,2	1,2	600			0		0	0				240	200			1289,68
25	Укладання в скирту	га	100	0	0	Вручну	-	0	1	10	10,0	0	70	0	1,35	0,00	351,00	63,18	0,00	0,00	0,00	109,34	523,52	0	0	0			0		0	0				0	0			523,52
	РАЗОМ	x	x	464	94,2	x	x	x	x	x	111,99	630,5	372,8	x	x	3544,59	2047,13	1006,51	31,34	0,00	277,58	1823,49	8730,63	x	65,58	32791,00	x	x	x	374300	4110	2055	84	268800	0	10068	8440	x	268	**709141,83**

Зведена по затратах, грн

Оплата праці, всього	9189,15	Засоби захисту	
в т.ч. оплата основна	5591,72	Автотранспорт	2055
- за шкідливість	277,58	Амортизація	10068
- доплата за класність 18%	1006,51	Ремонти	8440
- доплата за продукцію	31,34	ПММ	32791,00
- відпускні (8,2%)	458,52	Обіди, МБП	267,986794
Нарахування на оплату праці 2,5%	1823,49	Електроенергія	0
Насіння	268800,00	Затрати на 1 га	8597,27
Добрива	374300,00	С.в. 1 ц осн. прод., грн	**213,17**
Страхування продукції	126816,3	С.в. 1 ц дод прод., грн	**0,61**
Орендна плата + зем податок	27000	**Разом затрат**	**859727,39**
		Вартість продукції грн/га	**22055**
		Затрати на 1 га	**19880,00**
		Прибуток на 1 га грн.	**2670,00**
		Рентабельність,%	**13,4**