

*На правах рукописи*



**Новичихин Андрей Петрович**

**ОЦЕНКА НОВЫХ ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ  
И ПОЛУЧЕНИЕ НА ИХ ОСНОВЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ  
РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар  
2025

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Национальный Центр Зерна имени П.П. Лукьяненко»

**Научный руководитель:** кандидат сельскохозяйственных наук **Гульняшкин Александр Васильевич**, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко», лаборатория селекции кукурузы, ведущий научный сотрудник.

**Официальные оппоненты:** **Хатефов Эдуард Балилович**, доктор биологических наук, федеральное государственное бюджетное научное учреждение федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова», ведущий научный сотрудник.

**Горбачева Анна Григорьевна**, доктор сельскохозяйственных наук, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы», отдел первичного семеноводства, главный научный сотрудник.

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской».

Защита диссертации состоится 2 апреля 2025 г. в 10:00 в ауд. 268 на заседании диссертационного совета 35.2.008.04, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» по адресу: 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1; тел./факс: +7(473) 253-86-51; e-mail: d220.010.03@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» и на сайте [www.ds.vsau.ru](http://www.ds.vsau.ru), с авторефератом – на сайте ВАК Министерства образования и науки РФ [www.vak.minobrnauki.gov.ru](http://www.vak.minobrnauki.gov.ru) и ВГАУ [www.ds.vsau.ru](http://www.ds.vsau.ru).

Автореферат разослан 24 февраля 2025 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные и скрепленные гербовой печатью организации, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор с.-х. наук, профессор



Т.Г. Ващенко

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследований.** В настоящее время кукуруза является одной из важнейших мировых хозяйственных культур. Она входит в пятерку лидеров по энергетическим запасам среди сельскохозяйственных растений и занимает одно из первых мест по валовому сбору зерна и приросту посевных площадей.

В Российской Федерации за последние десятилетия валовые сборы зерна показывают значительный рост (с 4 млн т в 2009 г. – до 16,6 млн т в 2023 г.), посевные площади кукурузы так же стремительно растут (с 1361,6 тыс га в 2009 г. – до 2863 тыс га в 2022 г.).

Одним из основных поставщиком зерна кукурузы является Краснодарский край, благодаря своим благоприятным климатическим и природным условиям. Однако, в последние годы на юге Российской Федерации климатические условия резко изменились в неблагоприятную сторону для выращивания кукурузы. Данное обстоятельство требует внедрение в производство раннеспелых гибридов, биологические фазы которых приходятся на более оптимальные погодные условия.

Для селекции высокогетерозисных раннеспелых гибридов, обладающих набором хозяйственно ценных признаков, отвечающих требованиям современного производства, необходимо создание нового исходного материала на широкой генетической основе.

Таким образом, учитывая актуальность и высокую значимость данной проблемы, в отделе селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» была проведена данная селекционная работа.

**Степень разработанности проблемы.** Вопросы по созданию и оценке новых самоопыленных линий для селекции гибридов кукурузы нашли свое отражение в трудах А.В. Гульяшкина (2012), Б.В. Дзюбецкого (2002), П.П. Домашнева (1992), Э.Р. Забирова (1984), В.И. Костюченко (1992), С.И. Мустяца (2003), С.Н. Новоселова (1995), Н.А. Орлянского (2004), В.К. Савченко (1973), Е.М. Салфетникова (2011), В.С. Сотченко (1992), А.И. Супрунова (2012), Т.С. Чалык (1985), М.В. Чумак (1999), Г.Е. Шмараева (1999), Р.У. Югенхеймера (1979), Lindstrom E.W. (1921), Russell W.A. (1992), East E.M. (начало XX века), Shull G.H. (1900-е), West D.R. (1900-е) и др., где отмечены наиболее актуальные теоретические и методологические аспекты по инбредной селекции кукурузы. В них уделялось большое внимание проблемам создания и оценке самоопыленных линий кукурузы с учетом особенностей регионов РФ.

Важные аспекты селекции исходного материала кукурузы на раннеспелость отражены в работах Н.И. Вавилова (1966), Г.Г. Голевой (1999), А.В. Гульяшкина (2024), Х.Т. Дзедаева (2020), Б.В. Дзюбецкого (2002), П.П. Домашнева (1992), А.В. Дронова (2018), С.И. Мустяца (2003), О.С. Носко (2022), Н.А. Орлянского (1999), О.Н. Панфиловой (2018),

Д.С. Перевязка (2021), А.И. Супрунова (2019), Г.Е. Шмараева (1975), В.С. Щербака (1984), Р.У. Югенхеймера (1979) и других авторов.

