

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА ІНСТИТУТ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

АЛЕКСЄЄВ ЯРОСЛАВ ВОЛОДИМИРОВИЧ



УДК 633.174:631.5(477.63)

**ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО
ЗЕРНОВОГО В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.09 – рослинництво

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Дніпро – 2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Ерастівській дослідній станції ДУ Інститут зернових культур НААН України в 2011–2014 рр.

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук, професор **Гирка Анатолій Дмитрович**, ДУ Інститут зернових культур НААН України, завідувач лабораторії агробіологічних ресурсів ярих зернових і зернобобових культур

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор **Ярчук Ігор Іванович**, Дніпровський державний аграрно-економічний університет Міністерства освіти і науки України, професор кафедри агрохімії;

доктор сільськогосподарських наук, старший дослідник **Вінюков Олександр Олександрович**, Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України, директор

Захист відбудеться «13» травня 2021 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.353.01 при ДУ Інститут зернових культур НААН України за адресою: 49009, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 14; тел. (0562) 36-26-18.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці ДУ Інститут зернових культур НААН України за адресою: 49009, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 14.

Автореферат розісланий «10» квітня 2021 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



Дудка М. І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Першочерговим завданням сільськогосподарського виробництва в сучасних умовах є забезпечення конкурентоспроможності галузей АПК і гарантування продовольчої та економічної незалежності держави. Забезпечення населення продовольством, а переробної промисловості сировиною – є однією з найбільш важливих проблем сільськогосподарського виробництва. Значна роль у її вирішенні належить такій важливій культурі, як сорго, адже використання його відіграє значну роль у виробництві продуктів харчування, кормів та сировини для промисловості. Існуюча технологічна база не дозволяє в повному обсязі розкрити біологічний потенціал цієї культури, вирощування якої відповідає вимогам інтенсифікації рослинництва та землеробства.

Актуальність теми. В результаті потепління клімату та посилення посух літнього періоду, особливо важливе значення для збільшення виробництва зерна має розширення площ посівів і підвищення продуктивності високоврожайних посухостійких культур, до яких, у першу чергу, відноситься сорго зернове (*Sorghum bicolor L.*) – унікальна злакова рослина як за своїми біологічними особливостями, так і за господарськими ознаками. Його основною перевагою є виняткова посухостійкість, порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами, солевитривалість, висока потенційна продуктивність, кормові якості та універсальне використання.

Важливе місце в технології вирощування сорго зернового займає застосування мінеральних добрив та засобів захисту рослин з метою підвищення реалізації потенціалу продуктивності та стійкості до кліматичних умов сучасних сортів і гібридів цієї культури. Тому, в умовах нестійкого вологозабезпечення Північного Степу України, особливого значення набуває наукове обґрунтування та розробка нових і вдосконалення існуючих технологічних заходів вирощування сорго зернового, спрямованих на підвищення врожайності та збільшення валових зборів зерна цієї культури, що є актуальним завданням для сільськогосподарської науки. Питання вдосконалення агротехнічних заходів вирощування сорго вивчалися багатьма науковцями. Проте, результати їх досліджень та думок часто не співпадають, що можна пояснити особливостями ґрунтово-кліматичних умов та різними фенотипами вирощуваних сортів і гібридів. Саме тому, продовження наукових досліджень з метою вдосконалення технологічних заходів вирощування сорго зернового в конкретних агрокліматичних умовах за коригування способів сівби та густоти рослин, є важливою передумовою підвищення врожайності зерна цієї культури. Не менш важливим є оптимізація системи мінерального живлення та гербіцидного захисту посівів сорго зернового. Все це й визначає актуальність досліджень за темою дисертаційної роботи та має безперечний науковий і практичний інтерес.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконували на Єрастівській дослідній станції ДУ Інститут зернових культур НААН України у відповідності з ПНД 11 «Зернові культури» (2011–2015 рр.) за завданням: «Наукове обґрунтування адаптивних і енергоощадних технологій вирощування сорго» (№ д.р. 0111U004703).

Мета і задачі дослідження. Науково обґрунтувати існуючі та розробити нові ефективні технологічні прийоми підвищення врожайності рослин сорго зернового з урахуванням зміни погодних факторів, морфобіологічних особливостей сортів і

гібридів, їх реакції на застосування мінеральних добрив і гербіцидів за різних способів сівби та густоти стояння рослин.

Для досягнення поставленої мети програмою досліджень передбачалось вирішити наступні задачі:

- дослідити особливості росту та розвитку, фотосинтетичної діяльності посівів сорго сортів Вінець, Дніпровський 39 і гібриду Прайм за різних способів сівби та густоти стояння рослин;
- встановити вплив застосування мінеральних добрив на ріст, розвиток і фотосинтетичну діяльність посівів сорго сорту Дніпровський 39 і гібриду Ковчег та визначити їх ефективність з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов;
- виявити вплив на ріст і розвиток рослин сорго післясходових гербіцидів та визначити оптимальну дозу їх застосування;
- провести оцінку показників індивідуальної продуктивності рослин, а також врожайності та якості зерна сорго;
- дати економічну та біоенергетичну оцінку ефективності оптимізованих технологічних заходів вирощування сортів і гібридів сорго зернового.

Об'єкт дослідження – процеси росту, розвитку, формування врожайності та якості зерна сортів і гібридів сорго зернового залежно від способів сівби, густоти стояння рослин, застосування добрив та гербіцидів у Північному Степу України.

Предмет дослідження – технологічні заходи вирощування, сорти та гібриди сорго зернового, врожайність і якість зерна, економічна та енергетична ефективність вирощування.

Методи дослідження. Під час виконання роботи використовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень, основними з яких були: емпіричний – польовий, для дослідження змін у рості, розвитку, формуванні індивідуальної продуктивності та врожайності сортів і гібридів сорго; лабораторний – вимірально-ваговий для визначення біометричних показників рослин сорго; фізіологічний – для дослідження фотосинтетичної діяльності рослин у посівах сорго зернового; дисперсійний метод – для обробки експериментальних даних та достовірності отриманих результатів; порівняльно-розрахунковий – для визначення економічної та енергетичної ефективності оптимізованих технологічних заходів вирощування сорго зернового; графічне та табличне відображення отриманих результатів агрофітоценозів Північного Степу України.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в теоретичному обґрунтуванні та практичній розробці оптимізованих технологічних заходів вирощування різних сортів і гібридів сорго зернового, спрямованих на підвищення врожайності та якості зерна культури в умовах Північного Степу України.

Уперше:

- досліджені та науково обґрунтовані оптимальні способи сівби, густота стояння рослин на одиниці площі для сортів Вінець, Дніпровський 39 та гібриду Прайм;
- встановлена оптимальна доза мінеральних добрив для сорту Дніпровський 39 та гібриду Ковчег;
- визначено найбільш ефективний післясходовий гербіцид з мінімальною фототоксичністю для рослин сорго;
- обґрунтовано особливості формування врожайності та якості зерна різних

сортів і гібридів сорго зернового під впливом досліджуваних агротехнологічних прийомів та гідротермічних умов у Північному Степу;

- проведено економічну оцінку ефективності оптимізованих технологічних заходів вирощування сорго зернового.

Удосконалено:

- технологію вирощування сорго зернового шляхом поєднання взаємодії факторів – сорт/гібрид, мінеральні добрива, спосіб сівби, густота стояння рослин, гербіцидний захист рослин у Північному Степу.

Набули подальшого розвитку:

- наукові підходи до формування сортової агротехніки вирощування сорго зернового;

- економічна та біоенергетична оцінка доцільності впровадження оптимізованих технологічних заходів вирощування різних сортів і гібридів сорго зернового.

