

На правах рукописи



Старчак Виктория Игоревна

**ИЗУЧЕНИЕ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ
ЗЕРНОВОГО СОРГО В ТЕСТЕРНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ**

06.01.05 - селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» в 2015-2019 гг.

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
Жужукин Валерий Иванович

Официальные оппоненты: **Супрунов Анатолий Иванович**,
доктор сельскохозяйственных наук,
заведующий отделом селекции и
семеноводства кукурузы ФГБНУ
«Национальный центр зерна им.П.П.
Лукьяненко»

Дьячук Таисия Ивановна,
доктор биологических наук,
главный научный сотрудник лаборатории
клеточной селекции
ФГБНУ «Федеральный аграрный научный
центр Юго-Востока»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Пензенский
государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится «17» июня 2021 года в 9⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 220.038.03 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», по адресу: 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13 (главный корпус, аудитория 209).

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке университета и на сайтах: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» – www.kubsau.ru и ВАК – <http://vak.ed.gov.ru>.

Автореферат разослан «21» апреля 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук,
профессор



Л.В. Цаценко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Производство кормов и их качество в значительной степени определяет эффективность и уровень развития животноводческой отрасли. В важной проблеме производства в засушливых районах Поволжья высококачественных концентрированных кормов принадлежит зерновому сорго, которое используется в рационах кормления многих видов сельскохозяйственных животных. В ограниченном количестве зерновое сорго выращивается на пищевые цели. Выведение новых высокопродуктивных сортов и гибридов зернового сорго, адаптированных к почвенно-климатическим условиям региона и внедрении их в сельскохозяйственное производство – приоритетное направление повышения урожайности этой культуры и качества основной продукции. Поиск новых источников хозяйственно-ценных признаков и свойств, сочетающих высокую урожайность и качество корма с устойчивостью к неблагоприятным факторам среды является основным направлением в селекции зернового сорго в Поволжье. В этой связи в селекции зернового сорго необходим комплексный (системный) подход к изучению и созданию исходного материала с учетом биологических особенностей, параметров хозяйственно-ценных признаков, генетической изученности и селекционной проработки материала. Исследования проведенные А.Г. Ишиным, Г.И. Костиной, Л.А. Элькониным, О.П. Кибальник, Е.А. Вертикова, Д.С. Семиным, О.Б. Каменевой, Т.Г. Хуснетдиновой, Ю.В. Лобачевым, В.Ф. Унгенфухтом, В.В. Гусевым, Е.В. Морозовым, А.П. Царевым и многими другими в условиях Нижнего Поволжья достаточно объемно сформировали представление о зерновом сорго как о засухоустойчивой, солевыносливой, высокоурожайной кормовой культуре. Однако, их научные публикации были направлены на обсуждение вопросов биологии, селекции, семеноводства, сортовой агротехнике, переработки других аспектов соргосеяния. В своей работе предприняли попытку анализа экспериментов по изучению изменчивости хозяйственно-ценных признаков у сортов и гибридов, созданных в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» и параметров общей и специфической комбинационной способности, истинного и гипотетического гетерозиса у гибридов F₁ вегетативных, генеративных признаков и биохимического состава зерна, а также проведен анализ взаимосвязей изученных показателей в модельной популяции.

Цель исследования заключается в изучении комбинационной способности сортов и линий зернового сорго в тестерных скрещиваниях с возможностью включения лучших из них в селекционные программы.

Задачи исследования:

1. оценить изменчивость морфофизиологических признаков сортообразцов и гибридов зернового сорго;
2. определить комбинационную способность (ОКС и СКС) сортообразцов зернового сорго;
3. определить истинный и гипотетический гетерозис у гибридов F₁ зернового сорго по вегетативным, генеративным признакам и биохимическому составу зерна;

4. провести группировку сортообразцов зернового сорго с использованием кластерного анализа по минимуму евклидовых расстояний по селекционно-ценным признакам;

5. изучить взаимосвязь селекционно-ценных признаков с использованием факторного анализа методом «главных компонент»;

6. выделить перспективный исходный материал для селекции зернового сорго на урожайность и высокое качество зерна.

Положения, выносимые на защиту:

- характеристика основных селекционно-ценных параметров сортообразцов зернового сорго;

- анализ комбинационной способности сортообразцов зернового сорго в тестерных скрещиваниях;

- проявление истинного и гипотетического гетерозиса вегетативных, генеративных признаков и биохимических показателей у гибридов первого поколения зернового сорго;

- оценка холодоустойчивости и содержания хлорофилла у гибридов F1 и сортообразцов зернового сорго;

- результаты статистического моделирования оценки селекционного материала

Научная новизна исследований. Представлены результаты исследований изучения комбинационной способности (ОКС и СКС) сортов зернового сорго в тестерных скрещиваниях. Выявлена дифференциация значений эффектов ОКС, СКС и дисперсий СКС вегетативных, генеративных признаков и показателей биохимического состава зерна селекционных форм. Экспериментально доказано влияние тестеров и опылителей на параметры комбинационной способности, частоту и степень истинного и гипотетического гетерозиса изучаемых параметров селекционного материала. Установленные в лабораторных условиях показатели холодостойкости и содержания хлорофилла сортов и гибридов позволяют целенаправленно улучшить исходный материал для селекции. Корреляционный, факторный и кластерный анализы модельной популяции позволяют корректировать селекционную программу для Нижнего Поволжья.

Теоретическая и практическая значимость работы. С использованием теоретических исследований исходного материала для селекции получены сорта зернового сорго, допущенные к использованию в Средневолжском и Уральском регионах. В диссертации представлен вклад морфофизиологических показателей в накапливаемую дисперсию гипотетических факторов. Кластеризация сортообразцов зернового сорго по минимуму евклидовых расстояний позволила сгруппировать их на классы. Впервые одновременно выполнена сравнительная оценка 32 сортов зернового сорго по 25 хозяйственно-ценным признакам. Из сортообразцов зернового сорго по общей и комбинационной способности выделены образцы с высоким эффектом ОКС и дисперсией СКС, которые являются перспективным селекционным материалом при создании гибридов F1 на основе ЦМС.

Методология и методы исследований. Повышение роли региональных моделей сортов и гибридов как основы

интенсификационных процессов в растениеводстве определяет название адаптивных направлений в селекции зернового сорго для засушливых регионов РФ. В синтетической селекции сложной проблемой является сочетание количественных признаков в потомствах генетической структуры, которых остается изученной не в полном объеме, как наследственная природа комбинационной способности и гетерозиса остается не выясненными. Комплексный (системный) подход и оценке ОКС и СКС, истинного и гипотетического гетерозиса в тестерных скрещиваниях вегетативных, генеративных признаков и биохимического состава зерна сорго, а также факторный и кластерный анализ модельной популяции необходимо рассматривать в качестве необходимого фактора при корректировке и оптимизации селекционных программ по созданию сортов и гибридов зернового сорго, позволяющих конструировать адаптивные агроэкосистемы в условиях недостаточного увлажнения.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждаются многолетними экспериментами, корректностью используемых методик, необходимым объемом проведенных полевых и лабораторных анализов, наблюдений, обработкой полученных данных математическими методами однофакторного дисперсионного, факторного, кластерного анализов, а также полученными патентами на сорта зернового сорго, которые допущены к использованию в Средневолжском и Уральском регионах.