**Цель исследования:** провести сравнительное изучение и оценку нового исходного материала для селекции раннеспелых гибридов кукурузы с потенциально высокой урожайностью и низкой уборочной влажностью зерна.

В ходе исследования решали следующие задачи.

1. С участием новых самоопыленных линий провести гибридизацию в системе топкроссных и диаллельных скрещиваний, и по результатам испытания полученных гибридов определить их ОКС и СКС.

2. Выявить биометрические характеристики новых линий и полученных тесткроссов.

3. Методом кластерного анализа провести идентификацию линий на их принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы;

4. Оценить экологическую пластичность и стабильность выделенных гибридов кукурузы.

5. Установить корреляционные связи между урожайностью зерна и основными хозяйственно ценными признаками у полученных гибридов;

6. Изучить динамику снижения уборочной влажности зерна выделенных линий кукурузы при созревании.

7. Определить экономическую эффективность выращивания новых гибридов кукурузы.

**Научная новизна диссертационного исследования.** При селекции раннеспелых гибридов кукурузы зернового типа впервые в условиях Краснодарского края проведена всесторонняя оценка принципиально нового исходного материала – инбредных линий кукурузы, обладающих набором хозяйственно ценных признаков, в том числе по особенностям влагоотдачи зерном (48 линий).

С участием новых линий созданы тесткроссные гибриды кукурузы (178 гибридов), испытанные в контрольном питомнике ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», показавшие высокую продуктивность, низкую уборочную влажность зерна и устойчивость к стрессовым факторам среды.

В ходе диаллельных скрещиваний, на основе анализа СКС, созданы новые простые гибриды, которые являются перспективным генетическим материалом для селекционных программ по созданию нового исходного материала с высокой урожайностью и низкой уборочной влажностью зерна.

Созданные с участием диссертанта гибриды кукурузы Ладожский 202, Ладожский 251 (2022 г.), а также гибриды ЛД 2003 и ЛД 5888 (2023 г.) внесены в госреестр Российской Федерации, и допущены к использованию в Центральном, Волго-Вятском, ЦЧО, Нижневолжском, Дальневосточном, Северо-Кавказском, Средневолжском и Уральском регионах.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** В процессе всесторонней оценки по селекционным и морфо-биологическим признакам нового исходного материала кукурузы выделены перспективные инбредные линии (6 линий), характеризующиеся высокой общей (Лн0713 (6,2; 10,1; 6,4), Лн0720 (8,5; 10,2; 3,8), Лн0693 (4,1; 5,6; 1,6), Лн0626 (7,7; 20,3; 18,9), Лн0613 (5,9; 9,0; 14,7), Лн0685 (7,5; 18,8; 5,0) и специфической комбинационной способностью (Лн0713 (1,7; 82,1; 187,4), Лн0693 (3,3; 36,8; 64,8), Лн0626 (38,3; 199,2; 24,9), Лн0613 (88,3; 259,1; 2,2), Лн0685 (6,0; 5,6; 140,8)), которые имеют практическое значение для создания на их основе высокогетерозисных гибридов кукурузы, приспособленных к условиям Северо-Кавказского региона.

Весь набор новых инбредных линий (48 линий) включен в систему топкроссных скрещиваний. На их основе созданы новые раннеспелые (ФАО 100–199) высокоурожайные (178 гибрида) трехлинейные гибриды, лучшие из которых (8 гибридов), по результатам проведенного экологического испытания рекомендуется передать в Госсортоиспытание.

Испытание линий, проведенное в диаллельных скрещиваниях для оценки специфической комбинационной способности, позволило выделить гетерозисные пары линий с высокими эффектами СКС по признаку «урожайность зерна»: Лн0357 × Лн0685 (39,6; 24,2), Лн008 × Лн0681 (36,9; 13,6), Лн0228 × Лн0681 (36,2; 30,4), Лн0681 × Лн0718 (36,1; 11,8), Лн0718 × Лн0480 (33,7; 19,5), Лн0720 × Лн003 (26,5; 15,9), Лн0480 × Лн003 (25,2; 19,5) – представляющие собой перспективный генетический материал для дальнейших селекционных программ по созданию нового исходного материала с высокой урожайностью и низкой уборочной влажностью зерна.