Практичне значення отриманих результатів полягає в удосконаленні технологічних заходів вирощування сорго зернового шляхом застосування оптимальних доз мінеральних добрив, гербіцидів, встановлення густоти рослин на площі та способів сівби, що забезпечило формування врожайності зерна сорго 3,83–6,24 т/га.

Результати досліджень перевірені у виробничих умовах Синельниківської селекційно-дослідної, Ерастівської та Генічеської дослідних станцій, щорічно впроваджуються в господарствах різних форм власності зони Степу на площі близько 3,5 тис. га, забезпечуючи зростання врожайності та відчутний економічний ефект.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є особистим дослідженням автора. Схеми дослідів та програма досліджень розроблені здобувачем разом з науковим керівником роботи. Автором здійснено інформаційний пошук, проаналізовано вітчизняні та зарубіжні наукові джерела за темою дисертації, проведено польові та лабораторні досліді, фенологічні та біометричні спостереження, проаналізовано й узагальнено експериментальні дані, на основі яких написано дисертаційну роботу, сформульовано висновки та рекомендації виробництву, а також опубліковані статті по даній темі. Частка участі дисертанта в наукових працях, опублікованих у співавторстві, складає 45–85 % і включає закладку та проведення експериментальних досліджень, аналіз та інтерпретацію отриманих результатів.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати наукових досліджень за темою дисертаційної роботи доповідали та обговорювали на Всеукраїнських науково-практичних конференціях молодих вчених і спеціалістів «Роль наукових досліджень у забезпеченні процесів інноваційного розвитку аграрного виробництва України» (Дніпропетровськ, 2016 р.), «Актуальні проблеми науково-інноваційного забезпечення виробництва зерна в контексті сучасних ринкових умов» (Дніпро, 2019 р.), «Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах» (Дніпро, 2021 р.). Результати досліджень за темою дисертаційної роботи систематично доповідали, обговорювали і затверджували на засіданнях вчених і науково-методичних рад з проблем рослинництва та землеробства ДУ Інститут зернових культур НААН (Дніпро, 2012–2020 рр.), а також пропагувалися автором у засобах масової інформації та публічних виступах на семінарах, симпозіумах, лекціях, круглих столах, курсах підвищення кваліфікації

керівників і фахівців агропромислового комплексу різних форм власності.

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 21 науковій праці, у тому числі: в наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних – 7, тезах і матеріалах наукових конференцій – 4, методичних та науково-практичних рекомендаціях – 4, а також 6 статей опубліковано в інших періодичних виданнях.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається із анотації, вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаної літератури та додатків. Список використаної літератури налічує 277 джерел, у тому числі – 17 латиницею.

Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 186 сторінок машинописного тексту, який включає 21 таблицю, 12 рисунків і 10 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано необхідність виконання досліджень за темою дисертаційної роботи, визначено актуальність, наукову новизну й мету роботи, її практичну цінність, відображено апробацію, наведено загальний обсяг публікацій та структуру й обсяг дисертаційної роботи, задекларовано особистий внесок автора.

Стан проблеми та обґрунтування вибраного напрямку досліджень (огляд літературних джерел). У розділі розглянуто господарське значення, морфологічні, біологічні та сортові особливості сорго зернового, історія поширення та доцільність його вирощування в світі, Україні та степовій зоні, зокрема. Проведено аналіз наукових досліджень та передового досвіду зарубіжних і вітчизняних авторів по застосуванню різних агротехнічних заходів вирощування культури сорго та визначені проблемні питання, які потребують додаткової уваги та вивчення. Виявлено, що незважаючи на значний обсяг проведених наукових досліджень, все ж недостатньо висвітленими залишаються актуальні питання, що вимагають удосконалення окремих технологічних заходів вирощування сорго зернового в конкретних агрокліматичних умовах Північного Степу України, а саме оптимізація способів сівби та густоти стояння рослин, системи мінерального живлення та гербіцидного захисту посівів різних сортів і гібридів сорго зернового.

Умови, матеріали і методика досліджень. Експериментальна частина дисертаційної роботи виконана впродовж 2011–2014 рр. у сівозміні лабораторії агробіологічних ресурсів кукурудзи і сорго Ерастівської дослідної станції ДУ Інститут зернових культур НААН. Ґрунти представлені типовими для Північного Степу України чорноземами звичайними малогумусними важкосуглинковими. Вміст гумусу в орному шарі змінюється від 4,0 до 4,5 %, валовий вміст азоту – від 0,23 до 0,26 %, рухомого фосфору – від 0,11 до 0,16 %, обмінного калію – від 2,0 до 2,5 %.

Клімат зони розміщення Ерастівської дослідної станції помірно-континентальний, характеризується посушливістю та нестійкими умовами зволоження. Ґрунтові води залягають на глибині 12–20 м, внаслідок чого рослини забезпечуються вологою в основному за рахунок атмосферних опадів. За багаторічними даними Комісарівської метеостанції середньорічна кількість опадів складає 435 мм, розподіл їх за місяцями та порами року нерівномірний.

Гідротермічні умови в роки досліджень були неоднаковими та відрізнялися від

середньобагаторічних показників, що дало змогу встановити реакцію рослин сорго зернового на усі прояви погодних умов, які є типовими для Північного Степу.

Досліди з оптимізації технологічних заходів вирощування сорго зернового проводили в ланці сівозміни пар чорний – пшениця озима – сорго зернове. Технологія вирощування сорго зернового була загальноприйнятою для зони та відповідала рекомендацій на час проведення досліджень для умов Північного Степу, за виключенням факторів, які були поставлені на вивчення. Дослідження проводили у трьох (трифакторному, двофакторному та однофакторному) польових дослідах.

Дослід 1. Продуктивність сорго зернового залежно від ширини міжрядь та густоти стояння рослин. Ділянками 1-го порядку (фактор А) були сорти сорго зернового (Дніпровський 39 і Вінець), а також гібрид (Прайм). Ділянками 2-го порядку (фактор В) була ширина міжрядь (широкорядна сівба з міжряддям 45 і 70 см). Ділянками 3-го порядку (фактор С) була густота стояння рослин (80 тис. рослин/га; 100; 120; 140; 160 і 180 тис. шт./га).

Дослід 2. Сортова реакція рослин сорго зернового на застосування мінеральних добрив залежно від їх складу і доз внесення. Ділянками 1-го порядку (фактор А) були гібрид сорго зернового (Ковчег) і сорт (Дніпровський 39). Ділянками 2-го порядку (фактор В) були фони живлення (без добрив; $N_{60}P_{60}$; $N_{60}K_{30}$; $P_{60}K_{30}$; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{30}$; $N_{90}P_{90}K_{30}$).

Дослід 3. Ефективність застосування страхових гербіцидів у посівах сорго зернового. Ділянками 1-го порядку (фактор А) були варіанти боротьби з бур'янами (без гербіцидів; ручне видалення бур'янів; а також застосування гербіцидів (ППК 75 WG, в.г. (10; 15 і 20 г/га); Пріма 911 SE, с.е. (0,4; 0,5 і 0,6 л/га); Грантокс, в.р. (0,7; 1,2 і 1,7 л/га).

Досліди закладали за методом послідовних ділянок, систематичним способом. Площа елементарної облікової ділянки становила 57,0 м². Повторність у дослідах – триразова.

У процесі проведення дослідів керувалися методикою дослідної справи Б. О. Доспехова та методичними рекомендаціями ВНДІ кукурудзи (нині – ДУ Інститут зернових культур НААН) для проведення польових дослідів із зерновими, зернобобовими і кормовими культурами.