Основные аспекты диссертации представлены на: ежегодных межд.научн.-практ.конф. «Вавиловские чтения – 2015...2019 гг.» СГАУ им. Н.И. Вавилова, г. Саратов; конф.ППС и аспирантов по итогам науч.-исслед., уч.-метод. и воспит. работы за 2016...2020 гг., СГАУ им. Н.И. Вавилова г. Саратов; межд.заоч. науч.-практ.конф. 2015...2020 гг. ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» г. Саратов;межд.науч.-практ. интернет-конф.мол.уч. и спец., посвящ. 130-ию со дня рождения А.П. Шехурдина «Современные технологии в сельскохозяйственной науке и производстве». 24-25 марта 2016 г., г. Саратов; межд.науч.-практ.конф. «Роль селекции зерновых и кормовых культур в выполнении стратегии долгосрочного развития АПК до 2020 года в условиях импортозамещения» ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко, 2016 г., г. Зеленоград;Всерос.конф.ВОГиС «Новые парадигмы в селекции растений на устойчивость к стрессовым факторам и качество растениеводческой продукции» 4-5 августа 2016 г., г. Саратов;межд.науч.-практ.конф. «Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства в условиях часто повторяющихся засух», 2017 г, Оренбургский НИИСХ, г.Оренбург;Всерос.науч.-практ. интернет-конф.мол.уч. и спец. с межд. участием, посвящ. 130-ию со дня рождения Р.Э. Давида «Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция», ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока, 2017 г., г. Саратов; в сб. тр.Всерос.СМУиС

аграрных образоват. и науч.учрежд. «Аграрная наука и инновации в работах молодых ученых», 2017 г., г. Москва; в сб.межд.науч.-практ.конф.мол. уч. БГСХА. 1-3 июня 2017 г., г.Горки;межд.науч.-практ.конф., шк.мол.уч. аграрных вузов и НИИ «Научная волна – 2017...2019 гг», ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, г. Саратов;межд.шк.-конф.мол.уч. «Наука и молодежь: фунд. и прикл. проблемы в области селекции и генетики с.-х. к-р», 2017 г., г. Зерноград; в матер.Всерос.науч.-практ.конф., посвящ. 90-ию отдела селекции ФГБНУ Ульяновский НИИСХ, «Селекция – инновационный путь развития сельского хозяйства», 2017 г.,г.Ульяновск; в сб. науч.тр.Всерос. с межд.уч. науч.-практ.конф. «Почвы и их эффективное использование», посвящ. 90-ию со дня рождения В.В. Тюлина, ФГБОУ ВО «Вятская ГСХА», 2017 г., г. Киров; в сб. науч.тр. межд.науч.-практ.конф.«Современное состояние животноводства: проблемы и пути их решения» ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», 2018 г., г. Саратов;межд.науч.конф.мол.уч. и спец., посвящ. 150-ию со дня рождения В.П. Горячкина, РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018 г., г. Москва;межд.науч.конф. «Молодежь и наука XXI века», Ульяновский ГАУ, 2018 г., г. Ульяновск; в каталогеинновац. разработок Всерос.СМУиСаграрных образоват. и науч.учрежд., 2019 г., г.Москва;3-йВсерос. науч.-практ.конф. в сб. мол.уч. и спец. с межд.уч., посвящ. 145-ию со дня рождения Дояренко А.Г., ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока, 2019 г., г. Саратов.

Публикации. Основные результаты и положения диссертации изложены в 37 статьях, в том числе 7 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, а так же получены патенты –3.

Структура и объем диссертации. Диссертация включает: введение, шесть глав, заключение, предложения производству и селекционной практике, словарь терминов, список литературы, 55 приложений. Работа написана на 202 страницах машинописного текста, включает 51 таблицы, 4 рисунков. Список литературы включает 172 источника, в том числе 20 иностранных авторов.

Личный вклад автора. Разработка плана, структуры диссертации и методики исследования выполнялись совместно с научным руководителем. Полевые, лабораторные исследования, учеты и статистическая обработка выполнена автором самостоятельно. Доля участия в создании сортов зернового сорго Бакалавр, Ассистент, Магистр (16,7%), РСК Локус и РСК Каскад (14,3%). Вклад автора диссертации – 80%.

Основное содержание работы включает анализ исследований по систематике и распространению сорговых культур, биологические особенности культуры, наследственность количественных признаков, использование гетерозиса и комбинационной способности, изучение холодостойкости и содержание хлорофилла в листьях.

2 МАТЕРИАЛ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по теме диссертационной работы выполнялись в 2015-2019 гг., лабораторные и полевые опыты проводились в научных подразделениях ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». В тестерных скрещиваниях в качестве родительских форм использовали 35 сортообразцов зернового сорго. Материнские формы (ЦМС-линии) – А2КВВ 114, А2КВВ 181, А1Ефремовское 2. Отцовские формы – К-266(RedhullFeterita), М-60887(Индия), В-03-3003 (Бразилия), 06-2198 (Китай), Кафрское белое 127 (США), Старт, Пищевое 35, Меркурий, Топаз, Зенит, Волжское 44, Волжское 4, Аванс, Азарт, Гелеофор, Ассистент, РСК Оникс, Перспективный 1, Кремовое, Камелик, Л 251, Пищевое 614, Факел, РСК Партизан, Магистр, Огонек, Восторг, Гранат, Волжское 615, Сармат, Л.инфинити, Богдан. В результате тестерных скрещиваний сортообразцов зернового сорго получены гибриды F1 поколения, которые высевали в 2016 - 2018 гг.

Исследуемые сортообразцы распределены на группы спелости. Для раннеспелой группы (до 100 дней) стандарт - сорт Старт, для среднеранней (101-110 дней) – Кремовое, а для среднеспелой (111-120 дней) – Волжское 4. Для гибридов F1 в качестве стандарта использовали гибрид Орион.

Посев в коллекционном и гибридном питомниках осуществлялся на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» по черному пару кассетной сеялкой СКС-6-10. Срок посева – вторая-третья декада мая. Повторность в опыте трехкратная. Общая площадь делянки – 7,7 м² (длина рядка 5,5 м, ширина междурядий 70 см). Густоту стояния растений формировали вручную – 10 растений/м². (100 тыс. растений/га.). Агротехника выращивания – зональная. Наблюдения проводились согласно Широкого унифицированного классификатора СЭВ и международного классификатора СЭВ возделываемых видов рода *Sorgum Moench* (1982).

Результаты исследований подвергались статистической обработке. Анализ проводили по Б.А. Доспехову на ПК с помощью программы Agros версии 2.09 и Microsoft Excel, дисперсионного, корреляционного, факторного и кластерного анализов в растениеводстве и селекции.

Для анализа вариантов комбинационной способности сортообразцов зернового сорго в тестерных скрещиваниях использовали первый экспериментальный метод В.К.Савченко (1984).

Биохимический анализ зерна проводили по общепринятым методикам в лаборатории отдела биохимии ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», протеин по ГОСТ 10846-81, «сырой» жир по ГОСТ 13496.15-97, крахмал по ГОСТ 10845-98, золу методом сухого озоления (Ермаков А.И., 1987), клетчатку по ГОСТ 13496.2-91.

Лабораторную оценку по холодостойкости проводили по методике Филь И.Н. (1999) (модификация метода Кияшко Н.И.). Содержание хлорофиллов а и b определяли спектро - фотометрическим методом (Ермаков, 1987) у четвертого сверху листа главного побега в фазы выметывания в трехкратной повторности.

Почвенно-климатические условия проведения опыта. Почва опытного поля института ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» представлена южным черноземом, среднесуглинистым по механическому составу. Содержание в слое 0...40 см гумуса в этих черноземах составляет 3,5 %, обменная способность – 17...31 мг/экв. на 100 г почвы. Водно-физические свойства метрового слоя почвы характеризуются следующими данными: объемная масса – 1,21 г/см³. Предельная полевая влагоемкость (ПВ) – 25,7% от массы сухой почвы, влажность завядания – 13,3%. Обменная способность основных типов почв составляет 17...30 мг/эквивалент на 100 г почвы.

Для характеристики климата использовались данные ближайшей метеостанции (НИИСК Юго-Востока). Гидротермический коэффициент в годы исследования составил: в 2015 г. – 0,41, в 2016 г. – 0,64; в 2017 г. – 0,91, а в 2018 г. – 0,69.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО ПО ВЕГЕТАТИВНЫМ ПРИЗНАКАМ

Наибольшее значение за 2016-2018 гг. в первой группе спелости по признаку «высота растений при созревании» было выявлено у сортообразцов РСК Партизан и Факел, что значительно превысило стандарт; во второй группе – сорта Ассистент и Волжское 44; в третьей группе – В-03-3003, М-60887, Кафрское белое 127.

Интервалы варьирования гибридов первого поколения зернового сорго по признаку «высота растений при созревании» составили: в 2016 году – 87,3...243,9 см; в 2017 году – 98,0...172,2 см; в 2018 году – 107,9...161,5 см. По средним данным превысили стандарт следующие гибриды: А2КВВ114/ Волжское 4, А2КВВ114/ Ассистент, А2КВВ181/ Пищевое 35, А2КВВ181/ Зенит, А1Ефремовское 2/ Старт, А1Ефремовское 2/ Пищевое 35, А1Ефремовское 2/ Волжское 4.