Лучшие по комплексу признаков 12 линий, 8 тесткроссов и 2 простых гибрида переданы в рабочую коллекцию отдела селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», для дальнейшего использования при селекции культуры в Северо-Кавказском регионе.

Гибриды кукурузы Ладожский 202, Ладожский 251 (2022 г.), ЛД 2003 и ЛД 5888 (2023 г.), внесенные в Госреестр селекционных достижений Российской Федерации и допущенные к использованию, полученные с участием диссертанта, рекомендовать для производственных посевов в Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Черноземном, Дальневосточном, Северо-Нижневолжском, Кавказском, Средневолжском и Уральском регионах.

**Методология и методы исследования.** Диссертационная работа выполнена с применением лабораторных и полевых методов. Опыты по оценке и исследованию новых линий и гибридов кукурузы были проведены по методике полевых опытов, принятых во ВНИИ кукурузы, с учетом принятой для данной зоны технологии возделывания с использованием методических указаний по изучению и поддержанию образцов коллекции сельскохозяйственных культур. Полученные данные проходили статисти-

ческую обработку в Microsoft Excel, а также с использованием специализированных компьютерных программ Statistica и пакета новых программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS.

**Положения, выносимые на защиту.**

1. Результаты оценки нового исходного материала – инбредных линий кукурузы, их биометрические и генетические характеристики для использования при создании высокоурожайных, гетерозисных гибридов.

2. Характеристика новых инбредных линий по основным селекционным показателям, проведенная в системе топкроссных скрещиваний, позволившая выделить лучшие для гетерозисной селекции культуры в регионе.

3. Проведенная оценка общей и специфической комбинационной способности линейного материала по основным хозяйственно ценным признакам, позволила выявить гибриды с высоким эффектом гетерозиса по урожайности и уборочной влажности зерна.

4. Гибриды с показателем  $b_i$  близким к 1 являются наиболее стабильными и адаптивными, демонстрируют высокую урожайность и гибкость к изменениям агроклиматических условий.

5. Установленная экономическая эффективность новых гибридов, подтвердившая рентабельность их выращивания, позволяет рекомендовать их для передачи в Госсортоиспытание.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Соискателем с использованием современных методов выполнен большой объем исследований по скрещиванию линий с целью получения новых гибридов кукурузы, а также проведены работы по сортоиспытанию полученных гибридов в ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». Большой объем цифровых данных подтверждает достоверность полученных результатов использованием различных статистических методов с применением компьютерных программ. Полученные результаты имеют высокую статистическую достоверность. По результатам проведенного исследования приведены обоснованные выводы и рекомендации для селекционной практики.

Основные положения и результаты исследования прозвучали в докладах на заседаниях методической комиссии отдела селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», на международных и всероссийских научно-практических конференциях: Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых (г. Краснодар, КубГАУ, 2015 и 2016 гг.); Международных научно-практических конференциях (Персиановский ДонГАУ, 2018 г.); (г. Краснодар, ВНИИ риса, 2018 г.).

**Публикация результатов исследования.** Основные положения диссертации опубликованы в 16 научных статьях, в том числе 7 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

**Личный вклад соискателя.** Диссертантом проведены разработки селекционных программ, планирование исследования и непосредственное

его проведение, сбор аналитических данных в полевых условиях и их последующая статистическая обработка, публикация научных статей, написание диссертационной работы и автореферата.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 210 страницах, выполнена в компьютерном наборе и состоит из введения, пяти глав, заключения, предложений для селекции, списка использованной литературы и приложений. Экспериментальные данные представлены в 67 таблицах, 27 рисунках и 5 приложениях. Список литературы включает 240 наименований, в том числе 68 иностранных.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, дана общая характеристика работы, сформулированы цели и задачи исследований, основные положения, выносимые на защиту, показана научная новизна и практическая значимость результатов исследований, приведены структура и объем диссертационной работы.

### **1 ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ КУКУРУЗЫ (обзор литературы)**

В первой главе работы приведены данные по более ранним исследованиям, которые касаются проблемы получения новых инбредных линий кукурузы, оценки их хозяйственно-ценных качеств, а также рассмотрены работы, проводимые по таким направлениям как селекция на гетерозис, раннеспелость линий, быстрая влагоотдача зерном при созревании, на интродукцию зародышевой плазмы, использование экзотических рас кукурузы в селекции. Были рассмотрены и изучены литературные источники как отечественных, так и зарубежных авторов.