Статистичну обробку, узагальнення та аналіз експериментальних результатів польових і лабораторних дослідів, а також спостережень, досліджень та обліків проводили за допомогою сучасних методів дисперсійного та кореляційного аналізів на ПК з використанням пакету офісних програм.

Реакція сорго зернового на умови вирощування залежно від ширини міжрядь та густоти стояння рослин. На основі визначення біометричних показників встановлено, що у сортів Вінець, Дніпровський 39 та гібриду Прайм кращі умови для лінійного приросту (за міжряддя 45 і 70 см) були створені за щільності посівів 120–140 тис. рослин/га. Зі зміною ж густоти стояння рослин у більшу, або навпаки, в меншу сторону знижувалися значення висоти рослин.

Площа листової поверхні посівів прямо пропорційно залежала від густоти стояння рослин. У фазі викидання волоті за сівби з міжряддям 45 см площа листової поверхні рослин становила у сортів: Вінець – 14,2–20,1 тис. м²/га, Дніпровський 39 – 14,6–20,6 та гібриду Прайм – 13,7–19,4 тис. м²/га, а за ширини міжряддя 70 см – 13,7–

19,5 і 14,4–20,0, відповідно у сортів Вінець і Дніпровський 39, а в гібриду Прайм – 13,5–18,8 тис. м²/га. До фази повної стиглості зерна загальна площа листків знижувалася.

Відмічено, що поряд зі зростанням щільності агроценозу відбувається зменшення площі однієї рослини, тому збільшення загальної площі листкової поверхні відбувається за рахунок кількості рослин на одиниці площі. Кожне збільшення густоти на 20 тис./га призводить до зменшення площі листкової поверхні рослини на 8,8–9,0 % (128–137 см²) відносно попередньої густоти. Суттєвий вплив на формування площі листкової поверхні має густота рослин, ширина ж міжряддя такого впливу не має.

Конфігурація площі живлення впливала на процес формування додаткових пагонів. Вищою пагоноутворювальною здатністю характеризувалися рослини гібриду Прайм, у посівах якого (з міжряддями 45 см) сформовано в середньому 3,42 шт. додаткових пагона, у сортів Дніпровський 39 та Вінець – 2,76 та 2,53 шт. відповідно. Посіви з міжряддям 70 см відрізнялися меншою схильністю до кущіння, у рослин гібриду Прайм у середньому сформовано 2,65 стебла, у сортів Дніпровський 39 та Вінець – відповідно 2,50 та 2,33. Більш чутливими до зміни площі живлення були рослини гібриду Прайм, адже зменшення кількості пагонів у посіві з міжряддям 70 см відносно міжряддя 45 см змінювалося в межах 0,59–0,97, тоді як у сорту Дніпровський 39 – 0,90–0,30 та Вінець – 0,02–0,08 штуки. Утворення продуктивних пагонів більш активно відбувалося у сорту Вінець, у середньому в посівах з міжряддям 45 см одна рослина сформувала 1,36 стебла, гібрид Прайм та сорт Дніпровський 39 – відповідно 1,29 та 1,20 штуки.

Найбільшу масу зерна з волоті за густоти стояння рослин 80 тис./га формували гібрид Прайм (68,1–68,9 г) за міжряддя 45 і 70 см відповідно, сорти Дніпровський 39 – 49,6–48,0 г та Вінець – 33,3–36,9 г. Загущення рослин на один крок градації густоти (20 тис./га) зумовлювало зниження цього показника на 4,8–22,0 % відносно попереднього. Показник маси 1000 зерен мав іншу особливість реакції рослин сорго на густоту. За зростання щільності агроценозу відбувалося зменшення маси зерна та озерненості волоті, проте маса 1000 зерен зберігала відносну стабільність. Оптимальні значення маси 1000 зерен у сортів та гібриду за обох способів сівби отримано в діапазоні густот стояння рослин 120–140 тис./га. На структуру врожаю більший вплив мали генетичні особливості рослин та щільність посіву, вплив способів розміщення виявився незначним.

У середньому за роки досліджень вищі показники врожайності отримано при розміщенні рослин сорго зернового з шириною міжряддя 45 см у гібриду Прайм (5,89 т/га) та сорту Дніпровський 39 (4,62 т/га) за густоти стояння рослин 140 тис./га, у сорту Вінець за густоти рослин 160 тис. шт./га. Розміщення рослин сорго зернового з міжряддям 70 см забезпечило наступну врожайність зерна: гібриду Прайм у середньому за даними чотирьох років досліджень одержано 5,70–5,71 т/га за щільності посіву відповідно 120–140 тис. шт./га. У сорту Дніпровський 39 однакові показники урожайності (4,57 т/га) відмічено за густоти стояння рослин 120 та 140 тис. шт./га, сорт Вінець – 3,83 т/га густоти стояння рослин 160 тис. шт./га і ширини міжрядь 70 см. Загущення посівів понад вказану густоту призводило до зниження рівня сформованого врожаю зерна (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив ширини міжрядь та густоти стояння рослин на врожайність зерна та біометричні показники сорго зернового у фазі повної стиглості (середнє за 2011–2014 рр.)

Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С)	Сорт Вінець				Сорт Дніпровський 39 (фактор А)				Гібрид Прайм			
	Площа листіків, тис. м²/га	Площа листіків 1 рослини, см²	Висота, см	Урожай- ність зерна, т/га	Площа листіків, тис. м²/га	Площа листіків 1 рослини, см²	Висота, см	Урожай- ність зерна, т/га	Площа листіків, тис. м²/га	Площа листіків 1 рослини, см²	Висота, см	Урожай- ність зерна, т/га
Ширина міжрядь 45 см (фактор В)												
80	12,1	1512,5	104,8	2,66	12,5	1562,5	114,4	3,97	11,5	1437,5	97,2	5,45
100	13,3	1330,0	105,8	2,82	14,0	1400,0	116,4	4,11	12,8	1280,0	97,8	5,84
120	14,4	1200,0	106,7	3,07	15,1	1258,3	117,6	4,38	13,8	1150,0	101,7	5,88
140	15,9	1135,7	107,7	3,43	16,6	1185,7	119,5	4,62	15,2	1085,7	99,6	5,89
160	16,8	1050,0	106,0	3,70	17,6	1100,0	118,0	4,54	16,1	1006,3	97,8	5,87
180	17,0	944,4	104,0	3,47	17,8	988,9	116,8	4,36	16,3	905,6	97,0	5,65
Ширина міжрядь 70 см												
80	11,6	1450,0	106,5	2,95	12,3	1537,5	117,3	3,84	11,3	1412,5	100,1	5,51
100	13,0	1300,0	107,6	3,26	13,2	1320,0	118,9	4,36	12,2	1220,0	101,7	5,45
120	14,0	1166,7	108,3	3,46	13,8	1150,0	120,5	4,57	12,8	1066,7	103,9	5,70
140	15,4	1100,0	109,4	3,67	15,6	1114,3	120,9	4,57	14,4	1028,6	104,6	5,71
160	16,3	1018,8	109,2	3,83	16,0	1000,0	119,2	4,36	14,8	925,0	102,3	5,54
180	16,5	916,7	107,1	3,65	17,1	950,0	117,8	4,24	15,8	877,8	101,7	5,37
НІР ₀₅ , т/га для факторів: А – 0,04–0,17; В – 0,03–0,10; С – 0,06–0,12; АВ – 0,06–0,24; АС – 0,10–0,29; ВС – 0,08–0,17; АВС – 0,14–0,24												

Ріст, розвиток і формування врожайності сорго зернового під впливом складу та доз внесення мінеральних добрив. У процесі досліджень встановлено, що під дією мінеральних добрив, від фази викидання волоті, змінювалась тривалість міжфазних періодів. Так, у рослин гібриду Ковчег фази розвитку проходили на 2–3 доби раніше від сорту Дніпровський 39. Тривалість періоду вегетації у сорту Дніпровський 39 при застосуванні добрив була на 2–5 діб, а у гібриду Ковчег на 1–8 діб коротша порівняно з контролем (без внесення добрив). Збільшення дози добрив до $N_{60}P_{60}K_{30}$ і $N_{90}P_{90}K_{30}$ сприяло скороченню періоду сходи – повна стиглість.