В 2016 г. высокий эффект ОКС по высоте растений выявлен у следующих сортообразцов: Пищевое 35, Волжское 4, Ассистент; в 2017 г. – Волжское 4 и Старт, а дисперсия СКС – Зенит, Ассистент, РСК Оникс; в 2018 г. – Волжское 4, Меркурий, Топаз. Высокой дисперсией СКС характеризовались в 2016 г. – Ассистент, Азарт; в 2017 г. – Зенит, Ассистент, РСК Оникс; в 2018 г. – Ассистент, Азарт.

Диапазон варьирования эффекта СКС составил: в 2016 г. – от -29,20 до 38,47; в 2017 г. – от -25,08 до 24,29; в 2018 г. – от -19,71 до 19,22 (таблица 1). Высоким эффектом СКС характеризовались следующие гибриды: в 2016 г. – А2КВВ114/ Волжское 44, А2КВВ181/ Меркурий, А1Ефремовское 2/ Волжское 4, А1Ефремовское 2/ Старт; в 2017 г. – А2КВВ114/ Ассистент, А2КВВ181/ РСК Оникс, А1Ефремовское 2/ Зенит; в 2018 г. – А2КВВ114/ Ассистент, А2КВВ181/ Зенит, А1Ефремовское 2/ Азарт, А1Ефремовское 2/ Пищевое 35.

Таблица 1 – Эффекты СКС гибридов зернового сорго по признаку «высота растений при созревании», 2016-2018 гг.

Сортообразец	Тестер								
	А2 КВВ 114			А2 КВВ 181			А1Ефремовское 2		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Старт	-17,73	-2,34	5,29	-11,07	-2,94	-7,11	28,80	5,28	1,82
Пищевое 35	-29,20	6,99	-10,21	12,97	-3,71	-3,01	16,23	-3,28	13,22
Меркурий	-6,73	8,96	2,15	17,43	-1,04	-6,84	-10,70	-7,92	4,69
Топаз	13,57	-2,48	5,15	-0,37	-4,78	-8,74	-13,20	7,25	3,59
Зенит	1,73	-25,08	-13,98	8,80	6,73	13,83	-10,53	18,35	0,15
Волжское 44	17,30	-2,11	4,72	0,97	-0,21	6,83	-18,27	2,32	-11,55
Волжское 4	-15,07	-3,74	-5,81	-23,40	12,96	10,69	38,47	-9,22	-4,88
Аванс	12,37	6,19	3,85	4,03	-0,41	-3,34	-16,40	-5,78	-0,51
Азарт	1,43	0,73	-10,21	-6,90	-4,17	-9,01	5,47	3,45	19,22
Гелеофор	15,73	6,06	6,89	7,40	-2,44	-1,21	-23,13	-3,62	-5,68
Ассистент	1,93	24,29	12,15	-6,40	-23,21	7,56	4,47	-1,08	-19,71
РСК Оникс	4,67	-17,48	0,02	-3,47	23,23	0,33	-1,20	-5,75	-0,35

Установлено, что высоту растений при созревании контролируют преимущественно гены с аддитивным эффектом, так как отношение средних квадратов отклонений ОКС/СКС составило: в 2016 году – 2,56; в 2017 году – 2,99; в 2018 году – 1,57.

Истинный гетерозис за период 2016-2018 гг. с наибольшей частотой проявлялся по признакам высота растений(25,0%) и площади флагового листа (69,4%). Со значительно меньшей частотой проявления гетерозиса выделились признаки продуктивная кустистость и высоте растений через 30 суток.

Доля комбинаций скрещиваний с положительным истинным гетерозисом по высоте растений составила с тестером А2КВВ181 – 83,3%, с тестером А2КВВ114 – 63,9% и А1Ефремовское 2 – 66,7%.

4 ИЗУЧЕНИЕ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО ПО ГЕНЕРАТИВНЫМ ПРИЗНАКАМ

По результатам исследований установлено, что наибольшей урожайностью зерна отличаются следующие сортообразцы: РСК Оникс, Богдан, Магистр. Наибольшие значения отмечены в 2015 году.

В первой группе спелости значительно превысили стандарт сорта - РСК Оникс, РСК Партизан, Аванс, Богдан; во второй группе – Волжское44, Магистр, Ассистент; а в третьей группе – К-266.

В 2016 году гибриды сформировали наибольшую урожайность зерна: А1Ефремовское 2/ Топаз, А2КВВ181/ Волжское44, А2КВВ114/ Гелеофор; в 2017 г. – А2КВВ114/ РСК Оникс, А2КВВ181/ Зенит, А2КВВ114/ Меркурий; в 2018 г. – А1Ефремовское 2/ Старт, А2КВВ114/ РСК Оникс, А2КВВ114/ Гелеофор. За годы исследований значительно превысили стандарт следующие гибриды: А2КВВ114/ Гелеофор, А2КВВ114/ РСК Оникс, А2КВВ181/ Волжское 44.

Размах изменчивости эффектов ОКС варьировал в 2016 г. от -1,64 до 1,24; в 2017 г. от -1,11 до 0,85; а в 2018 г. от -0,65 до 0,94. Высокое значение эффекта ОКС наблюдалось у сортов: в 2016 г. – Гелеофор, Зенит; в 2017 г. – Волжское 4, РСК Оникс, Волжское 44; в 2018 г. – Гелеофор, РСК Оникс, Топаз.

Дисперсия СКС сортообразцов изменялась в интервале: 2016 г. – от 0,01 до 3,04; 2017 г. – от 0,02 до 4,41; 2018 г. – от 0,11 до 1,55. Наибольшее значение дисперсии СКС по признаку «урожайность зерна» отмечено у сортообразцов: в 2016 г. – Гелеофор, Волжское 44; в 2017 г. – РСК Оникс, Старт, Зенит; в 2018 г. – Аванс, Меркурий, РСК Оникс.

Эффекты СКС изменялись в интервале: в 2016 г. от -1,83 до 1,71; в 2017 г. от -2,17 до 2,15; в 2018 г. от -1,40 до 1,50 (таблица 2). Высоким эффектом СКС характеризовались следующие гибриды: в 2016 г. – А2КВВ114/ Гелеофор, А2КВВ181/ Волжское 44, А1Ефремовское 2/Топаз; в 2017 г. – А2КВВ114/ Меркурий, А2КВВ114/ РСК Оникс, А2КВВ181/ Старт, А2КВВ181/ Зенит; в 2018 г. – А2КВВ114/ Меркурий, А2КВВ114/ РСК Оникс, А1Ефремовское 2/ Старт.

Таблица 2 – Эффекты СКС гибридов зернового сорго по признаку «урожайность зерна», 2016-2018 гг.

Сортообразец	Тестер								
	А2 КВВ 114			А2 КВВ 181			А1Ефремовское 2		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Старт	-0,40	-2,17	-0,72	0,16	1,21	-0,32	0,25	0,96	1,04
Пищевое 35	0,16	0,36	-0,33	0,73	-0,62	0,85	-0,89	0,26	-0,52
Меркурий	0,12	1,27	1,50	0,27	-1,04	-1,18	-0,39	-0,22	0,13
Топаз	-1,02	-0,36	-0,16	-0,32	-0,23	0,85	1,34	0,59	-0,69
Зенит	0,03	-1,38	0,72	-0,69	1,32	-0,15	0,66	0,05	-0,57
Волжское 44	-0,95	0,16	-0,66	1,71	-0,02	0,63	-0,76	-0,14	0,03
Волжское 4	0,16	-0,23	-0,77	-1,04	-0,80	0,64	0,88	0,82	0,13
Аванс	0,37	-0,16	-1,40	-0,63	0,52	0,40	0,26	-0,36	0,99
Азарт	0,17	0,50	-0,37	-0,06	-0,30	0,26	-0,10	-0,21	0,11
Гелеофор	1,65	-1,08	0,67	0,18	0,37	-0,63	-1,83	0,71	-0,04
Ассистент	-0,29	0,72	0,77	-0,18	-0,30	-0,86	0,48	-0,42	0,09
РСК Оникс	0,02	2,15	1,20	-0,11	-0,10	-0,50	0,09	-2,04	-0,70

Отношение средних квадратов отклонений ОКС/СКС составило: в 2016 году – 2,08; в 2017 году – 0,85; в 2018 году – 0,92.