### **2 МАТЕРИАЛ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Экспериментальные посевы были выполнены на полях ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко». Работы проводились с 2015 по 2018 гг. Экологическое испытание 20 перспективных, высокоурожайных гибридов были проведены в 2017 г. на базе четырех дополнительных пунктов.

Метеорологические условия в годы исследований (2016–2018гг.) были различными. 2016 г. сложился достаточно благоприятным для развития кукурузы. Посев кукурузы проходил 20 апреля, всходы получены 28 апреля. Самым богатым на осадки из учтенных, характеризовался 2017 г., в течение весны осадков выпало на 50 мм выше нормы, что позволило получить ранние и достаточно дружные всходы в контрольном питомнике отдела. Самым неблагоприятным стал 2018 г.

В наших исследованиях в качестве исходного материала были использованы 48 новых самоопыленных линий кукурузы, разработанные в отделе селекции и семеноводства кукурузы в ФГБНУ «НЦЗ им П. П. Лукьяненко».

При создании гибридов применялся метод тесткроссов, в качестве тестеров использовались простые гибриды. Все тестеры различались по периоду вегетации, а также относились к различным гетерозисным группам.

При скрещивании весь материал был поделен на 3 блока по 3 тестера в каждом. Скрещивание проводилось в 2015 году в селекционном питомнике отдела.

Основной целью опыта стало определение общей комбинационной способности линий. Результатом данного опыта стало получение 178 трехлинейных гибридов.

Для определения СКС были проведены диаллельные скрещивания по неполной схеме. Для этого выбирались лучшие по ОКС гибриды. В результате скрещиваний были получены 78 простых гибридов.

Для оценки продуктивности полученного материала было проведено сортоиспытание всего набора тесткроссов и гибридов от диаллельных скрещиваний. Сортоиспытание проходило в контрольном питомнике отдела.

Агротехника была общепринятой для Центрально Черноземной зоны исследований и соответствовала рекомендациям, изложенным в Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и Методике полевых опытов с кукурузой ВНИИ кукурузы.

Все полученные гибриды проходили испытание в контрольном питомнике. В качестве стандартов были использованы гибриды селекции КНИИСХ им П. П. Лукьяненко: двойной межлинейный гибрид раннеспелого типа – Краснодарский 194 МВ (ФАО 190) и простой модифицированный гибрид среднераннего типа – Краснодарский 291АМВ (ФАО 280). В селекционном и контрольном питомниках проводились все фенологические наблюдения.

Все статистические анализы были выполнены с помощью надстроек в программе для работы с электронными таблицами и статистическими данными Microsoft Office Excel. Так же использовались специализированные компьютерные программы такие как: программный пакет для статистического анализа, разработанный компанией StatSoft, реализующий функции анализа данных Statistica, и пакет прикладных генетико-статистических программ AGROS версии 2.

### **3 ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ**

**3.1 Классификация новых самоопыленных линий кукурузы методом кластерного анализа.** Многие новые линии, используемые селекционерами, имеют закрытую родословную, что затрудняет процесс правильного подбора гибридных комбинаций. С целью решения данной проблемы



многие исследователи используют метод кластерного анализа, позволяющий идентифицировать имеющийся линейный материал на принадлежность к той или иной гетерозисной группе.

В рамках данного исследования, проведенного на территории селекционного питомника ФГБНУ «Национального центра зерна имени П.П. Лукьяненко» в 2018 г., были рассмотрены новые самоопыленные линии кукурузы, часть из которых имела закрытую родословную. Для решения задачи их классификации был применен кластерный анализ, который использовал данные по урожайности зерна для определения генетического родства между линиями. В качестве тестеров были выбраны линии с известной принадлежностью к основным гетерозисным группам: Лн740 (*Iodent*), Лн7685 (*Lancaster*), NS-73 (*Stiff Stalk Synthetic*) и Лн0815 (*European*).

Для проведения кластерного анализа использовалась программа STATISTICA 7. Методика включала вычисление Эвклидовых расстояний между новыми линиями, что позволило сгруппировать их в соответствующие кластеры. Каждая группа соответствовала конкретной гетерозисной группе зародышевой плазмы (Рисунок).

