

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

**БОЙКО МИКОЛА ОЛЕКСАНДРОВИЧ**

УДК 633.17:631.527.5:631.5(477.7)

**АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ  
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО  
В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.09 – рослинництво

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Херсон – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Державному вищому навчальному закладі «Херсонський державний аграрний університет».

**Науковий керівник:** доктор сільськогосподарських наук, професор

**Базалій Валерій Васильович,**

Державний вищий навчальний заклад «Херсонський державний аграрний університет», завідувач кафедри рослинництва, генетики, селекції та насінництва.

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор

**Щербаков Віктор Якович,**

Одеський державний аграрний університет, професор кафедри польових і овочевих культур;

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

**Коваленко Анатолій Михайлович,**

Інститут зрошуваного землеробства НААН, завідувач лабораторії неполивного землеробства.

Захист відбудеться «29» червня 2017 р. о 10<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 67.830.01 у Державному вищому навчальному закладі «Херсонський державний аграрний університет» (73006, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23), аудиторія 104.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» (73006, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23), головний корпус.

Автореферат розісланий «29» травня 2017 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,  
кандидат сільськогосподарських наук, доцент \_\_\_\_\_

А.В. Шепель

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Сучасні кліматичні трансформації змушують сільгосптоваровиробників все частіше переглядати концепції та практичні підходи до формування спектру культур агроценозів, спроможних забезпечувати отримання стабільних і економічно вигідних урожаїв у все більш жорстких за значенням гідротермічного коефіцієнту умовах.

За сучасних умов аграрного виробництва України, надзвичайно важливого значення набуває перспектива реалізації агробіологічного та виробничого потенціалу соргових культур, їх інтродукції, виробництва, споживання та використання. Серед ботанічних видів, що складають зазначену групу культур, окреме місце слід відвести зерновому сорго, котре в умовах жорсткого гідротермічного коефіцієнту, прогресуюче зменшення значення котрого є все більш типовим для Півдня та Південного Сходу України, здатне формувати стійкі та економічно доцільні врожаї зерна з показниками якості, що дозволяють його багатовекторне використання. Останнім часом культура все частіше асоціюється не стільки із харчовим або кормовим використанням, а з істотним джерелом сировини для виготовлення біоетанолу.

**Проте, на наш погляд, найвагомим аргументом більш інтенсивного залучення до агроценозів Південного Степу зазначеної культури залишається її надзвичайно висока екологічна пластичність, здатна в несприятливих за значенням гідротермічного коефіцієнту агросезони бути повноцінною альтернативою іншим яриям культурам (ячменю, кукурудзі, соняшнику і навіть просу).**

Відтак, чи не єдиним стримуючим фактором збільшення об'ємів виробництва зернового сорго на сьогодні ми вбачаємо невідпрацьованість зональних технологій його вирощування, котрі не повною мірою сприяють реалізації врожайного потенціалу нових сортів і гібридів культури, неповну відповідність агротехніки вирощування їх біологічним особливостям. За дієвий важіль впливу на зазначену проблему ми вбачаємо вдосконалення елементів агротехніки культури з метою приведення їх у відповідність до біологічних особливостей конкретного сорту чи гібриду, що дозволить максимально використовувати його продуктивний потенціал.

Базисні елементи зональної технології вирощування зернового сорго з метою отримання високих і сталих урожаїв зерна вивчалася багатьма вітчизняними і зарубіжними науковцями (Алабушев А.В., Коваленко А.М., Курило В.Л., Макаров Л.Х., Малиновський Б.Н., Олексенко Ю.Ф., Самойленко А.П., Шепель Н.А., Шорин П.М., Щербаков В.Я., Яланський О.В., Charles-Edwards D.A., Ferraris R. A., Eastin I.D. та ін.). Проте, на сьогодні до арсеналу виробничників надійшли нові сучасні сорти і гібриди цієї культури, реакція яких на такі дієві фактори формування продуктивності, як строки сівби і густина стояння рослин, вивчені досить фрагментарно і неакцентовано. Актуальність вказаних проблем, їх недостатній рівень наукового обґрунтування, певні розбіжності в

практичних підходах і методах реалізації визначили наукову доцільність, практичну значущість, тему, мету і завдання дисертаційного дослідження.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Наукові експериментальні дослідження, що сформувавши основу дисертаційного матеріалу, були складовою частиною тематичного плану НДР Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» в період 2013-2015 рр. за темою «Розробка та впровадження технологій вирощування основних сільськогосподарських культур (пшениця озима м'яка, пшениця яра, пшениця альтернативного типу, кукурудза, соняшник, сорго)» (номер державної реєстрації №0114U002494), де автор був безпосереднім виконавцем досліджень. В межах зазначеної наукової тематики автором було окреслено й обґрунтовано наукові й агротехнічні основи росту, розвитку, формування зернової продуктивності гібридами зернового сорго за їх вирощування у незрошуваних агрофітоценозах півдня України. Зазначені розробки спрямовані на оптимізацію агроекологічних умов вирощування культури, збільшення рівня реалізації її біологічного потенціалу, покращення умов функціонування регіонального та загальнодержавного ринку зернової сировини.

**Мета й завдання досліджень.** Головною метою роботи є комплексне дослідження наукових та практичних засад формування продуктивності, особливостей росту і розвитку, адаптивних властивостей та конкурентоздатності рослин сучасних гібридів зернового сорго, агробіологічне обґрунтування та розробка на цій основі оптимальних параметрів площі живлення рослин за різних строків сівби культури з подальшою інтенсифікацією виробництва товарного зерна і підвищенням ефективності функціонування зернового підкомплексу регіону.

Досягнення поставленої мети реалізовано шляхом вирішення наступних завдань:

- проаналізувати сучасний стан і тенденції, окреслити вектори і перспективи розвитку загальносвітового та вітчизняного виробництва сорго зернового в контексті агроекологічних умов регіону;
- провести всебічну агроекологічну оцінку сучасного гібридного складу культури, визначити перспективні зразки для вирощування в зоні Південного Степу з урахуванням відповідності їх адаптивних властивостей екологічним умовам даної зони;
- дослідити особливості процесів росту та розвитку гібридів сорго за різної густоти стояння рослин і строків сівби в умовах півдня України;
- визначити залежність основних фенологічних, біометричних, структурно-морфологічних та адаптивних показників гібридів зернового сорго від строків проведення сівби та густоти стояння рослин;
- встановити водоспоживання агроценозу зернового сорго і коефіцієнт водоспоживання окремих гібридів, зумовлені різними строками сівби та площею живлення, впродовж періоду вегетації культури;

- з'ясувати вплив факторів, що досліджувалися, на врожайність зерна гібридів сорго зернового і його основні господарськоцінні ознаки і якісні показники;
- дати оцінку економічній і енергетичній ефективності вирощування гібридів сорго зернового в умовах півдня України.

*Об'єкт досліджень* – процеси росту, розвитку і формування зернової продуктивності, господарськоцінні ознаки та якісні показники врожаю гібридів зернового сорго залежно від технологічних прийомів вирощування, що досліджувалися.

*Предмет дослідження* – комплекс наукових та практичних аспектів розширення можливостей функціонування та розвитку сировинної бази регіонального та державного зернового підкомплексу; гібриди сорго зернового: Сонцедар, Прайм, Бургго, Спринт W, Даш Е та Таргга; елементи технології вирощування: строки сівби культури та густина стояння рослин.