В 2016 г. положительный истинный гетерозис зафиксирован у 10 комбинаций скрещиваний на тестере А2КВВ114, а на тестере А2КВВ181 – 8 и тестере А1Ефремовское 2 – 4. В 2017 г. положительный истинный гетерозис у гибридов по тестерам проявился следующим образом: А2КВВ114 - 4, А2КВВ181 – 2, А1Ефремовское 2 – 1; в 2018 году – А2КВВ114 - 4, А2КВВ181 – 7, А1Ефремовское 2 – 9.

Число гетерозисных комбинаций сильнее проявилось в 2016 году: на тестере А2КВВ181 – 12, на тестере А2КВВ114 – 11, а меньше всего зафиксировано на тестере А1Ефремовское 2 – 4 (таблица 3).

Таблица 3 – Частота проявления гетерозиса по генеративным признакам у гибридов F1 (%), 2016-2018 гг.

№ п/п	Признак	Истинный	Гипотетический
1	Длина метелки, см	45,4	63,9
2	Ширина метелки, см	52,8	61,1
3	Масса зерна с 1 метелки, г	62,0	79,6
4	Число зерен с 1 метелки, шт	47,2	73,1
5	Масса 1000 зерен, г	33,3	56,5
6	Урожайность зерна, т/га	45,4	62,0

5 ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО ПО БИОХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ЗЕРНА

Содержание протеина в зерне сортообразцов варьировало в пределах от 10,25 до 13,25 %. В первой группе спелости значительно превысил стандарт – сорта Перспективный 1, Азарт, Факел, во второй группе спелости – Пищевое 614, Волжский 44, а в третьей группе – М-60887, Кафрское белое 127.

Высоким содержанием протеина в зерне отличались следующие комбинации – А2КВВ114/ Азарт, А2КВВ114/ РСК Оникс, А2КВВ181/ Старт, А2КВВ181/ Волжское 4, А2КВВ181/ Ассистент.

В 2016 г. положительный эффект ОКС зафиксирован у сортообразцов зернового сорго – Меркурий, Зенит, Волжское 44, Аванс, Гелеофор, Ассистент; в 2017 г. – Меркурий, Зенит, Гелеофор, Ассистент, РСК Оникс; в 2018 г. – Старт, Пищевое 35, Топаз, Волжское 4, Аванс, Азарт, Ассистент и РСК Оникс.

В 2016 году дисперсия СКС сортообразцов зернового сорго изменяется в интервале от 0,39 до 8,46, наибольшая дисперсия у сорта Аванс. В 2017 году дисперсия сортообразцов по признаку «содержание протеина в зерне» изменяется в интервале от 0,09 до 3,11, максимальная дисперсия СКС у сорта Топаз. Интервал варьирования дисперсии СКС в 2018 году составил 0,03...4,67, наибольшее значение отмечено у сорта Ассистент, Аванс, Топаз.

Диапазон варьирования эффекта СКС составил: в 2016 г. от -1,92 до 3,35; в 2017 г. от -1,68 до 1,87; в 2018 г. от -2,32 до 2,41 (таблица 4). Положительные эффекты СКС зафиксированы у сортообразцов в скрещиваниях: в 2016 г. с тестером А2КВВ114 – Старт, Меркурий, Волжское 4, Азарт, Гелеофор, Ассистент, РСК Оникс; с тестером А2КВВ181 – Пищевое 35, Зенит, Волжское 44, Аванс; с тестером А1Ефремовское 2 – Топаз, Пищевое 35, Зенит, Волжское 4, Азарт, РСК Оникс. В 2017 г. положительные значения эффектов СКС сортообразцов отмечены: с тестером А2КВВ114 – Старт, Меркурий, Волжское 44, Волжское 4, Азарт, РСК Оникс; с тестером А2КВВ181 – Пищевое 35, Зенит, Волжское 44, Волжское 4, Гелеофор, Ассистент; с тестером А1Ефремовское 2 – Пищевое 35, Топаз, Аванс; Гелеофор, РСК Оникс. В 2018 г. положительные значения эффектов СКС сортообразцов отмечены: с тестером А2КВВ114 – Меркурий, Топаз, Волжское 44, Аванс, Азарт, Ассистент, РСК Оникс; с тестером А2КВВ181 – Старт, Пищевое 35, Топаз,

Волжское 4, Аванс, Гелеофор, РСК Оникс; с тестером А1Ефремовское 2 – Старт, Меркурий, Зенит, Волжское 4, Азарт.

Таблица 4 – Эффекты СКС гибридов зернового сорго по признаку «содержание протеина в зерне», 2016-2018 гг.

Сортообразец	Тестер								
	А2 КВВ 114			А2 КВВ 181			А1Ефремовское 2		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Старт	0,72	0,83	-2,32	-0,01	-0,32	0,48	-0,72	-0,51	1,84
Пищевое 35	-1,19	-1,37	-0,57	0,83	0,17	0,82	0,36	1,19	-0,25
Меркурий	1,57	1,34	0,17	-1,16	-1,15	-0,91	-0,41	-0,20	0,73
Топаз	-0,83	-0,22	0,05	-0,56	-1,64	0,14	1,39	1,87	-0,19
Зенит	-1,22	-1,07	-0,85	0,35	1,58	-0,09	0,87	-0,51	0,94
Волжское 44	-1,00	0,46	1,54	1,65	0,75	-1,00	-0,65	-1,21	-0,53
Волжское 4	0,43	0,89	-2,11	-0,71	0,79	1,07	0,28	-1,68	1,04
Аванс	-1,92	-0,65	1,35	3,35	-0,57	0,27	-1,43	1,21	-1,63
Азарт	0,50	0,87	0,91	-1,46	-0,24	-1,47	0,96	-0,63	0,56
Гелеофор	1,12	-0,92	-1,95	-0,76	0,45	2,10	-0,36	0,47	-0,16
Ассистент	1,40	-0,22	2,41	-0,40	0,49	-1,77	-1,00	-0,26	-0,64
РСК Оникс	0,41	0,07	1,36	-1,12	-0,32	0,37	0,71	0,26	-1,73

Отношение средних квадратов отклонений ОКС/СКС составило: в 2016 году – 1,89; в 2017 году – 1,99; в 2018 году – 0,89.

В 2016 г. положительный истинный гетерозис зафиксирован у 30,6 % вариантов скрещиваний. В 2017 г. доля гибридов с положительным гетерозисом составляет – 38,9%, а в 2018 году 22,2%. Распределение комбинаций скрещиваний с положительным истинным гетерозисом по тестерам следующее: в 2016 году А2КВВ114 – 8 гибридов, А2КВВ181 – 5 гибридов, А1Ефремовское 2 – 1; в 2017 г. А2КВВ114 – 7 гибридов, А2КВВ181 – 7 гибридов, А1Ефремовское 2 – 0. В 2018 г. проявление истинного гетерозиса следующее: А2КВВ114 – 4 гибрида, А2КВВ181 – 4 гибрида, А1Ефремовское 2 – 0.

Сортообразцы зернового сорго в тестерных скрещиваниях формируют гибриды с высоким содержанием протеина в зерне. Анализ ОКС и СКС позволил выявить сортообразцы зернового сорго, которые целесообразно использовать для создания гибридов с высоким содержанием протеина.

6 ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И МНОГОМЕРНОЙ СТАТИСТИКИ

В шестой главе обсуждается оценка исходного материала с использованием физиологических исследований и многомерной статистики: оценка образцов зернового сорго на холодостойкость, результаты определения содержания хлорофилла в листьях сорго, энергетическая оценка зерна сортообразцов зернового сорго, факторный анализ, кластеризация по минимуму евклидовых расстояний.

На основании анализа общей характеристики изменчивости параметров модельной популяции зернового сорго установили, что к сильноварьирующим признакам ($V > 20,0\%$) следует отнести: площадь

флагового листа, площадь наибольшего листа, выдвинутость ножки метелки, общая кустистость, продуктивная кустистость, ширина метелки, число зерен с 1 метелки, масса зерна с 1 метелки. Остальные показатели относятся к средневарьирующим признакам ($20,0\% > V > 10,0\%$). Признаки со слабым значением варьирования ($V < 10,0\%$) можно отнести биохимические показатели – содержание в зерне протеина, жира, золы, БЭВ, крахмала.