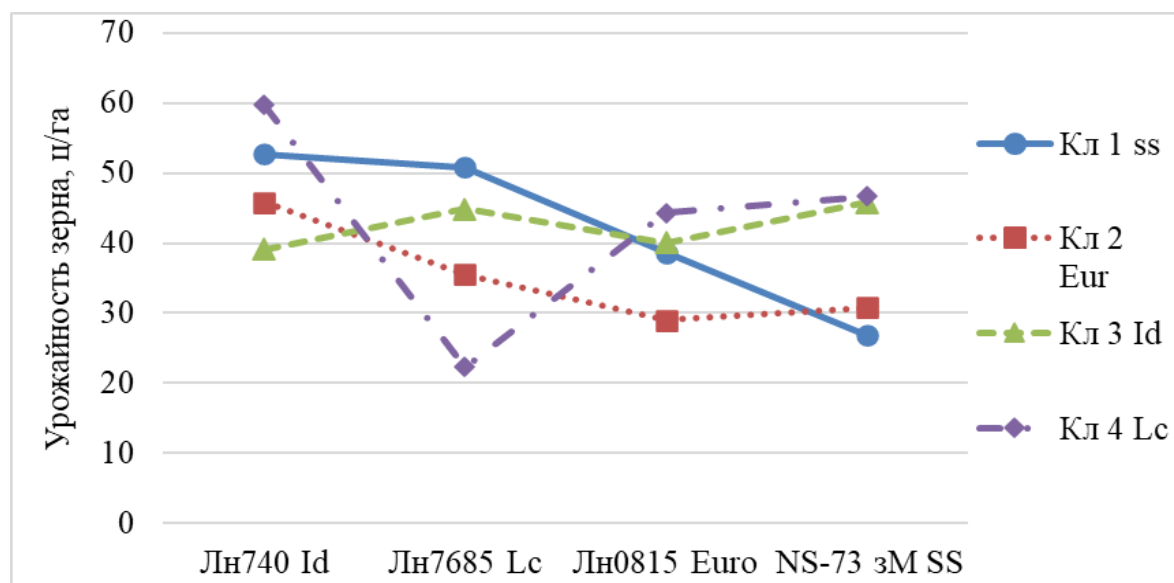


Рисунок – Взаимосвязь отдельных групп зародышевых плазм с маркерными линиями по урожайности зерна, 2018 г.

По оси X расположены маркерные линии (Лн740, Лн7685, Лн0815, NS-73), которые представляют гетерозисные группы *Iodent*, *Lancaster*, *European* и *Stiff Stalk Synthetic* соответственно. На оси Y указаны значения урожайности зерна (ц/га). Линии на графике показывают распределение четырех кластеров, которые различаются по числу самоопыленных линий и продуктивности в зависимости от маркерных тестеров.

Показатели межгрупповых Эвклидовых дистанций были значительно выше, чем внутригрупповых. Это свидетельствует о том, что разделение

изучаемых инбредных линий на разные группы зародышевой плазмы было сделано вполне обоснованно.

Таким образом, из результатов анализа следует, что 48 новых самоопыленных линий были успешно распределены по четырем основным кластерам, что позволило выявить наиболее удачные комбинации для гибридизации. Наименьшая урожайность наблюдалась в пределах родственных групп, в то время как максимальный гетерозисный эффект был получен при скрещивании с линиями из других гетерозисных групп (Таблица 1).

Таблица 1 – Классификация исходного материала по гетерозисным группам.

Название линий	Гетерозисная группа	Условное обозначение	Количество линий
Лн008, Лн0602, Лн0604, Лн0605, Лн0608, Лн0613, Лн0627, Лн0635, Лн0681, Лн0693, Лн0695, Лн0701, Лн0716, Лн0726, Лн0729	<i>Stiff Stalk Synthetic</i>	SSS	15
Лн0607, Лн0609, Лн0626, Лн0634, Лн0653, Лн0667, Лн0668, Лн0679, Лн0691, Лн0722, Лн0723, Лн0724, Лн0725, Лн0728	<i>Iodent</i>	I	14
Лн0677, Лн0685, Лн0694, Лн0699, Лн0703, Лн0706, Лн0720	<i>Lancaster</i>	L	7
Лн0228зм, Лн0357, Лн0600, Лн0603, Лн0647, Лн0711, Лн0713, Лн0717, Лн0718	<i>European</i>	Euro	9

**3.2 Основные селекционные признаки.** Урожайность той или иной линии зависит от ее способности наиболее полно использовать благоприятные условия внешней среды и определенным образом противостоять неблагоприятным. Изучение растений в непосредственной связи с конкретными климатическими условиями позволяет выявить основные признаки, определяющие урожайность культуры, или их комплекс.