Підвищення рівня мінерального живлення сприяло посиленню процесів лінійного росту рослин сорго. Так, висота рослин сорту Дніпровський 39 у фазі повної стиглості на контролі без використання добрив становила 113,7 см. Внесення мінеральних добрив ($N_{60}P_{60}$ та $N_{60}K_{30}$) сприяло збільшенню висоти рослин відповідно до 119,6 та 116,7 см. Внесення фосфорно-калійних добрив ($P_{60}K_{30}$) збільшило приріст висоти рослин відносно контролю лише на 0,9 см. Внесення ж $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{30}$ і $N_{90}P_{90}K_{30}$ за роки досліджень сприяло збільшенню висоти рослин до 120,4–121,4 см. Рослини гібриду Ковчег були дещо вищі за рослини сорту Дніпровський 39. Висота їх на контролі становила 124,2 см. Азотно-фосфорні ($N_{60}P_{60}$) та азотно-калійні ($N_{60}K_{30}$) добрива сприяли збільшенню висоти рослин до 127,5 та 125,1 см відповідно. Фосфорно-калійні добрива ($P_{60}K_{30}$) забезпечили формування висоти рослин на рівні 124,6 см. Між рослинами на ділянках з внесенням $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{30}$ і $N_{90}P_{90}K_{30}$ не встановлено суттєвої різниці у габітусі, адже висота рослин становила 127,6–128,5 см.

Швидкість утворення листків, тривалість періоду їхньої життєдіяльності сприяють не тільки інтенсивності наростання площі листкової поверхні, але й збільшенню потужності фотосинтетичного потенціалу посівів сорго зернового, який виражений в млн m^2 днів/га. За даними результатів досліджень, формування фотосинтетичного потенціалу посівів залежало як від співвідношення елементів живлення, так і, значною мірою, від сортової реакції рослин сорго (рис. 1).



Рис. 1 Фотосинтетичний потенціал посівів сорго зернового залежно від мінеральних добрив (середнє за 2011–2014 рр.), млн m^2 днів/га

Визначення впливу добрив на якість зерна сорго показало, що на вміст протеїну в зерні переважно впливали азотні добрива. Так, якщо приріст вмісту протеїну від $N_{60}P_{60}$ та $N_{60}K_{30}$ становив 0,5–0,4 одиниці у сорту Дніпровський 39 та 0,3–0,2 – у гібриду Ковчег, то при внесенні $P_{60}K_{30}$ цей приріст становив 0,1 пункта. Більш ефективним було внесення повного добрива, що сприяло збільшенню вмісту білка в зерні на 8,7–14,4 % у сорту Дніпровський 39 та 19,4–23,3 % – у гібриду Ковчег.

Під впливом добрив вміст клітковини також змінювався. Внесення NP та NK сприяло зростанню показника на 1,1–2,7 %, на фоні PK добрив показник був на рівні контролю. За внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{30}$ і $N_{90}P_{90}K_{30}$ у сорту Дніпровський 39 та гібриду Ковчег одержано приріст до контрольного варіанту в межах 8,2–14,1 %.

Вміст безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) у зерні сорго на контролі становив 67,3 % у сорту Дніпровський 39 та 68,9 – у гібриду Ковчег. Із внесенням добрив показники знижувалися на 0,5–4,9 % у сорту Дніпровський 39 та 0,3–3,8 % – у гібриду Ковчег, залежно від співвідношення елементів живлення та їх дози.

Застосування мінеральних добрив покращувало значення показників елементів структури урожаю: підвищення маси 1000 зерен, озерненості та виходу зерна з волоті порівняно з контролем, що в кінцевому результаті забезпечило зростання зернової продуктивності рослин сорго зернового (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив мінерального живлення на врожайність зерна та елементи структури урожаю сорго зернового (середнє за 2011–2014 рр.)

Варіант досліджу (фактор В)	Середнє	Приріст врожайності		Кількість зерна з волоті, шт.	Маса зерна з волоті, г	Маса 1000 зерен, г
		т/га	%			
Сорт Дніпровський 39 (фактор А)						
Без добрив	3,94	—	—	1042	28,1	27,0
N ₆₀ P ₆₀	4,49	0,55	14,0	1095	32,1	29,3
N ₆₀ K ₃₀	4,28	0,34	8,6	1069	30,6	28,6
P ₆₀ K ₃₀	4,19	0,25	6,3	1058	29,9	28,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,33	0,39	9,9	1056	30,9	29,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	4,70	0,76	19,3	1119	33,6	30,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	4,72	0,78	19,8	1124	33,7	30,0
Гібрид Ковчег						
Без добрив	5,22	—	—	2015	37,3	18,5
N ₆₀ P ₆₀	5,98	0,76	14,6	2094	42,7	20,4
N ₆₀ K ₃₀	5,74	0,52	10,0	2030	41,0	20,2
P ₆₀ K ₃₀	5,51	0,29	5,6	2061	39,4	19,1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,69	0,47	9,0	2032	40,6	20,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	6,24	1,02	19,5	2174	44,6	20,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₃₀	6,24	1,02	19,5	2185	44,6	20,4
НІР ₀₅ , т/га для факторів: А – 0,05–0,12; В – 0,09–0,20; АВ – 0,12–0,28						

У середньому за період досліджень рослини в посівах гібриду Ковчег при застосуванні $N_{60}P_{60}$ та $N_{60}K_{30}$ формували приріст урожаю зерна 0,76 та 0,52 т/га (14,6 і 10,0 %). При виключенні азоту із системи удобрення ($P_{60}K_{30}$) зумовило найменший приріст, що склав всього лише 0,29 т/га (5,6 %).

Оптимальним співвідношенням елементів живлення та дози внесення для

гібриду Ковчег, у середньому за роки досліджень виявилось $N_{60}P_{60}K_{30}$, що забезпечило врожайність зерна 6,24 т/га (приріст склав 1,02 т/га або 19,5 %). Підвищення рівня мінерального живлення до $N_{90}P_{90}K_{30}$ не сприяло росту врожайності зерна.

Сорт Дніпровський 39, в силу біологічних особливостей, виявився менш урожайним порівняно з гібридом Ковчег. У парних комбінаціях елементів живлення більшу зернову продуктивність одержано на ділянках з рівнем мінерального живлення $N_{60}P_{60}$ – 4,49 т/га, приріст врожайності зерна становить 0,55 т/га.

Внесення $N_{60}K_{30}$ забезпечило формування врожайності зерна 4,28 т/га (приріст 0,34 т/га), а доза $P_{60}K_{30}$ – 4,19 т/га (приріст 0,25 т/га). Вищу врожайність у сорту Дніпровський 39 (4,70 т/га) було одержано при застосуванні $N_{60}P_{60}K_{30}$ (приріст склав 0,76 т/га або 19,3 %). Зростання врожайності до 4,72 т/га при збільшенні дози до $N_{90}P_{90}K_{30}$ статистично не достовірно.