**Методи досліджень.** Задля всебічного та об'єктивного вирішення завдань наукових досліджень, в роботі були використані наступні методи: історичний – з метою ретроспективного узагальнення практики вирощування культури в Україні та за кордоном, розробок вітчизняних та зарубіжних авторів у питанні наукового обґрунтування та практичного забезпечення технологій вирощування зернового сорго; польовий короткотривалий двох та трьохфакторний дослід – для визначення врожайності, забезпечення біометричних спостережень та супутніх досліджень; лабораторний – з метою встановлення якісних параметрів зерна сорго, аналізу окремих супутніх даних; розрахунковий – в разі встановлення істинних критеріїв норм висіву та доз росторегулюючого препарату, оцінки економічної та біоенергетичної ефективності елементів технології, що вивчалися; статистичний – проведення дисперсійного аналізу і статистичного обробітку врожайних даних та результатів супутніх спостережень; розрахунково-конструктивний, прогнозування та моделювання – при створенні моделей, що відображають структурні зміни та причинно-наслідкові взаємозв'язки в разі дискретного характеру показників технологічних прийомів вирощування сорго зернового, вивчення й обґрунтування способів отримання високих та сталих врожаїв культури.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає в обґрунтуванні наукових принципів та практичних рекомендацій щодо розв'язання наукової проблеми розробки окремих технологічних прийомів вирощування гібридів зернового сорго, розширення номенклатури альтернативних зернових культур пізньої ярої групи і як наслідок, продуктивності агроландшафтів зони Південного Степу та забезпечення сировиною вітчизняного зернового підкомплексу. До найбільш вагомих результатів, що характеризують наукову новизну дисертаційного дослідження, зокрема, належать:

*вперше:*

- розроблені наукові та практичні засади переведення виробництва зернового сорго на гібридну основу, що дає можливість розширити варіативність і можливості сільгосптоваровиробників;

- зроблена всебічна агробіологічна оцінка сучасного гібридного складу культури відносно відповідності комплексу абіотичних і біотичних умов, яка дозволяє окреслити потенційні можливості гібриду та ступінь його ресурсного забезпечення в конкретних виробничих умовах Південного Степу України, визначені закономірності формування їх урожайності під впливом агротехнічних та екологічних факторів;

- для моделювання формування врожайності гібридів сорго зернового використано метод штучних нейронних мереж, за результатом оцінки чутливості нейромережі здійснено ранжування факторів на вплив динаміки формування врожайності;

- дана комплексна агробіологічна оцінка сучасним біологічно-активним речовинам крізь призму їх впливу на кількісно-якісні показники врожаю сорго зернового;

*удосконалено:*

- наукові принципи, а також практичні засади отримання стабільних урожаїв зернового сорго з високими якісними показниками на основі поєднання базисних операцій посівного блоку технології вирощування культури, а саме: строків сівби і густоти стояння рослин в агроценозі, розроблено математичні моделі врожайності культури в залежності від зазначених агроприйомів;

- економічну та біоенергетичну оцінку ефективності виробництва зерна сорго в незрошуваних умовах Південного;

*набули подальшого розвитку:*

- підходи до обґрунтування доцільності вирощування сучасних гібридів зернового сорго в агрокліматичних умовах, що характеризуються жорстким гідротермічним коефіцієнтом, визначення та оптимізації водоспоживання культури;

- питання управління процесами формування врожайності і технологічної якості зерна сорго залежно від елементів технології вирощування.

**Практичне значення одержаних результатів.** Наукові положення та практичні аспекти, висновки та пропозиції, що знайшли відображення в дисертаційній роботі, спрямовані на вдосконалення процесів, пов'язаних із формуванням зернової продуктивності рослинами сорго в незрошуваних умовах Південного Степу. Результати зазначених досліджень становлять практичний інтерес для сільськогосподарських підприємств регіону, що спеціалізуються на виробництві товарного зерна сорго. Основні положення дисертаційних досліджень були прийняті до використання Департаментом агропромислового розвитку Херсонської облдержадміністрації (довідка №09-293/0/17/019.4 від 20 лютого 2017 р.), результати досліджень були впроваджені автором в сільськогосподарських підприємствах Херсонської області: ПАТ «Фрідом Фарм Інтернешнл» Чаплинського району на площі 80 га (довідка №035 від 17 лютого 2017 р.), Каховського району на площі 60 га (довідка №036 від 17 лютого 2017 р., Горностаївського району на площі 50 га (довідка №037 від 17 лютого 2017 р.); Миколаївської області:

ТОВ «ДІОНІСІЙ VN» Вітовського району на площі 90 га (довідка №51 від 14 лютого 2017 р.), агрофірмі «Авангард» Сланецького району на площі 56 га (довідка від 29 листопада 2015 р.). Теоретичні та методичні аспекти дисертаційного дослідження використовуються у навчальному процесі ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» при викладенні дисципліни «Зернові культури» курсу «Рослинництво» на агрономічному факультеті ступеню «Бакалавр», що підтверджується довідкою №76-05/51 від 17 лютого 2017 р.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є самостійною та новою науковою працею, що базується на особисто отриманих автором результатах експериментальних досліджень. Автор особисто брав участь у розробці програми наукових досліджень, дисертантом проведений аналітичний огляд вітчизняної і зарубіжної літератури та електронних ресурсів, самостійно закладений польовий дослід, проведені супутні спостереження, аналізи та дослідження, оброблені отримані в результаті досліджень результати, зроблені системні узагальнення експериментальних матеріалів, встановлено економічну та енергетичну доцільність і ефективність агротехнічних заходів, що ставилися на вивчення. Основні наукові та прикладні аспекти дисертаційного дослідження, висновки та пропозиції розроблено та науково обґрунтовано автором самостійно.

**Апробація результатів досліджень.** Результати досліджень доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на ряді науково-практичних конференцій, зокрема: Modern scientific researches and developments: theoretical value and practical results-2016: materials of international scientific and practical conference (Bratislava, 15-18 March 2016); Міжнародна конференція «Онтогенез – стан проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах» (Херсон, 10-11 червня 2016 р.); Всеукраїнська науково-практична конференція «Теорія та практика менеджменту: реалії і перспективи розвитку» (Херсон, 29 червня 2016 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 17 листопада 2016 р.); науково-практичних конференціях професорсько-викладацького складу ДВНЗ «ХДАУ» (2013-2017 рр.).

**Публікації.** За результатами наукових досліджень, які відображені в дисертаційній роботі, опубліковано 13 наукових праць, у тому числі 5 статей у фахових виданнях, з них 3 статті у наукових фахових виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз даних, 1 в зарубіжному збірнику, 4 в матеріалах конференцій, отримане авторське свідоцтво і 2 патенти.

**Об'єм і структура роботи.** Дисертаційний матеріал викладений на 223 сторінках машинописного тексту (з них 167 сторінок основного тексту) та складається зі вступу, 5 розділів, висновків і рекомендацій виробництву, додатків і списку використаних літературних джерел. Робота містить 24 таблиці, 30 рисунків, 12 формул і 26 додатків, викладених на 26 сторінках. Список використаних літературних джерел включає 289 найменувань на

27 сторінках, у тому числі – 48 латиницею і 12 посилань на електронні ресурси.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано, актуальність і наукову новизну роботи, її практичну цінність, відображено апробацію, наведено загальний обсяг публікацій і задекларовано особистий внесок автора.