Корреляционный анализ данных эмпирических признаков позволяет рассчитать 300 коэффициентов. Критическое значение коэффициента корреляции на 5%-ном уровне составляет 0,349. В матрице установлено 66 значимых положительных и 51 значимых отрицательных значений коэффициентов корреляции. Урожайность зерна достоверно коррелирует с признаками: высота растений через 30 суток ($r = -0,364$), длина флагового листа ($r = 0,406$), ширина флагового листа ($r = 0,505$), площадь флагового листа ($r = 0,545$), длина наибольшего листа ($r = 0,403$), ширина наибольшего листа ($r = 0,355$), площадь наибольшего листа ($r = 0,369$), продуктивная кустистость ($r = -0,432$), ширина метелки ($r = 0,396$), число зерен с 1 метелки ($r = 0,460$), масса зерна с 1 метелки ($r = 0,506$), содержание протеина в зерне ($r = -0,467$), содержание золы в зерне ($r = -0,474$), содержание клетчатки в зерне ($r = -0,366$), содержание БЭВ в зерне ($r = 0,542$). С целью оптимизации интерпритации матрицы коэффициентов корреляции признаков модельной популяции зернового сорго провели факторный анализ методом главных компонент. Общий вклад в накапливаемую дисперсию 6 гипотетических факторов составляет 77,1%, на долю первых трех приходится 58,85 %. Рассмотрены факторы, вносящие в накапливаемую дисперсию более 5,0%.

Вклад в первый фактор (37,03%) в большей мере определяют следующие признаки ($r > |0,7|$): положительный - длина наибольшего листа, ширина наибольшего листа, площадь наибольшего листа, число зерен с 1 метелки, масса зерна с 1 метелки; отрицательный - общая кустистость, продуктивная кустистость.

Второй гипотетический фактор (12,57%) в значительной мере определяется вкладом ширины метелки ($r = -0,645$), а также суммарным эффектом других признаков.

На долю третьего гипотетического фактора приходится 9,12% накапливаемой дисперсии, который определяется суммарным эффектом признаков: высота растений при созревании, длина флагового листа, площадь флагового листа, длина наибольшего листа, выдвинутость ножки метелки, содержание протеина в зерне.

Вклад четвертого фактора (7,77%) определяется признаками: высота растений через 30 суток, высота растений при созревании, ширина флагового листа, площадь флагового листа, содержание протеина в зерне.

В пятый фактор (5,52%) наибольший вклад вносят признаки: длина метелки, ширина метелки, содержание клетчатки в зерне. Эффект массы 1000 зерен, а также суммарный вклад других признаков определяют значение шестого гипотетического фактора (5,09%).

Кластеризация сортообразцов зернового сорго по минимуму евклидовых расстояний (среднее значение признаков за 2015-2018 гг.) позволила спроектировать дендрограмму (рисунок 4).

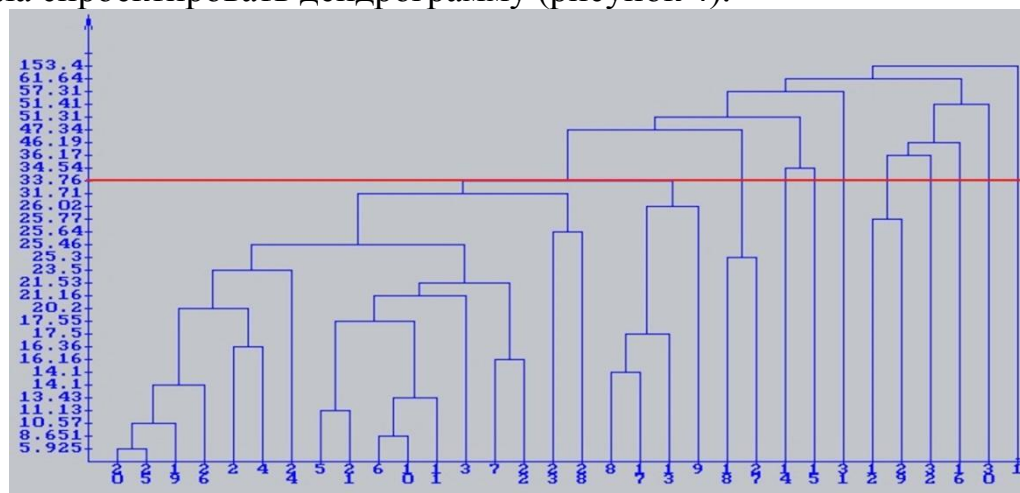


Рисунок 1 – Кластеризация сортообразцов зернового сорго

Примечание: 1- Перспективный 1; 2- Меркурий; 3- Огонек; 4- Кремовое; 5- Зенит; 6- Старт; 7- Азарт; 8- РСК Оникс; 9- Топаз; 10- Восторг; 11- Гранат; 12- Камелик; 13- Ассистент; 14- М-60887, 15- В-03-3003; 16- РСК Партизан; 17- Волжское 4; 18- Волжское 44; 19- Волжское 615; 20- Пищевое 35; 21- Пищевое 614; 22- Сармат; 23- Аванс; 24-Факел; 25- Гелеофор; 26- Л.инфинити; 27- Богдан; 28- Л 251; 29- Магистр; 30- 06-2198; 31- Кафрское белое 127; 32- К-266.

Исходная матрица экспериментальных данных включает 25×32 параметров. Кластерный анализ по минимуму евклидовых расстояний на 22 шаге итерации позволил выделить 11 кластеров.

1 кластер: Пищевое 35, Гелеофор, Волжское 615, Линия Инфинити, Меркурий, Кремовое, Факел, Зенит, Пищевое 614, Старт, Восторг, Гранат, Огонек, Азарт, Сармат, Аванс, РСК Партизан; **2 кластер:** РСК Оникс, Волжское 4, Ассистент, Топаз; **3 кластер:** Волжское 44, Богдан; **4 кластер:** М-60887; **5 кластер:** В-03-3003; **6 кластер:** Кафрское белое 127; **7 кластер:** Камелик, Магистр; **8 кластер:** К-266; **9 кластер:** РСК Партизан; **10 кластер:** 06-2198; **11 кластер:** Перспективный 1.

Определение значимости различий между кластерами проведено с использованием дисперсионного анализа методом неорганизованных повторений. Нулевая гипотеза не отвергается при анализе значений следующих признаков: толщина верхнего междоузлия, масса 1000 зерен, содержание жира в зерне, содержание клетчатки в зерне, содержание крахмала в зерне.

Статистическая обработка хозяйственно-ценных параметров сортообразцов зернового сорго сгруппированных по кластерам позволила выявить достоверные различия. Корректность распределения сортообразцов по кластерам подтверждена результатами дисперсионного анализа.

Кластеризация по минимуму евклидовых расстояний позволила сгруппировать сортообразцы по мере сходства по изучаемым 25

признакам. Таким образом, в 1 кластер включены большинство сортов созданных в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». В отдельные кластеры вошли сорта: Волжское 4, Камелик, Перспективный 1, которые по фенотипу значительно отличаются от других селекционных достижений созданных в институте.

Таким образом, группировка сортообразцов по кластерам в значительной мере позволяет всесторонне оценить сортообразцы по всей совокупности изучаемых параметров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований сформулировано следующее заключение:

1. В модельных популяциях сортообразцов и гибридов F1 зернового сорго выявлена сильная изменчивость ($V > 20,0$ %) вегетативных, генеративных, биохимических параметров. Наиболее сильно варьируют признаки: площадь флагового листа, площадь наибольшего листа, выдвинутость ножки метелки, общая кустистость, продуктивная кустистость, ширина метелки, число зерен с 1 метелки, масса зерна с 1 метелки.