Закономірності прояву реакції рослин сорго зернового на застосування страхових гербіцидів. В ході проведених обліків і спостережень, встановлено, що у видовому співвідношенні шкодочинної рослинності найчисельнішими були: амброзія полинолиста (*Ambrósia artemisiifolia* L.) – 52 %, щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.) – 27 %, лобода біла (*Chenopodium album* L.) – 12 % і мишій сизий (*Setaria pumila* L.) – 9 %. Дослідження впливу хімічних засобів боротьби з бур'янами на рослини сорго та стан агроценозу показали, що гербіциди впливали на перебіг ростових процесів. Так, найбільші значення показника висота рослин (108,4 см) відмічено на варіантах із ручним виполюванням, що зумовлено відсутністю бур'янів і токсичного впливу хімічних препаратів. На контролі (без застосування гербіцидів) висота рослин сорго зернового склала 99,9 см. На ділянках з використанням гербіцидів кращі умови для рослин сорго забезпечувало внесення препарату Пік, який виявив м'яку фітотоксичну дію на культуру, при цьому створювались кращі умови для формування висоти рослин (105,5–107,9 см). Гербіцид Пріма мав більшу фітотоксичну дію, висота рослин сорго зменшувалась з підвищенням дози від 101,7 до 98,5 см, за внесення гербіциду Грантокс із підвищенням дози внесення висота рослин зменшувалась – від 103,1 до 98,1 см.

Під час вивчення дії гербіцидів виявлено деякі особливості їх впливу на рослини сорго зернового. Так, на ділянках досліду із внесенням гербіциду Пік коефіцієнт загального кушіння становив 2,3–2,7, продуктивного – 1,29–1,3. Із підвищенням доз препарату Грантокс відмічено зростання загального кушіння (2,3–2,7) та зниження продуктивного (1,16–1,12). При внесенні препарату Пріма відмічено суттєве зростання кількості бічних пагонів (коефіцієнт загального кушіння склав 3,2–3,6) і зниження продуктивного (1,09–1,02). На ділянках з ручною прополкою ці показники становили 2,70 і 1,35 відповідно. Таким чином, всі препарати сприяли зростанню загальної кількості пагонів, але за використання гербіцидів Пік та Грантокс ці показники не перевищували варіант з ручною прополкою, а під дією гербіциду Пріма відмічено їх зростання на 19–33 %.

Що стосується продуктивного кушіння, то тільки при внесенні препарату Пік відмічено зростання показника відносно контролю на 2,4–4,0 %, застосування гербіциду Грантокс зменшувало кушіння на 8–11 %, при застосуванні гербіциду Пріма – на 14–19 % порівняно з контролем.

На ділянках із застосуванням хімічного контролювання бур'янів найвищу

врожайність зерна сорго (4,04 т/га) забезпечило внесення гербіциду Пік у дозі 20 г/га, що лише на 0,22 т/га менше варіантів із ручним видаленням бур'янів. Це свідчить про створення сприятливих умов та слабку фітотоксичну дію цього препарату на рослини сорго. При застосуванні гербіциду Пріма кращий показник зернової продуктивності (3,56 т/га) був при внесенні його дозою 0,4 л/га. Подальше ж підвищення дози призводило до пригнічення рослин і зниження продуктивності сорго (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив гербіцидів на зернову продуктивність та морфологічні показники рослин сорго зернового (середнє за 2011–2014 рр.)

Варіанти дослідів		Урожайність зерна, т/га	Приріст врожайності		Висота, см	Маса 1000 зерен, г	Ефективність дії гербіциду, %
			т/га	%			
Контроль		2,64	–	–	99,9	23,7	–
Ручна прополка		4,26	1,62	61,4	108,4	28,7	–
Пік	10 г/га	3,66	1,02	38,6	105,5	26,9	80,6
	15 г/га	3,78	1,14	43,2	106,3	27,6	85,9
	20 г/га	4,04	1,40	53,0	107,9	27,7	89,3
Пріма	0,4 л/га	3,56	0,92	34,8	101,7	28,2	75,4
	0,5 л/га	3,40	0,76	28,8	99,3	27,8	79,5
	0,6 л/га	3,30	0,66	25,0	98,5	25,4	83,1
Грантокс	0,7 л/га	3,61	0,97	36,7	103,1	27,6	78,0
	1,2 л/га	3,50	0,86	32,6	100,2	27,3	82,0
	1,7 л/га	3,24	0,60	22,7	98,1	25,1	86,2
НІР ₀₅ , т/га		0,14–0,25					

При використанні препарату Грантокс оптимальною виявилась доза 0,7 л/га, що забезпечила формування врожайності зерна 3,61 т/га. Збільшення дози препарату зумовило пригнічення рослин сорго і зменшення його зернової продуктивності.

За показниками озерненості волоті (1060 шт.) та маси 1000 зерен (28,7 г) кращі показники забезпечила ручна прополка, за відсутності токсичного впливу гербіцидів і конкуренції з боку бур'янів. Приріст маси 1000 зерен відносно контролю на фоні внесення гербіцидів становив: Пік – 3,2–4,0 г, Пріма – 4,5–1,7 г, Грантокс – 3,9–1,4 г. Найбільший приріст цього показника (4,5 г) отримано на фоні Пріми дозою 0,4 та 0,5 л/га (4,1 г). За дози 0,6 л/га відбувається різке зниження приросту до 1,7 г, що можна пояснити специфічною дією гербіциду. Оскільки в рослинах сорго відбувалося пригнічення ростових процесів, то очевидно, препарат у мінімальній та середній дозах діяв як ретардант, за максимальної – зумовив пригнічення. Подібну тенденцію відмічали й на фоні Грантоксу, де приріст становив 3,9–3,6 г з наступним зниженням до 1,4 г за максимальної дози використання препарату.

Економічна та енергетична ефективність застосування оптимізованих технологічних заходів вирощування сорго зернового. Виявлено, що вищий рівень рентабельності виробництва сорго сорту Вінець за ширини міжряддя 45 см отримано при щільності посіву 160 тис. шт./га (124,2 %) і за цієї ж густоти з міжряддям 70 см (127,6 %) на варіантах з кращими показниками урожайності. У сорту Дніпровський 39 за ширини міжрядь 45 см кращі економічні показники, а відповідно й рівень рентабельності (161,1 %) забезпечила густота стояння рослин 140 тис./га. За ширини міжрядь 70 см і густоті рослин 120–140 тис. шт./га сформована однакова урожайність

(4,57 т/га). Однак вища рентабельність виробництва зерна (159,0 %) була за густоти стояння рослин 120 тис. шт./га. Збільшення щільності посіву зумовило зростання норми висіву і, відповідно вартості посівного матеріалу, тому за густоти стояння рослин 140 тис. шт./га відмічено зниження рентабельності (до 157,0 %).

У гібриду Прайм на посівах з шириною міжрядь 45 см вищий рівень рентабельності (189,8 %) отримано за густоти стояння рослин 100 тис. шт./га, хоча більшу врожайність сформовано за густоти 140 тис. шт./га. Це пов'язано зі збільшенням норми висіву та вартості імпортного насіннєвого матеріалу (від 675 до 946 грн/га) та зниженням рівня рентабельності (до 181,4 %). За ширини міжрядь 70 см спостерігалася аналогічна тенденція, вищу рентабельність (182,8 %) забезпечили посіви за щільності 80 тис. шт./га, у варіантах з більшою врожайністю рівень рентабельності склав 178,5–174,0 %.