У першому розділі **«Аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду в реалізації біолого-екологічного потенціалу зернового сорго та елементів існуючих технологій вирощування культури»** досліджено сучасні тенденції виробництва сорго зернового в Україні та в основних країнах-виробниках, вивчені місце і роль культури у розвитку вітчизняної та світової зернової галузі як в історичному аспекті, так і в стратегічній перспективі, окреслено агробіологічні та екологічні передумови вирощування культури сорго зернового в умовах недостатнього зволоження. Проаналізовано стан вивченості проблеми впливу прийомів вирощування на ріст, розвиток і формування сталого врожаю зерна сорго та агроекологічна оцінка існуючих технологій.

У другому розділі **«Умови, програма та методика проведення досліджень»** зазначено, що дослідження проводилися впродовж 2013-2015 рр. на неполивних землях дослідного поля ДВНЗ «Херсонського державного аграрного університету», котрі входять до зони Південного Степу України. Аналіз метеорологічних даних за роки проведення досліджень показав, що вони мали істотні коливання відносно середніх багаторічних показників. Середньорічна сума активних температур за період вегетації культури абсолютно достатня для отримання гарантованих врожаїв. Щодо найсуттєвішого для зони агрокліматичного чинника – гідротермічного коефіцієнту за період вегетації сорго зернового, то до порівняно «вологих» років слід віднести 2015 р., помірних – 2014 р., сухих – 2013 р.

Ґрунт дослідного поля, на базі якого були проведені експериментальні дослідження, характеризується наступними показниками: темно-каштановий середньосуглинковий слабосолонцюватий з вмістом гумусу в орному шарі на рівні 2,2-2,9%. Вміст рухомих форм елементів мінерального живлення: азоту – 3,8-5,7; фосфору – 6,2-8,6; калію – 33,4-49,2 мг/100 г ґрунту, рН – 6,9-7,2. Ґрунтові води залягають на глибині 7,5-13 м. Експериментальну частину дисертаційної роботи виконано шляхом проведення двох польових дослідів.

*Дослід №1: «Вплив строків сівби та густоти стояння рослин на продуктивність гібридів зернового сорго».* Трьохфакторний польовий дослід був закладений методом рендомізованих розщеплених ділянок. Всі основні та допоміжні дослідження, спостереження та відбір зразків проводили у чотириразовій повторності. Посівна площа ділянок 56,0 м<sup>2</sup>, облікова – 33,6 м<sup>2</sup>. Кількість варіантів у досліді 48, загальна кількість ділянок досліді – 192. У польовому досліді вивчалися такі фактори та їх



варіанти: *Фактор А* – гібриди зернового сорго: Сонцедар, Прайм, Бургго, Спринт W, Даш Е і Таргга. *Фактор В* – густина стояння рослин в агроценозі на момент повних сходів, тис. шт./га: 100, 140, 180 і 220. *Фактор С* – строки сівби: ранній (за температури ґрунту на глибині загортання насіння 8-10<sup>0</sup>С), що в середньому за роки проведення досліджень співпадало в часі із першою декадою травня місяця; пізній – за температури ґрунту 14-16<sup>0</sup>С або третя декада травня місяця.

**Дослід №2: «Залежність урожайності гібридів зернового сорго від обробітку посіву стимулятором росту».** Двохфакторний польовий дослід був закладений методом рендомізованих розщеплених ділянок. Всі основні, суміжні дослідження, спостереження та відбір зразків проводили у чотириразовій повторності. Посівна площа ділянок 56,0 м<sup>2</sup>, облікова – 33,6 м<sup>2</sup>. Кількість варіантів у досліді 24, загальна кількість ділянок досліду – 96. У польовому досліді вивчалися такі фактори та їх варіанти: *Фактор А* – гібриди зернового сорго: Сонцедар; Прайм; Бургго; Спринт W; Даш Е; Таргга. *Фактор В* – застосування стимулятора росту: без обробітку – контроль, обробіток чистою водою – фон, обробіток 0,01% розчину бурштинової кислоти.

Агротехніка вирощування сорго зернового в польовому досліді була загальноприйнята для даної зони, за виключенням окремих технологічних аспектів (гібрид, густоти стояння та строк сівби).

У третьому розділі **«Особливості росту і розвитку сорго зернового в залежності від строків сівби і густоти стояння рослин»** наведено результати обліку фенологічних, біометричних та структурно-морфологічних показників гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби і густоти стояння рослин. Залежно від густоти стояння, період вегетації досліджуваних гібридів сорго за раннього строку сівби тривав від 115 до 123 діб. За раннього строку сівби із збільшенням ступеню загущеності агроценозу із 100 до 220 тис. шт./га час настання наступної фенологічної фази в першу половину вегетації (до фази куціння включно) збільшувався на 1-2 доби, а в другу половину вегетації (особливо в період формування генеративних органів), навпаки, зменшувався на 2-3 доби порівняно із ділянками з мінімальним загущенням рослин. Із гібридів, що вивчалися, за скоростиглістю виділявся ранньостиглий гібрид Сонцедар, сходи якого, в середньому за роки проведення досліджень, з'явилися на 2-3 доби раніше порівняно із іншими гібридами, що досліджувалися. Починаючи із фази куціння, зазначена тенденція зберіглася, проте термін настання подальших фенологічних фаз скоротився, порівняно із іншими гібридами, на 2-4 доби. За сівби культури в пізній термін гібридом, що характеризувався мінімальною тривалістю міжфазних періодів, був гібрид Прайм. В середньому, час настання наступної фенологічної фази і, відповідно, загальна тривалість окремих міжфазних періодів, порівняно з іншими гібридами, що досліджувалися, були меншими на 1-3 доби.

За результатами наших досліджень на фенологічні показники гібридів зернового сорго істотний вплив мав і обробіток агроценозу стимулятором

росту рослин – розчином бурштинової кислоти. Зазначена залежність за своєю інтенсивністю поступалася такій, що була відмічена нами за строком сівби і густотою стояння росли, проте її характер був яскраво вираженим. В середньому, за рахунок оптимізації перебігу міжфазних періодів культури, нами відмічене зменшення загальної тривалості вегетаційного періоду гібридів на 7,6 доби.

В досліді встановлена чітка закономірність, згідно якої висота рослин всіх гібридів збільшувалась із збільшенням густоти стояння рослин і досягала максимуму при густоті 220 тис. шт./га. Наведений характер залежності відмічався нами як за раннього, так і з пізнього строків сівби культури. В середньому, із збільшенням густоти стояння рослин з 100 до 220 тис. шт./га середня висота гібридів зернового сорго за раннього строку сівби збільшувалась на 10 см, за пізнього – на 8 см. Стосовно строку проведення сівби, то зазначений фактор зумовлював зменшення показника висоти рослин за проведення сівби культури в більш пізні календарні терміни за всіма варіантами гібридів.

Показник індексу листової поверхні гібридів сорго зернового також характеризувався тенденцією збільшення із збільшенням густоти стояння рослин за обох строків проведення сівби. Особливої інтенсивності процес збільшення значення індексу листової поверхні набув в діапазоні густоти стояння 100-140 тис. шт./га, а із збільшенням густоти стояння з 180 до 220 тис. шт./га у більшості гібридів різниця була незначною. Найбільшим цей показник був у гібрида Даш Е і становив за раннього строку сівби 2,72 та 2,11 за пізнього.

Маса листя на одній рослині у гібрида Даш Е становила при ранньому строку сівби 91 г та при пізньому – 76 г. З урахуванням густоти стояння рослин, максимальною маса листя з одиниці посівної площі була також у гібрида Даш Е: за густоти 180 тис. шт./га – 1206 г/м<sup>2</sup> за раннього строку сівби 936 г/м<sup>2</sup> за пізнього строку сівби і цієї ж густоти стояння. На нашу думку, об'єктивним показником відповідності умов, що були зумовлені агробіологічними факторами для росту і розвитку рослин зернового сорго є показник надземної маси окремих рослин в агрофітоценозі.