Для представления наиболее целой и полной картины качества новых самоопыленных линий были изучены их основные селекционные признаки и элементы продуктивности, такие как «урожайность зерна», «период вегетации», «высота растений», «высота прикрепления початка».

**3.3 Морфо-биологическая характеристика початка.** Помимо изучения основных селекционных признаков немало важную роль в селекционном процессе играет изучение основных элементов структуры урожая початка.

Для более детального анализа урожайных данных исследуемого селекционного материала, проводилось изучение количественных признаков початков, таких как: «длина початка», «диаметр початка», «количество рядов зерен в початке», «количество зерен в каждом ряду», «масса тысячи зерен», «выход зерна с каждого початка».

**3.4 Корреляционный анализ количественных признаков, элементов структуры урожайности.** Как известно, урожайность – один из сложных признаков, контролируемых несколькими взаимодействующими генотипическими факторами и факторами окружающей среды.

Таким образом, проведенный нами расчет коэффициентов корреляции в раннеспелой и среднеранней группах у инбредных линий кукурузы показал, что признак «урожайность зерна», достоверно коррелирует со следующими ее элементами: «вес початка» ( $r = 0,70$  и  $r = 0,69$ ), «вес зерна с початка» ( $r = 0,70$  и  $r = 0,68$ ), а также «выход зерна с початка» ( $r = 0,62$  и  $r = 0,67$ ), что позволяет вести дальнейшую селекцию на улучшение нового исходного материала за счет отбора по этим элементам структуры урожайности.

**3.5 Динамика влагоотдачи зерном при созревании.** При возделывании кукурузы возникают дополнительные расходы, связанные с сушкой зерна, имеющего высокую уборочную влажность. В связи с чем возникает острая необходимость в создании гибридов, имеющих высокую скорость потери влаги зерном при созревании.

В 2017–2018 гг. был проведен эксперимент, направленный на изучение динамики влагоотдачи зерном кукурузы при созревании. В нем приняли участие девять линий кукурузы, шесть из которых – линии с высокой ОКС по урожайности зерна и три – с высокой СКС по урожайности зерна (Таблица 2).

Таблица 2 – Динамики потери влаги зерном при созревании новых инбредных линий кукурузы, 2017–2018 гг. (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»)

Линия	Влажность зерна на момент взятия пробы, %				
	1 проба	2 проба	3 проба	4 проба	5 проба
Лн0613	40,7	35,5	23,2	13,1	9,2
Лн0626	37,3	29,4	22,7	13,5	10,9
Лн0633	39,4	36,8	18,4	13,1	10,9
Лн0667	40,3	34,5	18,9	13,2	11,2
Лн0681	42,9	38,3	34,8	15,3	11,3
Лн0685	39,2	34,5	32,2	14,7	9,1
Лн0706	41,6	32,9	24,0	13,1	9,3
Лн0718	37,9	35,1	32,1	14,1	11,3
Лн0720	39,3	34,5	17,2	12,9	11,5
НСР <sub>0,5</sub>	2,2	2,3	1,9	1,7	1,6

Как следует из таблицы линии Лн0681, Лн0685, Лн0718, Лн0613, Лн0626, и Лн0706 показали наибольшие темпы потери влаги на заключительных стадиях созревания. Например, влажность зерна линии Лн0681 снизилась с 34,8% до 15,3% (снижение на 56%), что свидетельствует о высокой скорости влагоотдачи в конце созревания. Линия Лн0718 показала снижение с 32,1% до 14,1% (потеря 56,1%), а Лн0685 — с 32,2% до 14,7% (потеря 54,3%). Эти линии демонстрируют идеальное сочетание медленного

налива зерна на начальных этапах с последующей быстрой отдачей влаги в конце. Это важно для достижения высокой урожайности, поскольку зерно успевает накопить значительное количество сухих веществ, а затем быстро теряет влагу, что облегчает уборку и снижает затраты на сушку.

Различная скорость потери влаги зерном имеет значительное влияние на налив зерна и, соответственно, на урожайность.