Встановлено, що ефективність вирощування сорго зернового значною мірою визначається сортовими особливостями і меншою – застосуванням добрив у межах сорту та гібриду. Так, у сорту Дніпровський 39 найбільш економічно доцільним виявилось внесення $N_{60}K_{30}$ та $N_{30}P_{30}K_{30}$, які були близькі за всіма показниками та забезпечили рівень рентабельності відповідно 91,3 та 90,2 %. У гібриду Ковчег відмічена подібна ситуація, показник рентабельності на фоні $N_{60}K_{30}$ склав 134,8 %, а на фоні $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 130,2 %. Найвищі виробничі витрати, собівартість зерна та найменший прибуток отримано за вирощування сорту Дніпровський 39 та в гібриду Ковчег за внесення $N_{90}P_{90}K_{30}$, рівень рентабельності склав відповідно 50,7 та 86,5 %.

При застосуванні добрив вирощування гібриду Ковчег виявилось більш ефективним з економічної точки зору. Так, в середньому на фоні добрив виробничі витрати у гібриду Ковчег лише на 892 грн/га були більші за сорт Дніпровський 39, в той же час прибуток з гектара зростав на 5379 грн, а рівень рентабельності на 40 %.

На основі аналізу енергетичної ефективності, слід визнати, що при вирощуванні сорго зернового найбільш оптимальним з цієї точки зору є застосування повного мінерального добрива дозою $N_{30}P_{30}K_{30}$ з коефіцієнтом енергоефективності 5,28 та 4,39 у гібриду Ковчег та сорту Дніпровський 39, збільшення дози до $N_{60}P_{60}K_{30}$ призводить до зниження коефіцієнта енергоефективності на 0,5 одиниць. В середньому на фоні добрив вирощування гібриду Ковчег було на 0,92 одиниці (22 %) більш енергоефективним за вирощування сорту Дніпровський 39.

При застосуванні гербіцидів найвищі економічні показники в досліді отримано на фоні внесення препаратів: Пік (20 г/га) – собівартість зерна склала 1797 грн/т, чистий дохід – 10232 грн/га і рівень рентабельності – 140,9 %; Грантокс (0,7 л/га) – 1876 грн/т, 8858 грн/га і 130,8 %; Пріма (0,4 л/га) – 1903 грн/т, 8640 грн/га і 127,5 % відповідно до згаданих показників. За збільшення доз внесення гербіцидів відмічали зниження врожайності зерна та економічної ефективності вирощування взагалі.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення важливої наукової задачі, яка полягає в науковому обґрунтуванні та оптимізації агротехнологічних заходів вирощування сорго зернового з метою підвищення його зернової продуктивності з урахуванням варіювання погодних факторів, морфобіологічних особливостей сортів і гібридів, їх реакції на способи сівби, густоту

стояння рослин, застосування добрив та гербіцидів у Північному Степу України.

1. Спостереження за ростом і розвитком рослин сорго зернового показали, що способи сівби, густота рослин і внесення післясходових гербіцидів не здійснювали помітного впливу на строки настання та тривалість основних фенологічних фаз розвитку культури. Проте, тривалість періоду вегетації у сорту Дніпровський 39 при застосуванні добрив була на 2–5 діб, а у гібриду Ковчег на 1–8 діб коротша порівняно з контролем (без внесення добрив). Збільшення доз внесення мінеральних добрив у повному складі сприяло скороченню періоду сходи – повна стиглість.

2. Виявлено, що площа асиміляційної поверхні сорго залежить від густоти стояння рослин, а кожне збільшення її на 20 тис./га зумовлює зменшення площі листової поверхні рослин на 8,8–9,0 % ($128\text{--}137\text{ см}^2$) відносно попередньої густоти. Встановлено, що максимального значення чиста продуктивність фотосинтезу набуває у міжфазний період вихід у трубку – цвітіння, коли повною мірою проявляється реакція сорго на мінеральне живлення, забезпечуючи зростання значень показника ЧПФ у гібриду Ковчег відносно контролю на 3,7–11,0 % та на 4,0–17,5 % – у сорту Дніпровський 39.

3. Більш чутливим до зміни площі живлення виявився гібрид Прайм, зменшення кількості пагонів кушіння у посіві з міжряддям 70 см відносно міжряддя 45 см змінювалося в межах 0,59–0,97, тоді як у рослин сортів Дніпровський 39 – 0,9–0,3 та Вінець – 0,02–0,08. Встановлено, що кращі умови для лінійного приросту рослин (за міжряддя 45 і 70 см) створювалися за щільності посівів 120–140 тис. рослин/га, зміна густоти стояння рослин в більшу або меншу сторону зумовило зниження висоти рослин.

4. Найбільшу масу зерна з волоті формував гібрид Прайм (68,1–68,9 г) за густоти 80 тис./га та міжряддя 45 і 70 см, сорти Дніпровський 39 та Вінець – 49,6–48,0 та 33,3–36,9 г відповідно. Загущення рослин на один крок градації густоти (20 тис./га) спричиняло зниження цих показників на 4,8–22,0 % відносно попереднього кроку. Оптимальні значення маси 1000 зерен отримано за густоти стояння рослин 120–140 тис. шт./га.

5. Встановлено, що в рослин сорту Вінець вища врожайність зерна при сівбі з міжряддями 45 см (3,70 т/га) та з міжряддям 70 см (3,83 т/га) формувалась за щільності посіву 160 тис. шт./га. У сорту Дніпровський 39 вища зернова продуктивність при сівбі з міжряддями 45 см (4,62 т/га) формувалась за щільності посіву 140 тис. шт./га і 70 см (4,57 т/га), у посівах із густотою стояння рослин 120–140 тис. шт./га. Вища врожайність зерна гібриду Прайм як при сівбі з міжряддями 45 см (5,88–5,89 т/га), так і при 70 см (5,70–5,71 т/га), отримана у посівах із густотою рослин 120–140 тис./га.

6. Виявлено, що більш ефективним є внесення $\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$, $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{30}$ і $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{30}$, що сприяло збільшенню вмісту білка у зерні на 8,7–14,4 % у сорту Дніпровський 39 та 19,4–23,3 % – у гібриду Ковчег, клітковини – на 8,2–14,1 %, а вміст безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) у зерні сорго, навпаки, знижувався на 0,5–4,9 % у сорту Дніпровський 39 та 0,3–3,8 % – у гібриду Ковчег, відносно контролю, залежно від співвідношення елементів живлення та їх дози.

7. Більшу зернову продуктивність (6,24 т/га) формував гібрид Ковчег на ділянках із внесенням $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{30}$, що забезпечило приріст врожайності зерна на 1,02 т/га (19,5 %) порівняно з контролем. Сорт Дніпровський 39 виявився менш

продуктивним, вища урожайність на фоні $N_{60}P_{60}K_{30}$ становила 4,70 т/га, приріст до контролю склав 0,76 т/га або 19,3 %.

8. Встановлено, що в посівах сорго зернового за видовим і кількісним складом найчисельнішими були бур'яни: амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – 52 %, щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.) – 27 %, лобода біла (*Chenopodium album* L.) – 12 % і мишій сизий (*Setaria pumila* L.) – 9 %.

9. Виявлено, що застосування гербіцидів Пріма та Грантокс призводило до зниження лінійного росту рослин сорго, а препарат Пріма активізував процеси кущіння з несуттєвим зниженням кількості волотей. Всі гербіциди виявили високу ефективність: Грантокс – 78,0–86,2 %, Пріма – 75,4–83,1 % та Пік – 80,6–89,3 % у відношенні зменшення кількості дводольних бур'янів.

10. Післясходові гербіциди сприяли зростанню врожайності зерна: Пріма – на 0,66–0,92 т/га, Грантокс – 0,60–0,97 т/га та Пік – 1,02–1,40 т/га відносно варіанту природної забур'яненості. На основі проведених досліджень встановлено, що найбільш безпечним для рослин сорго та ефективним у боротьбі з дводольними бур'янами є застосування гербіциду Пік дозою 15–20 г/га у фазі розвитку сорго 4–5 листків.