В середньому за роки проведення досліджень, більш високі середні показники коефіцієнту водоспоживання рослин зернового сорго були отримані за проведення сівби культури в пізній строк – в середньому по досліді 882 м<sup>3</sup>/т, а за раннього строку сівби – 432 м<sup>3</sup>/т. Тобто, за раннього строку сівби рослини культури на формування одиниці продукції витрачали на 49% продуктивної вологи менше, ніж за пізнього. Найбільш економне споживання вологи в досліді було відмічене за варіантом раннього строку сівби у гібридів Сонцедар, висіяного з густотою 140 тис. шт./га (289 м<sup>3</sup>/т) і Даш Е з густотою 180 тис. шт./га (291 м<sup>3</sup>/т); та максимальне – за пізнього строку сівби гібриду Спринт W: показник коефіцієнту водоспоживання зростав із збільшенням норми висіву рослин від 1294 до 1501 м<sup>3</sup>/т. Даний гібрид характеризувався і найменш економним вологоспоживанням і за раннього строку сівби.

Аналіз структури врожаю, проведений за роки досліджень, дозволяє зробити висновок, що показник довжини волоті рослин сорго напряду залежав як від генетичних особливостей гібриду, так і від умов фітоценозу, зумовлених диференційованим характером густоти стояння рослин і строком сівби культури. Середній розмір суцвіть культури, висіяної в ранній строк (22 см), істотно перевищував зазначений показник, отриманий за пізнього строку сівби (19 см), в середньому, на 3 см або 14%. Із збільшенням густоти стояння рослин середні розміри волоті сорго зернового також суттєво зменшувалися. Максимальні значення показника довжини суцвіття в досліді відмічалось нами за варіантом гібриду Сонцедар: від 24 см за раннього строку сівби і до 21 см за пізнього. Найменша довжина волоті була характерною для гібриду Таргга і за сівби гібриду в ранній термін склала, в середньому, 20 см, а в пізній – 18 см.

Лідером за показником зернової продуктивності однієї волоті визнаний гібрид зернового сорго Сонцедар (в середньому за роки проведення досліджень зазначений показник за густоти стояння рослин 100 тис. шт./га і раннього строку сівби склав 56 г), а мінімум був відмічений у гібрида Спринт W, що вирізнявся найгіршими показниками за обома строками сівби.

За роки проведення досліджень нами відмічена стала закономірність, згідно якої маса 1000 зерен усіх гібридів, істотно зменшувалося із збільшенням загушеності стеблостою на фоні як раннього, так і пізнього строків сівби (табл. 1).

Таблиця 1

**Маса 1000 зерен гібридів сорго зернового за різних строків сівби і густоти стояння рослин, г (середнє за 2013-2015 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
Строк посіву – ранній при 8-10 <sup>0</sup> С (фактор С)				
Сонцедар	22,4	20,1	18,2	17,0
Прайм	16,1	16,1	16,0	15,3
Бургго	18,8	18,5	17,9	16,5
Спринт W	17,1	17,1	17,0	16,3
Даш Е	19,8	18,0	17,9	17,8
Таргга	19,6	18,1	17,6	16,2
Строк посіву – пізній при 14-16 <sup>0</sup> С (фактор С)				
Сонцедар	17,5	17,5	17,5	17,4
Прайм	17,1	16,3	16,4	16,5
Бургго	19,6	18,8	16,2	15,6
Спринт W	15,7	15,6	14,9	14,7
Даш Е	19,5	18,8	18,2	17,2
Таргга	18,3	16,8	16,7	15,8

НІР <sub>05</sub> , Г	А	4,04-6,16
	В	1,96-2,67
	С	2,69-3,88
	АВС	6,00-8,57

Так, за раннього строку сівби, збільшення загущеності рослин із 100 до 220 тис. шт./га зумовило зниження повновісності зерна гібриду Сонцедар із 22,4 до 17,0 г (-24,1%); Прайм – із 16,1 до 15,3 г (-5,0%); Бургго – із 18,8 до 16,5 г (-12,2%); Спринт W – із 17,1 до 16,3 г (-4,7%); Даш Е – із 19,8 до 17,8 г (-10,1%) і Таргга – із 19,6 до 16,2 г (-17,3%). За пізнього строку сівби залежність зберегла свою направленість, проте її інтенсивність була дещо меншою. Так, підвищення загущеності агроценозу із 100 до 220 тис. шт./га зумовило зменшення показника  $M_{1000}$  гібриду Сонцедар із 17,5 до 17,4 г; Прайм – із 17,1 до 16,5 г; Бургго – із 19,6 до 15,6 г; Спринт W – із 15,7 до 14,7, Даш Е – із 19,5 до 17,2 г і Таргга – із 18,3 до 15,8 г. Лідером за даним показником в середньому по досліді, визнаний гібрид Сонцедар, маса 1000 зерен якого в середньому за роки проведення досліджень за раннього строку сівби становила 19,4 г, за пізнього – 17,5 г.

У четвертому розділі «Аналіз продуктивних ознак гібридів сорго зернового, зумовлених елементами технології вирощування» наведено результати обліку зернової продуктивності гібридів сорго зернового залежно від строків сівби і густоти стояння рослин (табл. 2).

Таблиця 2

**Урожайність зерна гібридів сорго зернового за різних строків сівби і густоти стояння рослин, т/га (середнє за 2013-2015 рр.)**

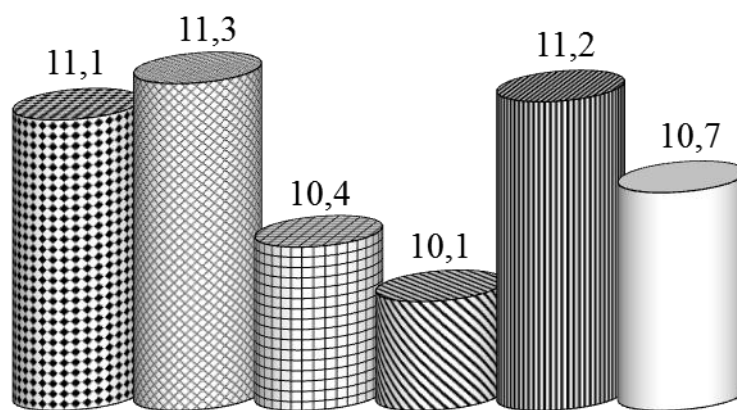
Гібрид (фактор А)	Густота посівів, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
Строк посіву – ранній при 8-10 <sup>0</sup> С (фактор С)				
Сонцедар	5,64	6,54	4,88	4,79
Прайм	3,20	4,54	4,62	3,83
Бургго	4,38	5,50	5,00	4,29
Спринт W	2,96	2,93	3,16	3,49
Даш Е	4,55	6,23	6,69	5,26
Таргга	3,83	4,98	5,60	4,58
Строк посіву – пізній при 14-16 <sup>0</sup> С (фактор С)				
Сонцедар	2,67	2,18	2,29	2,05
Прайм	1,75	2,43	1,70	1,60
Бургго	1,93	2,39	1,94	2,28
Спринт W	1,43	1,39	1,25	1,45
Даш Е	3,29	3,52	3,96	3,96
Таргга	2,59	2,61	3,20	2,64
НІР <sub>05</sub> , т/га	А	0,18-0,39		
	В	0,20-0,57		