2. Высокие значения эффектов ОКС выявлены у следующих сортообразцов: интенсивность начального роста – Пищевое 35, Волжское 4, РСК Оникс; высота при созревании – Волжское 4, Ассистент, Топаз; площадь наибольшего листа – Старт, Аванс, Зенит; общая и продуктивная кустистость – Гелеофор, Топаз, Меркурий; длина метелки – Старт, Аванс, Гелеофор; ширина метелки – Старт, Азарт, Гелеофор; масса зерна с 1 метелки – Аванс, Старт, РСК Оникс; масса 1000 зерен – Азарт, Ассистент, РСК Оникс; число зерен с 1 метелки – Старт, Пищевое 35, Аванс; урожайность зерна – Гелеофор, РСК Оникс, Топаз; содержание протеина в зерне – Аванс, Ассистент, РСК Оникс; содержание жира в зерне – Пищевое 35, Волжское 4, Азарт; содержание клетчатки в зерне – Гелеофор, Пищевое 35, Волжское 44; содержание БЭВ в зерне – Старт, Меркурий, Зенит; содержание крахмала в зерне – Топаз, Волжское 4, Гелеофор.

3. Высокая дисперсия СКС определена у следующих сортообразцов зернового сорго: интенсивность начального роста – Старт, Волжское 4, Ассистент; высота при созревании – Волжское 4, Ассистент, Азарт; площадь флагового и наибольшего листьев – Старт, Ассистент, Волжское 4; по общей кустистости – Старт, Топаз, Волжское 4; продуктивная кустистость – Меркурий, Топаз, Волжское 4; параметры метелки – Старт, Пищевое 35, Волжское 44; масса зерна с 1 метелки – Гелеофор, Старт, Пищевое 35; масса 1000 зерен – Волжское 44, Гелеофор, Меркурий; число зерен с 1 метелки – Старт, Волжское 4, Гелеофор; урожайность зерна – РСК Оникс, Гелеофор, Меркурий; содержание протеина в зерне – Топаз, Аванс, Ассистент; содержание клетчатки в зерне – Пищевое 35, Топаз, Азарт; содержание БЭВ в зерне – Топаз, Аванс, Гелеофор; содержание крахмала в зерне – РСК Оникс, Старт, Аванс.

4. Высокие эффекты СКС отмечены в комбинациях скрещиваний зернового сорго: по высоте при созревании – А2КВВ114/ Ассистент,

А1Ефремовское 2/ Пищевое 35, А2КВВ181/ Зенит; по массе зерна с 1 метелки –А2КВВ114/ Меркурий, А2КВВ181/ Пищевое 35, А1Ефремовское 2/ Азарт; по массе 1000 зерен–А2КВВ114/ Топаз, А2КВВ181/ Старт, А1Ефремовское 2/ Зенит; по числу зерен с одной метелки –А2КВВ114/ Зенит, А2КВВ181/ Пищевое 35, А1Ефремовское 2/ Волжское 44; по урожайности зерна –А2КВВ114/ Меркурий, А2КВВ114/ РСК Оникс, А2КВВ181/ Старт, А2КВВ181/ Волжское 44, А1Ефремовское 2/ Старт, А1Ефремовское 2/ Топаз; по содержанию протеина в зерне – А2КВВ114/ Меркурий, А2КВВ114/ Азарт, А2КВВ114/ РСК Оникс, А2КВВ181/ Пищевое 35, А1Ефремовское 2/ Зенит, А1Ефремовское 2/ Волжское 4, А1Ефремовское 2/ Азарт; по содержанию жира –А2КВВ114/ Старт, А2КВВ114/ Аванс, А2КВВ114/ Азарт, А2КВВ181/ РСК Оникс; по содержанию крахмала –А2КВВ114/ Зенит, А2КВВ181/ Аванс, А1Ефремовское 2/ Зенит.

5. Наибольшее значение истинного гетерозиса у гибридов отмечено по высоте при созревании – А2КВВ114/ Гелеофор, А2КВВ181/ Старт, А2КВВ181/ Меркурий, А1Ефремовское 2/ Ассистент; по массе зерна с 1 метелки –А2КВВ114/ РСК Оникс, А2КВВ181/ Старт, А2КВВ181/ Пищевое 35, А2КВВ181/ Азарт; по массе 1000 зерен – А2КВВ114/ Топаз, А2КВВ114/ Волжское 44, А2КВВ181/ РСК Оникс, А1Ефремовское 2/ Топаз; по числу зерен с одной метелки –А2КВВ114/ Зенит, А2КВВ181/ Старт, А2КВВ181/ Азарт, А2КВВ181/ Аванс; по урожайности зерна – А2КВВ114/ РСК Оникс, А2КВВ181/ Пищевое 35, А2КВВ181/ Топаз, А1Ефремовское 2/ Ассистент; по содержанию протеина в зерне – А2КВВ114/ Меркурий, А2КВВ114/ Ассистент, А2КВВ114/ РСК Оникс, А2КВВ181/ Зенит; по содержанию жира –А2КВВ114/ Азарт, А2КВВ181/ РСК Оникс; по содержанию крахмала –А2КВВ114/ Гелеофор, А2КВВ181/ Волжское 44, А2КВВ181/ Гелеофор, А1Ефремовское 2/ РСК Оникс.

5. По устойчивости к низким положительным температурам образцы разделены на три группы: холодостойкие–Волжское 4, Пищевое 614, Сармат, Волжское 44, Аванс, В-03-3003, М-60887, Пищевое 35, Магистр; среднехолодостойкие–Зенит, Кремовое, Кафрское белое 127, 06-2198, Меркурий, Факел, Огонек, Л.инфинити, Богдан, Ассистент, Волжское 615, Гелеофор, Топаз, Старт, РСК Партизан, Восторг; слабыхолодостойкие–Азарт, РСК Оникс, Камелик, Л 251.

6. По содержанию пигментов (хлорофилла *a*, *b*, каротиноиды) обнаружена сильная изменчивость ($V - 33,3-47,4\%$). Высокое содержание хлорофилла *a* (более 200 мг/100 г) обнаружено у гибридов – А1Ефремовское 2/Аванс, А1Ефремовское 2/ Азарт и сорта Аванс. По содержанию хлорофилла *b* (более 100 мг/100 г) наибольшими значениями отличались гибриды – А1Ефремовское 2/Аванс и А1Ефремовское 2/Азарт и ЦМС-линия А1Ефремовское2. Высокие показатели содержания каротиноидов (более 50,0 мг/100 г) в листьях установлены у сортов - Аванс, РСК Оникс и гибрида А1Ефремовское 2/Азарт.

7. Кластеризация сортообразцов зернового сорго по минимуму евклидовых расстояний на 22 шаге итерации позволила сгруппировать их

на 11 классов, достоверность различий которых подтверждается дисперсионным анализом по методу неорганизованных повторений. По толщине верхнего междоузлия, массе 1000 зерен, содержанию в зерне жира, клетчатки, крахмала различия между кластерами не существенны.

8. Вклад в накапливаемую дисперсию 1...6 гипотетических факторов составляет 77,1%, что позволяет выявить основные морфофизиологические показатели, определяющие их нагрузку. Вклад в первый (37,03%) в большей мере определяют следующие признаки ($r > |0,7|$): положительный - длина наибольшего листа, ширина наибольшего листа, площадь наибольшего листа, число зерен с 1 метелки, масса зерна с 1 метелки; отрицательный - общая кустистость, продуктивная кустистость. Второй гипотетический фактор (12,57%) в значительной мере определяется вкладом ширины метелки ($r = -0,645$), а также суммарным эффектом других признаков. На долю третьего гипотетического фактора приходится 9,12% накапливаемой дисперсии и определяется суммарным средним эффектом признаков: высота растений при созревании, длина флагового листа, площадь флагового листа, длина наибольшего листа, выдвинутость ножки метелки, содержание протеина в зерне.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ И СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ

1. В качестве перспективного исходного материала в гетерозисной селекции зернового сорго на урожайность и высокое качество зерна следует использовать следующие опылители: Перспективный 1, РСК Оникс, Ассистент, М- 600887, РСК Партизан, Волжское 44, Аванс, Богдан, Магистр, Кафрское белое 127, К-266.

2. Рекомендуется использовать в селекции следующие сортообразцы: по интенсивности стартового роста – Перспективный 1, Огонек, В-03-3003, Волжское 4, Волжское 44, Гелеофор, Богдан; по высоте растений – Ассистент, М-60887, В-03-3003, РСК Партизан, Волжское 4, Факел, Кафрское белое 127; площади флагового листа – Волжское 44, Богдан, К-266; по массе 1000 зерен – Ассистент, Аванс, Сармат, Богдан, К-266, 06-2198, по урожайности зерна – Перспективный 1, РСК Оникс, Ассистент, М-60887, РСК Партизан, Волжское 44, Аванс, Богдан, Магистр, Кафрское белое 127, К-266; по содержанию протеина – Перспективный 1, Азарт, М-60887, Волжский 44, Пищевое 614, Факел, Кафрское белое 127; по содержанию крахмала – Топаз, Ассистент и Пищевое 614.