11. Оптимізовані технологічні заходи вирощування сприяли зростанню економічної ефективності виробництва сорго з рентабельністю 124,2–189,8 %. Вищий рівень рентабельності виробництва зерна сорго сорту Вінець (124,2–127,6 %) отримано за густоти стояння рослин 160 тис. шт./га, сорту Дніпровський 39 (161,1 %) – за 140 тис. шт./га, а гібриду Прайм (189,8 %) – за густоти стояння рослин 100 тис. шт./га. Застосування страхових гербіцидів є економічно доцільним, адже витрати на цей агроприйом становили 4,9–13,0 % економічного порогу шкідливості (ЕПШ).

12. За вирощування сорго зернового найбільш оптимальним з енергетичної точки зору є застосування мінерального удобрення дозою $N_{30}P_{30}K_{30}$ з коефіцієнтом енергоефективності 5,28 та 4,39 у гібриду Ковчег та сорту Дніпровський 39, відповідно. Збільшення ж дози внесення до $N_{60}P_{60}K_{30}$ призводить до зниження коефіцієнта енергоефективності на 0,5 одиниць.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах недостатнього зволоження Північного Степу України з метою підвищення реалізації адаптивного та генетично обумовленого потенціалу продуктивності сорго зернового (з урожайністю зерна 3,83–6,24 т/га) з високими показниками якості зерна та економічної ефективності виробництва (за рівня рентабельності 124,2–189,8 %) застосовувати такі оптимізовані технологічні заходи його вирощування:

- висівати високоврожайні та пластичні сорти – Дніпровський 39 і Вінець, а також гібрид Прайм;

- сіяти з шириною міжрядь 45 та 70 см насіння сорту Дніпровський 39 і гібриду Прайм за густоти стояння рослин 140 тис. шт./га, а сорт Вінець – за густоти 160 тис. шт./га;

- застосовувати в посівах сорго зернового страховий гербіцид Пік дозою 20 г/га, що забезпечує зменшення рівня забур'яненості на 89,3 % та збільшення врожайності зерна – на 1,4 т/га;

- вносити мінеральні добрива ($N_{60}P_{60}K_{30}$), що сприяє приросту врожайності зерна сорго 0,76–1,02 т/га.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних

1. Грищенко Р. Є., Любчич О. Г., Глієва О. В., **Алексєєв Я. В.** Фотосинтетична продуктивність посівів сорго зернового залежно від системи удобрення. *Зернові культури*. 2020. Т. 4. № 1. С. 122–129 (*Особистий внесок 45 % – узагальнення експериментальних даних, написання статті*).

2. Гирка А. Д., **Алексєєв Я. В.** Сортова реакція рослин сорго зернового сорту Вінець на площу живлення в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. № 3. С. 21–25. (*Особистий внесок 85 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті*).

3. **Алексєєв Я. В.** Продуктивність сорго зернового гібриду Прайм залежно від площі живлення в умовах Північного Степу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2020. Вип. 33. С. 9–15.

4. Гирка А. Д., **Алексєєв Я. В.** Особливості росту і розвитку сорго зернового сорту Дніпровський 39 залежно від щільності агроценозу в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 18–22. (*Особистий внесок 85 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті*).

5. **Алексєєв Я. В.** Порівняльна характеристика продуктивності сорго зернового залежно від площі живлення в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 54–62.

6. **Алексєєв Я. В.**, Семенов С. С., Любчич О. Г., Грищенко Р. Є., Глієва О. В. Продуктивність сорго зернового при застосуванні післясходових гербіцидів. *Зернові культури*. 2021. Т. 5. № 1. С. 59–64. (*Особистий внесок 75 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті*).

7. **Алексєєв Я. В.** Сортова реакція зернового сорго на застосування мінеральних добрив залежно від їх складу і доз внесення. *Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки*. 2021. № 117. С. 3–9.

Тези і матеріали наукових конференцій

8. **Алексєєв Я. В.** Урожайність цукрового сорго залежно від способів сівби, норм висіву і основного обробітку. *Роль наукових досліджень в забезпеченні процесів інноваційного розвитку аграрного виробництва України*: зб. тез Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (25–26 травня 2016 р.). Дніпропетровськ : ДУ Інститут зернових культур НААН, 2016. С. 41–42.

9. **Алексєєв Я. В.** Реакція сорго зернового сорту Дніпровський 39 на елементи мінерального живлення. *Актуальні проблеми науково-інноваційного забезпечення виробництва зерна в контексті сучасних ринкових умов*: зб. тез Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (30–31 травня 2019 р.). Дніпро : ДУ Інститут зернових культур НААН, 2019. С. 43–44.

10. **Алексєєв Я. В.** Ефективність використання вологи рослинами сорго зернового залежно від площі живлення. *Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах*: зб. тез

Всеукраїнської науково-практичної конференції (25 лютого 2021 р.). Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН, 2021. С. 110–111.

11. **Алексеев Я. В.** Ефективність гербіциду на посівах сорго зернового залежно від способу застосування. *Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку*: зб. тез II Міжнародної науково-практичної конференції (4–5 березня 2021 р.). Біла Церква: БНАУ, 2021. С. 147–148.

Методичні та науково-практичні рекомендації

12. Гадзало Я. М., Бащенко М. І., Заришняк А. С., ... **Алексеев Я. В.** [та ін., колектив авторів]. Агротехнологічна та інноваційна стратегія проведення весняно-польових робіт в умовах 2016 року. Сорго : Науково-практичні рекомендації вирощування сільськогосподарських культур в Степу України в 2016 р. Дніпропетровськ. 2016. С. 46–48 (*Особистий внесок 85 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання рекомендацій*).

13. Гадзало Я. М., Бащенко М. І., Заришняк А. С., ... **Алексеев Я. В.** [та ін., колектив авторів]. Технологічний комплекс збирання врожаю ранніх зернових та сівби озимих культур в умовах Степу в 2016 році : Науково-практичні рекомендації з питань збирання урожаю ранніх зернових та сівби озимих культур у 2016 році. Дніпро. 2016. 60 с. (*Особистий внесок 45 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання рекомендацій*).

14. Черчель В. Ю., Гирка А. Д., Кирпа М. Я., **Алексеев Я. В.** [та ін., колектив авторів]. Інноваційна агростратегія 2020. Особливості вирощування сільськогосподарських культур у Степу України в 2020 році. Сорго зернове. Дніпро. 2020. С. 43–46 (*Особистий внесок 85 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання рекомендацій*).

15. Черчель В. Ю., Гирка А. Д., Кирпа М. Я., ... **Алексеев Я. В.** [та ін., колектив авторів]. Наукова оптимізація збирання зерна та сівби озимих культур у 2020 році : Науково-практичні рекомендації з питань збирання урожаю ранніх зернових та сівби озимих культур у 2020 році. Дніпро. 2020. 84 с. (*Особистий внесок 45 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання рекомендацій*).

Статті в інших виданнях

16. Крамарев С., Артеменко С., Исаенков В., ... **Алексеев Я. В.** [та ін., колектив авторів]. Види на рекорд. *Зерно*. 2012. № 12. С. 44–58. (*Особистий внесок 45 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті*).

17. Красненко С., Крамарьов С., Артеменко С., Самойленко А., Яланский А., **Алексеев Я.** Чого хоче «верблюд». *The Ukrainian Farmer*, 2013. № 3. С. 36–39. (*Особистий внесок 45 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті*).

18. Крамарьов С., Красненко С., Артеменко С., ... **Алексеев Я.** [та ін., колектив авторів]. Черноземы обыкновенные – прежде и теперь. *Зерно*. 2013. № 4. С. 47–59. (*Особистий внесок 45 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті*).