	С	0,21-0,52
	АВ	0,32-0,74
	АС	0,44-0,63
	ВС	0,48-0,77
	АВС	0,62-1,07

Встановлено, що максимальний вплив на формування зернової продуктивності сорго в досліді мав фактор строку сівби. За всіма варіантами гібридів культури і густоти стояння рослин в агроценозі врожайність зерна сорго, отримана за раннього строку сівби, була вищою, ніж за пізнього строку, в середньому, на 2,29 т/га або на 49,3%. Це свідчить про беззаперечну перевагу раннього строку сівби за рахунок створення більш оптимальних умов для росту і розвитку рослин. Максимальну зернову продуктивність у досліді отримано у гібридів Сонцедар і Даш Е. Сонцедар сформував врожай на рівні 6,5 т/га за густоти стояння рослин 140 тис. шт./га, а середня врожайність за всіма варіантами густоти стояння склала 5,5 т/га. Гібрид Даш Е на варіанті густоти сівби 180 тис. шт./га сформував 6,7 т/га зерна і середня врожайність за фактором В була на рівні 5,7 т/га, що є найвищим показником з-поміж гібридів. Найбільш пластичним в досліді нами визнаний гібрид Даш Е, середня врожайність за фактором густоти стояння рослин істотно перевищувала всі гібриди, що вивчалися. Оптимальною густотою стояння рослин гібриду Даш Е за обома строками сівби є 180 тис. шт./га.

Обробіток рослин зернового сорго 0,01% розчином бурштинової кислоти виявився високоефективним заходом, спрямованим на збільшення зернової продуктивності культури. В середньому за роки проведення досліджень, при застосовуванні стимулятора росту, урожайність кондиційного зерна культури склала 5,67 т/га, на варіантах, де обробіток рослин проводився чистою водою – 5,06 т/га, на контролі – 4,99 т/га. У всіх гібридів сорго зернового відмічена закономірність, згідно якої застосування 0,01% - розчину бурштинової кислоти підвищувало врожайність зерна культури у порівнянні із необробленим контролем: гібриду Сонцедар – на 0,72 т/га або 12,9%; Прайм – на 0,66 т/га або 12,5%; Бургго – на 0,75 т/га або 13,0%; Спринт W – на 0,41 т/га або 11,5%; Даш Е – на 0,82 т/га або 10,9%, Таргга на 0,74 т/га або 11,7%.

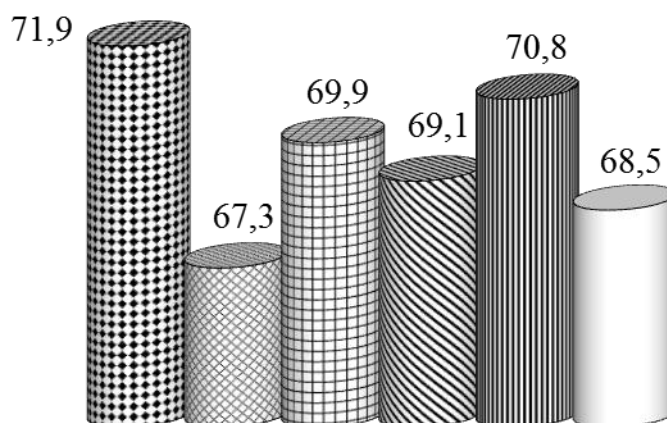
Вміст протеїну в зерні сорго в середньому склав 10,8%, що дозволяє його застосування в якості повноцінної сировини для харчової переробки і високопоживного кормового інгредієнту. За максимальним значенням зазначеного показника виділялися гібриди Прайм і Даш Е (відповідно 11,3 і 11,1% протеїну в зерні) (рис 1).



■ Сонцедар   ■ Прайм   ■ Бургго   ■ Спринт W   ■ Даш Е   □ Таргга

**Рис. 1 Вміст протеїну в зерні гібридів сорго зернового, %  
(середнє за 2013-2015 рр.)**

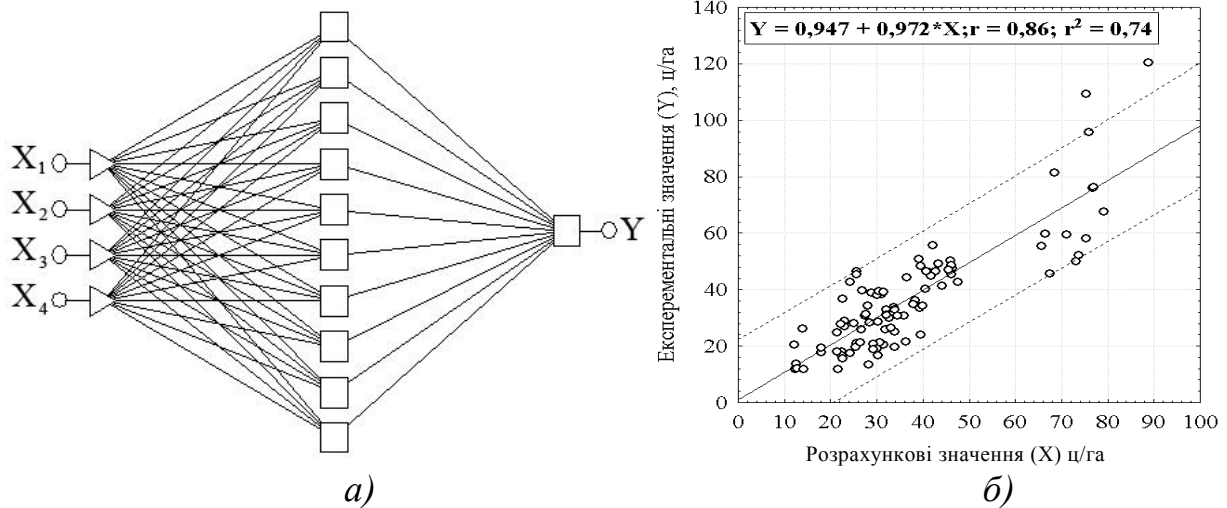
Зерно всіх гібридів зернового сорго, за вмістом крохмалю, придатне і перспективне для подальшого технологічного використання. Максимальний вміст крохмалю в зерні мав гібрид Сонцедар – 71,9% (рис. 2).



■ Сонцедар   ■ Прайм   ■ Бургго   ■ Спринт W   ■ Даш Е   □ Таргга

**Рис. 2 Вміст крохмалю в зерні гібридів сорго зернового, %  
(середнє за 2013-2015 рр.)**

В результаті моделювання нами створена регресійна штучна нейронна мережа трьохшаровий перцептрон (4-10-1) з десятьма нейронами в прихованому шарі; продуктивністю навчання – 0,86, контрольна – 0,93, тестова – 0,91; похибка навчання – 0,12, контрольна – 0,09, тестова – 0,10. Алгоритм навчання – зворотній розподіл похибки (37 епох). Множинна кореляція з урахування нелінійних закономірностей впливу факторів на урожай гібридів сорго зернового склала 0,86 (рис. 3).