3. Для селекции среднеспелых высокорослых гибридов целесообразно использовать в качестве родительских форм ЦМС-линии зернового сорго (А2КВВ114, А2КВВ181, А1Ефремовское 2) и опылители (РСК Оникс, Аванс, Азарт, Старт, Пищевое 35).

4. Провести экологическое конкурсное испытание экспериментальных гибридов зернового сорго, отличающиеся наибольшей урожайностью: А2КВВ114/ Гелеофор, А2КВВ114/ РСК Оникс, А2КВВ181/ Волжское 44, А2КВВ181/ Зенит, А1Ефремовское 2/ Старт, А1Ефремовское 2/ Топаз.

5. Рекомендуется использовать в сельскохозяйственном производстве сорта зернового сорго, включенные в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию: Ассистент, Бакалавр, Магистр.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Семин, Д.С. О.П. Селекция зернового сорго на пищевые цели в условиях Нижневолжского региона РФ/ Д.С. Семин, О.П. Кибальник, О.Б. Каменева, С.С. Куколева, **В.И. Старчак**// Таврический вестник аграрной науки. 2017 г. - №1(9). – С. 72-78.

2. Кибальник, О.П. Адаптивная способность коллекционных сортообразцов зернового сорго / О.П. Кибальник, Д.С. Семин, **В.И. Старчак** //Аграрная наука, 2016.–№3.–С.6-8.

3. **Старчак, В.И.** Изучение исходного материала зернового сорго по биохимическому составу/В.И. Старчак, О.П. Кибальник, Д.С. Семин, О.Б. Каменева // Кукуруза и сорго, 2016.–№3.–С.33-35.

4. Куколева, С.С. Скрининг сортообразцов суданской травы в условиях Саратовской области /С.С. Куколева, Д.С. Семин, О.П. Кибальник, **В.И. Старчак**//Зерновое хозяйство России, 2016.–№4 (46)–С.8-11.

5. Кибальник, О.П. Оценка качества зерна и биомассы сорго с целью использования в кормопроизводстве /О.П. Кибальник, И.Г. Ефремова, Д.С. Семин, В.С. Горбунов, О.Б. Каменева, **В.И. Старчак**, С.С. Куколева//Зерновое хозяйство России, 2019.–№4.–С.3-8.

6. Куколева, С.С. Комбинационная способность сортообразцов суданской травы в Нижнем Поволжье/ С.С. Куколева, В.И. Жужукин, О.П. Кибальник, Д.С. Семин, **В.И. Старчак**//Успехи современного естествознания, 2018.–№12.–С.283-290.

7. **Старчак, В.И.** Оценка корреляционных взаимосвязей морфофизиологических признаков зернового сорго селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»/ В.И. Старчак, В.И. Жужукин, Е.А. Жук, В.В. Бычкова// Аграрный научный журнал, 2020 .–№6.–С.38-42.

Патенты на селекционные достижения

8. Патент на селекционное достижение №11167. РФ. Сорго зерновое Ассистент. Выдан по заявке №8356025. С датой приоритета от 28.11.2016 г. Патентообладатель ФГБНУ Российский НИПТИ Сорго и кукурузы. Авторы сорта: Горбунов В.С., Жужукин В.И., Семин Д.С., Кибальник О.П., Куколева С.С., **Старчак В.И.** Зарегистрировано в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 03.07.2020 г.

9. Патент на селекционное достижение №11168. РФ. Сорго зерновое Бакалавр. Выдан по заявке №8356024. С датой приоритета от 28.11.2016 г. Патентообладатель ФГБНУ Российский НИПТИ Сорго и кукурузы. Авторы сорта: Горбунов В.С., Жужукин В.И., Семин Д.С.,

Кибальник О.П., Куколева С.С., **Старчак В.И.** Зарегистрировано в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 03.07.2020 г.

10. Патент на селекционное достижение №11169. РФ. Сорго зерновое Магистр. Выдан по заявке №8356026. С датой приоритета от 28.11.2016 г. Патентообладатель ФГБНУ Российский НИПТИ Сорго и кукурузы. Авторы сорта: Горбунов В.С., Жужукин В.И., Семин Д.С., Кибальник О.П., Куколева С.С., **Старчак В.И.** Зарегистрировано в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 03.07.2020 г.

Авторские свидетельства на селекционные достижения

11. А. с.на сорт зернового сорго Ассистент / Д.С. Семин, О.П. Кибальник, В.С. Горбунов, В.И. Жужукин, С.С. Куколева, **В.И. Старчак** // заявка № 71224/8356025; с датой приоритета от 28.11.2016

12. А.с.на сорт зернового сорго Бакалавр / Д.С. Семин, О.П. Кибальник, В.С. Горбунов, В.И. Жужукин, С.С. Куколева, **В.И. Старчак** // заявка № 71222/8356024; с датой приоритета от 28.11.2016

13. А.с. на сорт зернового сорго Магистр / Д.С. Семин, О.П. Кибальник, В.С. Горбунов, В.И. Жужукин, С.С. Куколева, **В.И. Старчак** // заявка № 71226/8356026; с датой приоритета от 28.11.2016 г.

Статьи опубликованные в прочих научных журналах, сборниках и материалах научных конференций:

14. **Старчак, В.И.** Корреляционный анализ взаимосвязей признаков модельной популяции зернового сорго/В.И. Старчак, В.И. Жужукин, Д.С. Семин// Межд. науч.-практ. конф. мол.уч. и спец., посвящ. 130-летию со дня рождения А.П. Шехурдина «Современные технологии в с.-х. науке и производстве», 24-25 марта 2016 года, г. Саратов.–С.109.

15. **Старчак, В.И.**Изучение гетерозиса у зернового сорго по длине наибольшего листа /В.И. Старчак, Д.С. Семин// Сб. межд. науч. практ. интернет-конф. молодых уч. и специалистов «Наука, инновации и международное сотрудничество молодых ученых-аграриев», 23-24 декабря 2016 год, ФГБНУ «ВНИИ зернобобовых и крупяных культур» С.215-216.

16. **Старчак, В.И.** Комбинационная способность зернового сорго/В.И. Старчак// «Вавиловские чтения-2016», 24-25 ноября 2016 года г. Саратов– С.145.

17. **Старчак, В.И.** Изучение гетерозиса зернового сорго по параметрам соцветия/ В.И. Старчак, Д.С. Семин // «Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства в условиях часто повторяющихся засух»: Сб. научн. тр. по материалам межд.науч.-практ.конф, Оренбургский НИИСХ. - Оренбург, 2017, 114-119 с.

18. Кибальник, О.П. Оценка сортообразцов вечноного сорго на солеустойчивость/ О.П. Кибальник, Д.С. Семин, С.С. Куколева, **В.И. Старчак** // «Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция»: Сб. науч. тр. по материалам Всерос.науч.-практ. интернет-конф.мол.уч. и спец. с межд. участием, посвящ. 130-летию со дня рождения Р.Э. Давида. ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока. - г. Саратов, 2017, 32-37 с.

19. **Старчак, В.И.** Оценка комбинационной способности зернового сорго по селекционно-ценным признакам / В.И. Старчак // «Аграрная наука и инновации в работах молодых ученых»: сб. научн. тр. Всероссийского СМУиСа аграрных образовательных и научных учреждений. - Минсельхоз России.- Москва, 2017, С.28.

20. Семин, Д.С. Тестирование новых сортов кормового сорго в лабораторных условиях на холодостойкость / Д.С. Семин, О.П. Кибальник, И.Г. Ефремова, С.С. Куколева, **В.И. Старчак** // «Научное обеспечение устойчивого развития растениеводства в условиях аридизации климата»: сб. научн. тр. по материалам Международной научно-практической конференции. - ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». - Саратов, 2017, 34-39 с.