Анализ урожайности показал, что линии с более длительным процессом налива зерна: Лн0685 и Лн0718, достигли высоких показателей урожайности – 29,9 ц/га и 29,0 ц/га соответственно. Эти линии показали не только быструю влагоотдачу на завершающих этапах, но и высокую способность к накоплению сухих веществ, что положительно сказывается на конечной урожайности. Линия Лн0681, имея также длительный период налива и быструю потерю влаги в конце, показала урожайность 26,0 ц/га при уборочной влажности 12,9%.

#### **4 ОЦЕНКА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ, ПОЛУЧЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕСТИРОВАНИЯ НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ**

**4.1 Анализ общей комбинационной способности новых самоопыленных линий по урожайности зерна.** Для оценки комбинационной способности использовалась схема топкроссных скрещиваний. Всего было проведено 178 тесткроссов, распределенных по трем топкроссным группам: первая группа включала 20 новых линий и 3 тестера, в результате скрещиваний было получено 60 тесткроссных гибридов; вторая группа состояла из 21 линии и 3 тестеров, итогом чего стали 63 тесткросса; в третью группу входили 18 линий и 3 тестера, получено 54 тесткросса.

Все линии были скрещены с тестерами, принадлежащими к разным гетерозисным группам, что позволило более точно оценить их комбинационную способность. Схема эксперимента включала трехкратную повторность, а для учета урожая использовалась стандартная методика измерения.

Генотипические различия, а также разница в погодных условиях – все это имеет влияние на результаты опытов по определению ОКС новых линий в топкроссных скрещиваниях. Так, некоторые из лучших по общей комбинационной способности самоопыленные линии первой топкроссной группы демонстрируют различную динамику по значениям ОКС и урожайности зерна в зависимости от года (Таблица 3).

Так, линия Лн0713 показала высокие значения ОКС в 2017 г. (10,1), что коррелирует с наибольшей средней урожайностью зерна в этом году (60,7 ц/га).

Таблица 3 – Значения ОКС инбредных линий по показателю урожайности зерна 1-й топкроссной группы, 2016–2018 гг.

Линия	Значения ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, ц/га		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Лн0713	6,2	10,1	6,4	54,4	60,7	27,1
Лн0720	8,5	10,2	3,8	56,7	60,8	24,5
Лн0693	4,1	5,6	1,6	52,3	56,8	22,3
Лн0667	4,5	2,4	3,3	52,7	52,9	24,1
Лн0602	6,5	1,0	2,6	54,7	51,6	23,1
Лн008	5,6	3,2	2,4	53,8	53,7	23,1
НСР <sub>0,5</sub>	3,4	2,8	1,1	–	–	–
Средняя	–	–	–	54,1	56,0	24,1

Примечание. Использовано: 3 тестера (Кр714627м×Лн008), (Лн0159×Лн0614), Лн0479×Лн0159) и 20 линий, получено 60 тесткроссов.

Однако в 2016 и 2018 годах её показатели были ниже, что также отразилось на урожайности зерна (54,4 и 27,1 ц/га соответственно). Линия Лн0720 показала устойчиво высокие значения ОКС в 2016 и 2017 гг. (8,5 и 10,2), что отразилось на высокой урожайности (56,7 и 60,8 ц/га соответственно), однако в 2018 г. значения ОКС значительно снизились (3,8), что также сказалось на урожайности (24,5 ц/га).

Таким образом, представленные в таблице данные свидетельствуют, что наибольшая урожайность зерна наблюдалась в 2016 и 2017 гг., когда значения ОКС были выше, тогда как в 2018 г. общая комбинационная способность большинства линий снизилась, что повлекло за собой снижение урожайности зерна.

**4.2 Анализ специфической комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы по урожайности зерна.** С целью наиболее полного изучения взаимодействия новых самоопыленных линий с тестерами, нами был проведен анализ специфической комбинационной способности в их гибридных топкроссных комбинациях.

Проведя анализ показателей общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способностей всего набора новых самоопыленных линий методом тесткроссного скрещивания, нами были выделены наиболее ценные для гетерозисной селекции линии: Лн0713, Лн0720, Лн0693, Лн0626, Лн0613, Лн0685 – обладающие наиболее высокими и стабильными показателями эффекта ОКС и варианты СКС во все годы исследований, а также имевшие высокий показатель урожайности зерна.

**4.3 Комбинационная способность по уборочной влажности зерна.** В нашей работе нами так же была проведена оценка комбинационной способности новых самоопыленных линий методом топкроссных скрещиваний по признаку влажности зерна при уборке.