де,  $X_1$  – гібриди сорго зернового;  $X_2$  – густина стояння посіву, тис. шт./га;  $X_3$  – строк сівби;  $X_4$  – погодні умови років досліджень;  $Y$  – урожайність, т/га

**Рис. 3 Характеристика регресійної штучної нейронної мережі прогнозування урожаю гібридів сорго зернового: а) архітектура нейромережі; б) рівень апроксимації нейронної моделі**

В результаті оцінки чутливості нейромережі здійснено ранжування факторів на вплив динаміки урожаю гібридів сорго зернового: на першому місці – строк сівби, коефіцієнт впливу становить 4,94; на другому роки досліджень (погодні умови) – 3,15; на третьому гібрид – 1,38; на четвертому густина стояння рослин – 1,22. Найбільш адаптивні можливості до кліматичних умов Південного Степу України в період досліджень мав гібрид Даш Е, його середня врожайність за роки досліджень склала  $4,69 \pm 0,52$  т/га. З'ясовано, що найбільший вклад в реалізацію врожайності у середньому за роки досліджень (2013-2015 рр.) забезпечив фактор – строк сівби (67,41%). Суттєві результати показали і фактори – гібридний склад сорго зернового (17,21%), густина стояння рослин (4,33%) і взаємодія цих факторів (3,18%).

У п'ятому розділі «Економічна та біоенергетична оцінка технологій вирощування культури» знайшли відображення результати економічного та біоенергетичного аналізу розроблених технологій вирощування сорго зернового.

За раннього строку сівби значення показника умовного чистого прибутку – 12964,6 грн/га та рівень рентабельності – 147,7% були максимальними в досліді при вирощуванні гібриду Даш Е з густиною стояння 180 тис. шт./га (в середньому за фактором густоти стояння рослин ці показники склали відповідно 9743,7 грн/га і 111,6%, що також було максимальним в досліді серед варіантів гібридів, що досліджувалися). За пізнього строку сівби вартість валової продукції була найбільшою (12870 грн/га) у варіанті з вирощуванням гібриду Даш Е, який висівали з густиною стояння рослин 180-220 тис. шт./га. Максимальне значення показника чистого прибутку на рівні 5074,7 грн/га було у варіанті з вирощуванням

гібриду Даш Е за умови загушення посіву до максимальної густоти стояння 180-220 тис. шт./га. Рівень рентабельності змінювався паритетно коливанню чистого прибутку і найбільшого рівня – 65,1% також досяг у варіанті з гібридом вирощуванням Даш Е. Максимальне значення підсумкового показника, за яким проводилася оцінка енергетичної ефективності варіантів досліду, а саме коефіцієнту енергетичної ефективності – 2,90 було у варіанті вирощування гібриду зернового сорго Даш Е з густотою стояння рослин 180 тис. шт./га і раннього строку сівби. В цілому за дослідом, середнє значення показника  $K_{\text{еє}}$  склало 2,11. За пізнього строку сівби в цілому по досліді нами відмічене істотне погіршення всіх показників енергетичної ефективності вирощування гібридів зернового сорго. Найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності (1,84) був у гібрида Даш Е, який вирощували з максимальним загушенням, за середнього показника за даним гібридом 1,62.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування та результати експериментальних досліджень з визначення оптимальних строків сівби та густоти стояння рослин гібридів сорго зернового Сонцедар, Прайм, Бургго, Спринт W, Даш Е, Таргга і впливу регуляторів росту на ріст і розвиток рослин, урожайність та якість зерна в умовах Південного Степу, що дало можливість сформулювати наступні висновки та рекомендації виробництву:

1. Аналіз стану виробництва зерна сорго в Україні свідчить про значний рівень невикористаного агробіологічного, виробничого, економічного потенціалу культури в умовах загострення кризових явищ у аграрному секторі вітчизняної економіки, а екологічні властивості зернового сорго повною мірою відповідають агрокліматичним умовам зони Південного Степу; в окремі ж роки із жорсткими значеннями ГТК в другу половину вегетаційного періоду сорго зернове в групі ярих пізніх зернових культур розглядається нами майже як безальтернативний варіант розміщення в агрофітоценозах зони вирощування.

2. Тривалість вегетаційного періоду гібридів сорго зернового за різних строків сівби, насамперед залежить від генотипу. Вплив на зазначений показник густоти стояння рослин є неістотним. За пізнього строку сівби (14-16<sup>0</sup>С) на глибині загортання насіння) тривалість окремих міжфазних періодів, порівняно із сівбою в ранній термін (8-10<sup>0</sup>С), скорочувалася на 2-3 дні, що пов'язано з підвищенням значень середньодобових температур в другу половину вегетації культури (починаючи з фази цвітіння). Застосування стимулятора росту покращувало термопротекторні властивості рослинного організму і сприяло зменшенню тривалості періоду вегетації гібридів культури на 4-6 днів.

3. Проведення сівби зернового сорго за температури ґрунту 8-10<sup>0</sup>С істотно покращувало значення всіх біометричних показників та елементів габітусу рослин: середні показники висоти рослин, коефіцієнту кущистості,



площі асиміляційного апарату, маси надземної та кореневої частин рослини за даного строку сівби істотно перевищували відповідні значення, зафіксовані нами за сівби в пізній строк на 24-61%. Водночас, збільшення густоти стояння рослин в стеблостой із 100 до 220 тис. шт./га суттєво зменшувало значення вказаних вище критеріїв біометричної оцінки за всіма варіантами гібридів і на фоні обох строків проведення сівби. Максимальні значення біометричних показників відмічені у гібриду Даш Е.

4. Коефіцієнт водоспоживання гібридів сорго зернового змінювався залежно від факторів, які вивчались. В цілому, найбільш оптимальні його значення були зафіксовані за раннього строку сівби (8-10<sup>0</sup>С) на глибині загортання насіння): максимально економним споживанням вологи на формування одиниці генеративної маси характеризувалися гібриди Сонцедар за густоти стояння рослин 140 тис. шт./га (289 м<sup>3</sup>/т) та Даш Е за густоти стояння рослин 180 тис. шт./га. (291 м<sup>3</sup>/т).

5. Всі принципіві структурно-морфологічні показники гібридів сорго а саме: довжина волоті, її маса, маса зерна в одній волоті, маса 1000 зерен, характеризувалися чіткою тенденцією до зменшення із збільшенням ступеня загушення агроценозу за всіма гібридами зернового сорго. Аналогічно, проведення сівби культури в більш пізній термін істотно погіршувало значення всіх структурних показників усіх гібридів сорго зернового, що досліджувалися. Лідером за показником  $M_{1000}$  в середньому по досліді визнаний гібрид Сонцедар, 1000 зерен якого в середньому за роки проведення досліджень за раннього строку сівби важили 19,4 г, за пізнього – 17,5 г.

6. Максимальну врожайність зерна на рівні 6,54-6,69 т/га забезпечили відповідно гібриди сорго зернового Сонцедар і Даш Е за раннього строку сівби і густоти стояння рослин 140-180 тис. шт./га. За пізнього строку сівби ці гібриди також мали найвищу продуктивність 4,0 т/га за загушення на рівні 180 та 220 тис. шт./ га. Застосування 0,01% розчину бурштинової кислоти в якості стимулятора росту в фазу формування волоті культури забезпечило прибавку врожаю гібридів сорго зернового на рівні 12-15% та прискорило дозрівання зерна на 7-8 днів.

7. Стійкість сорго зернового до вилягання рослин не залежала від генетичних особливостей гібриду і строку проведення сівби, а в певній мірі була зумовлена густотою стояння рослин в агрофітоценозі. Показник стійкості рослин культури до обсіпання насіння не залежав від факторів, що досліджувалися. Із зростанням рівня загушеності посіву від 100 до 180 тис. шт./га за раннього строку посіву всі гібриди характеризувалися високим ступенем стійкості до основних фітопатогенів, характерних для агроценозу зернового сорго. За базисними якісними показниками врожаю (вміст в зерні пластичних речовин: протеїну та крохмалю) перевагу мали гібриди Прайм і Даш Е (відповідно, 11,3 і 11,1% білку), за вмістом крохмалю – Сонцедар (72%).