21. **Старчак, В.И.** Изучение гетерозиса сорговых культур / В.И. Старчак, С.С. Куколева // «Научное обеспечение устойчивого развития растениеводства в условиях аридизации климата»: сб. научн. тр. по материалам междунауч.-практ. конф. - ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». - Саратов, 2017, 96-101 с.

22. **Старчак, В.И.** Комбинационная способность сорговых культур по выдвинутости метелки / В.И. Старчак, С.С. Куколева // Сб. тр. междуш. школы мол.уч. «Научная волна – 2017», ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, С.153.

23. Kibalnik O. Directions breeding of grain sorghum in the Lowel Volga region of Russia/ Kibalnik O., Semin D., Gorbunov V., Zhuzhukin V., Efremova I., Kukoleva S., **Starchak V.**, Arhipov A., Kameneva O. // Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality 2017 – №1.– P. 226-229.

24. **Старчак, В.И.** Гетерозис у гибридов F1 зернового сорго по площади флагового и наибольшего листа / В.И. Старчак // Междуш. конф. мол. ученых «Наука и молодежь: фундаментальные и прикладные проблемы в области селекции и генетики с.-х. культур», г. Зерноград, 2017, С.120.

25. **Старчак, В.И.** Изучение гетерозиса в поколении F1 у зернового сорго по морфофизиологическим признакам / В.И. Старчак // Вавиловские чтения – 2017: Сб. статей междуш. науч.-практ. конф., посвящ. 130-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов, Саратовский ГАУ, ООО «Амирит», 2017. –92-94 с.

26. **Старчак, В.И.** Оценка комбинационной способности зернового сорго в тестерных скрещиваниях / В.И. Старчак, В.И. Жужукин // Селекция – инновационный путь развития сельского хозяйства, материалы Всероссийской науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию отдела селекции ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ» – Ульяновск: УлГТУ, 2017. –275-280 с.

27. **Старчак, В.И.** Изучение комбинационной способности сортообразцов зернового сорго в Нижневолжском регионе / В.И. Старчак, С.С. Куколева, В.И. Жужукин // Сб. научн. тр. Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Почвы и их эффективное использование», посвящ. 90-летию со дня рождения проф., доктора с.-х. наук, заслуженного деятеля науки РФ В.В. Тюлина. ФГБОУ ВО «Вятская государственная с.-х. академия» г. Киров, 2018 г, С 252-257.

28. **Старчак, В.И.** Изучение гетерозиса гибридов F₁ зернового сорго по хозяйственно-ценным признакам / В.И. Старчак // «Инновационное обеспечение развития приоритетных отраслей сельского хозяйства в засушливых регионах России»: сб. науч. тр. по материалам между заочной науч.-практ. конф. - ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». - Саратов, 14-15 марта 2018, С 27-31.

29. Семин, Д.С. Селекция и семеноводство сорго-суданкового гибрида Аметист / Д.С. Семин, О.П. Кибальник, И.Г.Ефремова, С.С. Куколева, **В.И. Старчак** // «Инновационное обеспечение развития приоритетных отраслей сельского хозяйства в засушливых регионах России»: сб. науч. тр. по материалам Между. заочной науч.-практ. конф. - ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» - Саратов, 14-15 марта 2018, С 40-45.

30. Семин, Д.С. Возделывание новых сортов зернового сорго Азарт и Гарант в условиях Юго- Востока Европейской части РФ / Д.С. Семин, О.П. Кибальник, Е.А. Жук, И.Г.Ефремова, С.С. Куколева, **В.И. Старчак** // «Инновационное обеспечение развития приоритетных отраслей сельского хозяйства в засушливых регионах России»: сб. науч. тр. по матер. Между. заочной науч.-практ. конф. - ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». - Саратов, 14-15 марта 2018, С 174-177.

31. **Старчак, В.И.** Изучение гетерозиса зернового сорго по морфологическим признакам / В.И. Старчак // Междунар. науч.-практ. конф. «Вавиловские чтения – 2018», посвящ. 131 - годовщине со дня рождения Н.И. Вавилова, г. Саратов, 28-29.11.2018 г, С 90-92.

32. **Старчак, В.И.** Изучение комбинационной способности сортообразцов зернового сорго по селекционно-ценным признакам / В.И. Старчак, В.И. Жужукин, Ю.В. Панкрашова // Между. науч.-практ. конф. «Вавиловские чтения – 2018», посвящ. 131 - годовщине со дня рождения Н.И. Вавилова, г. Саратов, 28-29.11.2018 г, С 92-94.

33. **Старчак, В.И.** Использование зернового сорго в кормлении сельскохозяйственных животных / В.И. Старчак, В.И. Жужукин // Современное состояние животноводства: проблемы и пути их решения: сб. науч. тр. между. науч.-практ. конф., ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» – г. Саратов, 22 – 23 марта 2018 г, С 251- 253.

34. **Старчак, В.И.** Изучение гетерозиса у гибридов F₁ зернового сорго / В.И. Старчак, В.И. Жужукин // Между. науч. конф. молодых уч. и спец., посвящ. 150-летию со дня рождения В.П. Горячкина РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева – г. Москва, 5 - 6 июня 2018 г., С 49.

35. **Старчак, В.И.** Факторный анализ сортообразцов зернового сорго по хозяйственно-ценным признакам / В.И. Старчак, В.И. Жужукин // Сб. статей между. науч.-практ. конф, школы мол. ученых аграрных вузов и НИИ «Научная волна – 2018», ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, С 256.

36. **Старчак, В.И.** Оценка взаимодействия «генотип-среда» по хозяйственно-ценным параметрам зернового сорго / В.И. Старчак // Междунар. науч. конф. «Молодежь и наука XXI века», Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, 12-14.12.2018 г, С 287-291.

37. **Старчак, В. И.** Изучение изменчивости хозяйственно-важных признаков в модельной популяции зернового сорго / В.И. Старчак, В.И.

Жужукин// Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция: 3-я Всеросс. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов с межд. участием, посвящ. 145- летию со дня рождения Дояренко А.Г., ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока, г. Саратов, 20-22 марта 2019 г, С 78-80.

38. **Старчак, В.И.** Определение взаимодействия «генотип-среда» зернового сорго по признаку «масса зерна с главной метелки» / В.И. Старчак, В.И. Жужукин // Инновационные агротехнологии в растениеводстве засушливых регионах России, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов, 27-29 марта 2019 г, С 84.

39. Семин, Д.С. Кластеризация исходного материала зернового сорго селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»/ Д.С. Семин, О.П. Кибальник, И.Г. Ефремова, С.С. Куколева, **В.И. Старчак**, Л.А. Орехова // Инновационные агротехнологии в растениеводстве засушливых регионах России, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов, 27-29 марта 2019 г, С 75.

40. **Старчак, В.И.** Изучение конкурсного гетерозиса гибридов F1 зернового сорго по содержанию крахмала / В.И. Старчак, Р.В. Хазов // Сборник по материалам междунар. науч.-практ. конф. «Вавиловские чтения – 2019», посвященная 131 - годовщине со дня рождения Н.И. Вавилова, г. Саратов, С 107-109.

41. **Старчак, В.И.** Изучение комбинационной способности сортообразцов зернового сорго по урожайности биомассы и продуктивной кустистости/ В.И. Старчак // Междунар. школа мол.уч. аграрных ВУЗов и НИИ «НАУЧНАЯ ВОЛНА -2019», г. Саратов, 16-22.07.2019 г, С. 83.

42. **Старчак, В.И.** Оценка селекционно-ценных признаков зернового сорго методом главных компонент факторного анализа / В.И. Старчак, Е.А. Жук // Сб. тез. Министерство науки и высшего образования РФ, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. В книге: 125 лет прикладной ботаники в России, 2019 г., С. 261

43. **Старчак, В.И.** Изучение сортообразцов зернового сорго и создание исходного материала для селекции в засушливом Поволжье/ В.И. Старчак, Е.А. Жук // Вестник Вятской ГСХА, 2020 г, № 1. С. 5.

Научное издание

Старчак Виктория Игоревна

**ИЗУЧЕНИЕ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ЗЕРНОВОГО
СОРГО В ТЕСТЕРНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ**

Подписано в печать _____. Формат 60 x 84 ^{1/16}

Усл. печ. л. – 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № ____

Типография Кубанского государственного аграрного университета.

350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13