19. Красненко С., Самойленко А., Артеменко С., Яланський А., **Алексеев Я.**, Березовський С. Збирання зернового сорго. *The Ukrainian Farmer*. 2013. № 9. С. 84–86. (*Особистий внесок 45 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті*).

20. Артеменко С., Алексеев Я. Як деградують чорноземи та які заходи слід вживати. *Пропозиція*. 2018. № 5. С. 82–87. (Особистий внесок 65 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).

21. Артеменко С., Алексеев Я. Оптимальний висів сорго. *The Ukrainian Farmer*. 2019. № 1. С. 88–89. (Особистий внесок 45 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).

АНОТАЦІЯ

Алексеев Я. В. Оптимізація технологічних заходів вирощування сорго зернового в Північному Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 «Рослинництво» (201 «Агрономія»). – Державна установа Інститут зернових культур НААН України, Дніпро, 2021.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення важливої наукової задачі, яка полягає в науковому обґрунтуванні та оптимізації агротехнологічних заходів вирощування сорго зернового у Північному Степу України.

Встановлено, що рослини сорту Вінець вищу врожайність зерна формували за сівби з міжряддями 45 см (3,70 т/га), 70 см (3,83 т/га) – при густоті посіву 160 тис. шт./га; сорту Дніпровський 39 – при сівбі на 45 см (4,62 т/га) за щільності 140 тис. шт./га, 70 см (4,57 т/га) – за 120–140 тис. шт./га; гібриду Прайм – як з міжряддями 45 см (5,88–5,89 т/га), так і 70 см (5,70–5,71 т/га) за густоти стояння рослин 120–140 тис. шт./га.

Більшу зернову продуктивність рослини сорго зернового мали на фоні внесення $N_{60}P_{60}K_{30}$ (6,24 т/га – гібрид Ковчег і 4,70 т/га – сорт Дніпровський 39).

Ефективність контролювання дводольних бур'янів гербіцидом Грантокс становила 78,0–86,2 %; Пріма – 75,4–83,1 %; Пік – 80,6–89,3 %, сприяючи зростанню зернової продуктивності сорго зернового відповідно на 0,60–0,97; 0,66–0,92 та 1,02–1,40 т/га відносно природної забур'яненості посівів. Виявлено, що найоптимальнішим для сорго є застосування гербіциду Пік дозою 15–20 г/га у фазі 4–5 листків.

Ключові слова: сорго зернове, технологія, сорт, гібрид, спосіб сівби, густина стояння рослин, мінеральне добриво, гербіцид, урожайність, якість зерна, економічна та енергетична ефективність.

АННОТАЦИЯ

Алексеев Я. В. Оптимизация технологических мероприятий выращивания сорго зернового в Северной Степи Украины. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.09 – «Растениеводство» (201 – Агрономия). – Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН Украины, Днепр, 2021.

В диссертационной работе приведено теоретическое обобщение и новое решение важной научной задачи, которая заключается в научном обосновании и оптимизации агротехнологических мероприятий выращивания сорго зернового в

Северной Степи Украины.

Установлено, что растения сорта Венец высокую урожайность зерна формировали при посеве с междурядьями 45 см (3,70 т/га), 70 см (3,83 т/га) – при плотности посева 160 тыс. шт./га; сорта Днепровский 39 – при посеве на 45 см (4,62 т/га) при плотности 140 тыс. шт./га, 70 см (4,57 т/га) – в 120–140 тыс. шт./га; гибрида Прайм – как с междурядьями 45 см (5,88–5,89 т/га), так и 70 см (5,70–5,71 т/га) при густоте стояния растений 120–140 тыс. шт./га.

Большую зерновую продуктивность растения сорго зернового обеспечили на фоне внесения $N_{60}P_{60}K_{30}$ (6,24 т/га – гибрид Ковчег и 4,70 т/га – сорт Днепровский 39).

Эффективность контролирования двудольных сорняков гербицидом Грантокс составляла 78,0–86,2 %; Прима – 75,4–83,1 %; Пик – 80,6–89,3 %, способствуя росту зерновой продуктивности соответственно на 0,60–0,97; 0,66–0,92 и 1,02–1,40 т/га относительно природной засоренности посевов. Выявлено, что наиболее оптимальным для сорго является применение гербицида Пик дозой 15–20 г/га в фазе 4–5 листьев.

Ключевые слова: сорго зерновое, технология, сорт, гибрид, способ посева, густота стояния растений, удобрение, гербицид, урожайность, качество зерна, экономическая и энергетическая эффективность.

ANNOTATION

Aliexsieiev Ya. V. Optimization of technological measures of growing grain sorghum in the Northern Steppe of Ukraine. – Qualification scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for the degree of Candidate of Agricultural Sciences, specialty 06.01.09 «Plant Production». (201 – «Agronomy»). – State Institution The Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine, Dnipro, 2021.

The dissertation presents a theoretical generalization and a new solution of an important scientific problem, which consists in scientific substantiation and optimization of agrotechnological measures of grain sorghum cultivation in order to increase its grain productivity taking into account variation of weather factors, morphobiological features of varieties and hybrids, standing of plants, application of fertilizers and herbicides in the Northern Steppe of Ukraine.

According to the results of experimental studies, it was established that in the variety Vinets' the highest grain yield was formed when sowing with 45 cm row spacing (3,70 t/ha) and with 70 cm row spacing (3,83 t/ha) – at a sowing density of 160 thous. pcs/ha. In the variety Dniprovs'kyi 39 higher grain yield when sowing with rows between rows of 45 cm (4/62 t/ha) provided the sowing density of 140 thous. pcs/ha, as well as 70 cm (4,57 t/ha) – in crops with plant density 120–140 thous. pcs/ha. For the hybrid Prime, the optimal standing density of crop plants, regardless of the weather conditions of the growing zone, is 120–140 thous. pcs/ha. Higher grain yields both when sowing with spacing between rows 45 cm (5,88–5,89 t/ha) and 70 cm (5,70–5,71 t/ha) were formed in crops with a plant density of 120–140 thous. pcs/ha.

The best grain productivity (6,24 t/ha) was provided by the hybrid Kovcheg on plots with application $N_{60}P_{60}K_{30}$, which contributed to the increase of grain yield by 1,02 t/ha (19,5 %) in comparison with the control. Variety Dniprovs'kyi 39 was less productive, the best grain yield on the background of $N_{60}P_{60}K_{30}$ was 4,70 t/ha, the increase in crop yield

against control was 0,76 t/ha or 19,3 %.

The results of the research did not reveal a significant effect of post-emergence herbicides Peak, Prima and Grantox in grain sorghum crops on the time of onset and duration of interphase periods of plant development. All studied herbicides showed high efficiency against harmful vegetation, providing a reduction in the number of dicotyledonous weeds when using herbicides at the following level: Grantox – 78,0–86,2 %, Prima – 75,4–83,1 % and Peak – 80,6–89,3 %.

Despite the phytotoxic effect on grain sorghum plants, post-emergence herbicides contributed to the growth of grain productivity: herbicide Prima – by 0,66–0,92 t/ha, Grantox – by 0,60–0,97 t/ha and Peak – by 1,02–1,40 t/ha relatively to natural weediness.

Based on the conducted researches, it has been established that the safest for grain sorghum plants and effective in the control of dicotyledonous weeds in grain sorghum crops is the application of the herbicide Peak at a dose of 15–20 g/ha in the phase of 4–5 leaves.

Key words: grain sorghum, technology, variety, hybrid, sowing method, standing density of plants, mineral fertilizer, herbicide, crop yield, grain quality, economic and energetic efficiency.