8. Результати математичного моделювання процесу формування врожайності сорго зернового за різних умов вирощування дають можливість

стверджувати, що найвищими адаптивними можливостями відносно комплексу абіотичних і біотичних умов Південного Степу характеризується гібриди Даш Е, Сонцедар і Таргга.

9. Найбільший вплив на прибутковість мав ранній строк сівби. Як за раннього, так і за пізнього строків сівби, найбільший умовний чистий прибуток (5,1-12,9 тис. грн/га) з рівнем рентабельності 65-148% отримано при вирощуванні гібрида Даш Е з густотою стояння рослин 180 тис. шт./га. Енергетична ефективність вирощування зазначеного гібриду за раннього строку сівби при аналогічному загущенні посіву була найвищою порівняно з іншими гібридами сорго зернового. При цьому енергетичний коефіцієнт ефективності був вищим за усіма варіантами (2,90), що свідчать про ефективність запропонованої технології виробництва товарного зерна сорго до сучасних вимог ресурсу і енергозаощадження.

### РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Сівбу проводити за температури ґрунту на глибині загортання насіння 8-10<sup>0</sup>С, формуючи густоту рослин в агрофітоценозі на рівні 140 тис. шт./га (гібрид Сонцедар) та 180 тис. шт./га (Даш Е). В разі, несприятливої агрокліматичної чи виробничої ситуації, що унеможливило проведення сівби культури в оптимальний термін, сівбу можна проводити в пізній строк (за температури ґрунту 14-16<sup>0</sup>С) гібридом Даш Е з густотою 180 тис. шт./га. Застосування за раннього строку сівби в якості стимулятора росту 0,01% - розчину бурштинової кислоти в період формування суцвіття культури є обов'язковим технологічним елементом, що дозволяє істотно (на 0,6-0,7 т/га) збільшити зернову продуктивність культури.

### СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

#### Статті у наукових фахових виданнях України

1. Базалій, В.В., **Бойко М.О.**, Алмашова В.С., Онищенко С.О. Рослинницькі аспекти та агроекологічні засади вирощування сорго зернового на Півдні України / Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Вип. 91. Херсон: Грінь Д.С., 2015. С. 3-6. (Здобувач провів експериментальні дослідження, узагальнив та проаналізував результати)
2. **Бойко М.О.** Формування асиміляційного апарату гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти посівів / Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Вип. 97. Херсон: Грінь Д.С., 2017. С. 18-22.

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

3. **Boiko M.O.** The impact of crop density and sowing time on the yield structure of grain sorghum hybrids / Науковий вісник Національного

університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія» / Редкол.: С.М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. К.: ВЦНУБіП України, 2016. Вип. 235. С. 33-39.

4. **Бойко М.О.** Вплив густоти посіву та строків сівби на продуктивність гібридів сорго зернового в умовах Півдня України / Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип. 3(91). 2016. С. 96-104 .
5. **Бойко М.О.** Використання нелінійних нейронних мереж для моделювання урожайності сорго зернового в умовах південного Степу України / Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпропетровськ, 2016. Вип. №2 (40). С. 118-125 .

#### Стаття у науковому виданні іншої держави:

6. **Бойко М.О.** Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго зернового в умовах Півдня України / Sciences of Europe: Global science center LP. 2016. Vol 4, №5 (5). P. 62-65.

#### Патенти

7. Спосіб підвищення врожайності трав'янистого сорго на насіння в умовах південного Степу України без зрошення. Патент на корисну модель / **М.О. Бойко**, Л.О. Бойко. № u 2016 07534. Бюл. №3, 10.02.2017.
8. Спосіб підвищення врожайності сорго зернового в умовах південного Степу України. Патент на корисну модель / **М.О. Бойко** - позитивне рішення від 13.04.2017 по заявці № 201613604 від 29.12.2016р.

#### Авторське свідоцтво

9. А.с. №66244. Сучасні аспекти технології вирощування сорго зернового на Півдні України / **Бойко М.О.** – 22.06.2016.

#### Тези конференцій

10. **Бойко М.О.** Перспективи виробництва сорго зернового на Півдні України / Modern scientific researches and developments: theoretical value and practical results. 2016: materials of international scientific and practical conference (Bratislava, 15-18 March 2016). К.: LLC «NVP» Interservice», 2016. P. 23-24.
11. **Бойко М.О.** Аналіз структури врожаю гібридів сорго зернового при різних густотах посівів за двох строків сівби / «Онтогенез – стан проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах»: Зб. тез міжнародної конференції. Херсон: РВЦ «Колос», 2016. С. 79-80.
12. **Бойко М.О.** Сорго зернове – гарант стабілізації зерновиробництва / «Актуальні питання сучасної аграрної науки»: Зб. тез IV міжнародної науково-практичної конференції. Умань, 2016. С. 25-26.
13. **Бойко М.О.** Економічна ефективність виробництва сорго зернового в умовах Півдня України / «Теорія та практика менеджменту: реалії і

перспективи розвитку»: Зб. тез всеукраїнської науково-практичної конференції. ДВНЗ «ХДАУ», 2016. С. 37-41.

### АНОТАЦІЯ

**Бойко М.О. Агробіологічне обґрунтування елементів технології вирощування гібридів сорго зернового в Південному Степу України.** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук по спеціальності 06.01.09 – рослинництво. - Державний вищий навчальний заклад «Херсонський державний аграрний університет», Херсон, 2017.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування та результати експериментальних досліджень з визначення оптимальних строків сівби та густоти стояння рослин гібридів сорго зернового та їх впливу на ріст і розвиток рослин, урожайність та якість зерна в умовах Південного Степу. Сівба сорго зернового за температури ґрунту 8-10<sup>0</sup>С істотно покращує значення всіх біометричних показників та елементів габітусу рослин: середні показники висоти рослин, коефіцієнту кущистості, площі асиміляційного апарату, маси надземної та кореневої частин рослини за даного строку сівби перевищує відповідні значення за сівби у пізній строк на 24-61%. Найбільш оптимальні значення коефіцієнту водоспоживання зафіксовані за раннього строку сівби (8-10<sup>0</sup>С): максимально економним споживанням вологи на формування одиниці генеративної маси характеризувалися гібриди Сонцедар за густоти стояння рослин 140 тис. шт./га (289 м<sup>3</sup>/т) та Даш Е за густоти стояння рослин 180 тис. шт./га. (291 м<sup>3</sup>/т). Лідером за показником  $M_{1000}$  в середньому по досліді визнаний гібрид Сонцедар, 1000 зерен якого в середньому за роки проведення досліджень за раннього строку сівби важили 19,4 г, за пізнього – 17,5 г. За роки досліджень максимальною врожайністю зерна на рівні 6,54-6,69 т/га характеризувалися гібриди сорго зернового Сонцедар і Даш Е за раннього строку сівби і густоти стояння рослин 140-180 тис. шт./га. За пізнього строку сівби ці ж гібриди мали найвищу продуктивність на рівні 4,0 т/га за густоти стояння 180 та 220 тис. шт./га. За якісними показниками врожаю (вміст в зерні пластичних речовин: протеїну та крохмалю) перевагу мали гібриди Прайм і Даш Е (відповідно, 11,3 і 11,1% білку), за вмістом крохмалю – Сонцедар (71,9%).

**Ключові слова:** сорго зернове, гібриди, строки сівби, стимулятор росту, густина стояння рослин, врожайність і якість зерна, математичне моделювання, економічна та енергетична ефективність технології вирощування.

### АННОТАЦИЯ

**Бойко Н.А. Агробиологическое обоснование элементов технологии выращивания гибридов сорго зернового в Южной Степи Украины.** – На правах рукописи.

Диссертация на получение научной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.09 - растениеводство. - Государственное высшее учебное заведение «Херсонский государственный аграрный университет», Херсон, 2017.

В диссертационной работе приведено теоретическое обоснование и результаты экспериментальных исследований по определению оптимальных сроков посева и густоты стояния растений гибридов сорго зернового и их влияния на рост и развитие растений, урожайность и качество зерна в условиях Южной Степи. Посев сорго зернового при температур почвы 8-10<sup>0</sup>С существенно улучшает значение всех биометрических показателей и элементов габитуса растений: средние показатели высоты растений, коэффициента кустистости, площади ассимиляционного аппарата, массы надземного и корневого части растения при данном сроке сева превышает соответствующие значения при посеве в поздний срок на 24-61%. Наиболее оптимальные значения коэффициента водопотребления зафиксированы при раннем сроке сева (8-10<sup>0</sup>С): максимально экономным потреблением влаги на формирование единицы генеративной массы характеризовались гибриды Сонцедар при густоте стояния растений 140 тыс. шт./га (289 м<sup>3</sup>/т) и Даш Е при густоте стояния растений 180 тыс. шт./га (291 м<sup>3</sup>/т). Лидером по показателю M<sub>1000</sub> в среднем по опыту признан гибрид Сонцедар, 1000 зерен которого в среднем за годы проведения исследований при раннем сроке сева весили 19,4 г, за позднего - 17,5 г. За годы исследований максимальной урожайностью зерна на уровне 6,54-6,69 т/га характеризовались гибриды сорго зернового Сонцедар и Даш Е при раннем сроке сева и густоте стояния растений 140-180 тыс. шт./га. При позднем сроке сева эти же гибриды имели наивысшую продуктивность на уровне 4,0 т/га при густоте стояния 180 и 220 тыс. шт./га. По качественным показателям урожая (содержание в зерне пластичных веществ: протеина и крахмала) преимущество имели гибриды Прайм и Даш Е (соответственно, 11,3 и 11,1% белка), по содержанию крахмала – Сонцедар (71,9%).

**Ключевые слова:** сорго зерновое, гибриды, сроки посева, стимулятор роста, густота стояния растений, урожайность и качество зерна, математическое моделирование, экономическая и биоэнергетическая эффективность технологии выращивания.

## SUMMARY

**Boiko M.O. Agro-biological substantiation of the elements of grain sorghum production technology in the Southern Steppe of Ukraine. – Manuscript.**

Thesis for a candidate degree in agriculture in the speciality 06.01.09 – plant cultivation. State higher education institution «Kherson state agricultural university», Kherson, 2017.

The dissertation represents theoretical substantiation and results of the experimental research on determining optimal sowing times and crop stand density of the grain sorghum hybrids and the impact of growth regulators on the

crop growth and development, grain yield and quality under conditions of the Southern Steppe. A thorough analysis of the condition of sorghum grain production in Ukraine proves a considerable level of unused agro-biological, technical and economic potential of the crop and ecological properties of grain sorghum fully correspond to agro-climatic conditions of the Southern Steppe Zone.

The length of the growing season of grain sorghum hybrids under different sowing times mainly depends on the genotype. Under late sowing times (14-16<sup>0</sup> C at the depth of covering the seed) the length of certain periods between stages, as compared to early sowing times (8-10<sup>0</sup>C), decreased by 2-3 days. The application of the growth stimulator improves properties of the crop organism and contributes to the decrease in the length of the growing season of the crop hybrids by 4-6 days. Sowing grain sorghum under the soil temperature of 8-10<sup>0</sup>C substantially improves the value of all biometric indices and the elements of the crop habitus: the average indices of the crop height, the coefficient of bushiness, the area of assimilation apparatus, the mass of the crop over-ground and root parts under these sowing times substantially exceeds the respective value under late sowing times by 24-61%. At the same time, the increase in the crop stand density from 100 to 220 thousand pieces per hectare substantially reduces the value of the above mentioned criteria of the biometric evaluation by all the variants of the hybrids and at the background of both sowing times. The maximum value of biometric indices was obtained by the variant of the hybrid Dash E.

The most optimal value of the water consumption coefficient was recorded under early sowing times (8-10<sup>0</sup>C): maximally economical water consumption for gaining a unit of generative mass was characteristic of the hybrids Sontsedar under the crop stand density of 140 thousand pieces per hectare (289 m<sup>3</sup>/t) and Dash E under the crop stand density of 180 thousand pieces per hectare (291 m<sup>3</sup>/t). Sowing the crop at a later date substantially worsens the value of all the structural indices the specimen sheaf of the grain sorghum hybrids under investigation.

The leader by the index  $M_{1000}$  on the average in the experiment is the hybrid Sontsedar, its 1000 grains weighed 19,4 g under early sowing times and 17,5 g under late sowing times on the average for the years of the research. For the years of the research the maximum grain yield at the rate of 6,54-6,69 t/ha was characteristic of the grain sorghum hybrids Sontsedar and Dash E under early sowing times and the crop stand density of 140-180 thousand pieces per hectare. Under late sowing times these hybrids showed the highest productivity at the rate of 4.0 t/ha under the crop stand density of 180 and 220 thousand pieces per hectare. The application of 0,01% of succinic acid solution as a growth stimulator during the stage of the crop panicle formation ensures the increase in the yield of the grain sorghum hybrids at the rate of 12-15% and accelerates the grain maturation by 7-8 days.

The resistance of grain sorghum to lodging and seed scattering does not depend on the hybrid genetic peculiarities and sowing times, and it is stipulated by the crop stand in agrophytocoenosis to some extent. With the crop

densification rate increasing from 100 to 180 thousand pieces per hectare under early sowing times all the hybrids are characterized by a high rate of resistance to main phytopathogens, characteristic of grain sorghum agrocoenosis. According to the yield qualitative indices (the content of fluent substances in grain: protein and starch) the hybrids Prime and Dash E are considered to be leaders in the experiment (respectively 11,3 and 11,1% of protein), and Sontsedar is a leader according to starch content (71,9%).

The results of mathematical modeling of the process of the yield formation of grain sorghum under different growing conditions prove that the hybrid Dash E is characterized by the best adaptive capabilities with regard to the complex of abiotic and biotic conditions of the Southern Steppe, the hybrids Sontsedar and Targga also have good adaptive capacities.

**Key words:** grain sorghum, hybrids, sowing times, growth stimulator, crop, grain yield and quality, mathematical modeling, economic and energy efficiency of production technology.

Підписано до друку « 24 » травня 2017 р.  
Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір друкарський (80 г/м<sup>2</sup>).  
Друк цифровий. Гарнітура TimesNewRoman.  
Обсяг 0,9 умовн. друк. арк.  
Наклад 100 прим.

Віддруковано з готових авторських оригінал-макетів  
у редакційно-видавничому відділі «Колос»  
Св-во про реєстрацію ХС № 6 від 12 жовтня 2000 року.  
Державного вищого навчального закладу  
«Херсонський державний аграрний університет»  
73006, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23.  
Тел. (0552) 26-32-89