Анализ проводился на основе данных сортоиспытания топкроссов от тестирования новых линий по признаку «урожайность зерна». Как и в первом случае, тестерами служили 9 простых гибридов.

Исследование показало, что инбредные линии с высокими значениями общей комбинационной способности (ОКС) и специфической комбинационной способности (СКС) по показателю «уборочная влажность зерна» обладают высоким потенциалом для использования в гибридных селекционных программах. Лучшие за три года испытаний показатели имели линии: Лн0726 (-5,1; -1,3; 4,7), Лн0679 (-5,9; -2,0; -2,4), Лн0603 (-3,6; -2,5; -3,5), Лн0660 (-4,6; -2,3; -2,1), Лн0228 (-5,1; -3,6; -6,4), Лн0626 (-5,6; -2,7; -4,3) – которые целесообразно использовать в гибридных селекционных программах по кукурузе.

**4.4 Характеристика основных хозяйственно-ценных признаков новых тесткроссов.** С целью наиболее полного изучения качества гибридов, полученных в 2015 г. от топкроссных скрещиваний с участием 48 новых самоопыленных линий и девяти гибридов-тесторов, нами был проведен анализ основных хозяйственно ценных признаков полученных 178 тесткроссов. Стандартами в наших исследованиях служили гибриды Краснодарский 194 МВ – в раннеспелой группе тесткроссов, и Краснодарский 291АМВ – в среднеранней группе.

Лучшими, достоверно превысившими по урожайности зерна стандарт испытаний 2016–2018 гг., были следующие 8 гибридов, которые были рекомендованы для оценки в конкурсном испытании: в раннеспелой группе 4 гибрида: (Кр752м × Лн0684) × Лн0613 (60,6 ц/га); (Лн0479 × Лн0159) × Лн008 (57,5 ц/га); (Лн0479 × Лн0159) × Лн0713 (56,6 ц/га) и (Кр742м × Лн0716) × Лн0720 (55,8 ц/га) (стандарт Краснодарский 194 МВ – 41,6 ц/га); в среднеранней – 4 гибрида: (Лн0823 × Лн070) × Лн0626 (62,8 ца/г); (Кр627м × Лн0699) × Лн0626 (62,3 ца/г); (Лн0711 × Лн008) × Лн0609 (61,3 ца/г); (Лн0823 × Лн070) × Лн0724 (61,4 ца/г) (стандарта Краснодарский 291АМВ – 56,2 ц/га).

Лучшими по признаку «уборочная влажность зерна» были следующие 8 гибридов: 4 в раннеспелой группе: (Лн0159С × Лн0614) × Лн0706 (14,3%); (Лн0159С × Лн0614) × Лн0726 (14,4%); (Лн0159С × Лн0614) × Лн0679 (14,4%); (Лн0159С × Лн0614) × Лн0718 (15,1%) (у стандарта Краснодарский 194 МВ – 21,3%), и 4 – в среднеранней: (Лн0823 × Лн070) × Лн0634 (18,8%); (Лн0823 × Лн070) × Лн0228 (19,6%); (Лн0711 × Лн008) × Лн0647 (20,4%); (Лн0711 × Лн008) × Лн0634 (20,5%) (у стандарта Краснодарский 291АМВ – 28,7%).

С 2019 по 2023 гг. родительские компоненты гибридов (Кр752м × Лн0684) × Лн0613, (Лн0479 × Лн0159) × Лн008, (Лн0823 × Лн070) × Лн0626 и (Кр627м × Лн0699) × Лн0626 включены в селекционную программу отдела по созданию стерильных аналогов материнских форм, и со-

зданию восстановителей фертильности отцовских форм. В 2025 году запланирована передача родительских форм данных гибридов в первичное семеноводство. В 2026 году запланирована передача этих гибридов в ГСИ.

**4.5 Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы.** Определение экологической пластичности и стабильности является ключевым шагом в выявлении перспективных гибридов, способных обеспечить стабильную продуктивность в разных условиях. Одним из наиболее широко используемых методов для оценки качества селекционного материала является метод, разработанный Eberthart и Russel, который позволяет измерить стабильность гибрида и его пластичность путем анализа дисперсии регрессионных отклонений ( $S_{di}^2$ ) и коэффициента линейной регрессии ( $b_i$ ).

В 2016–2018 гг., было проведено экологические испытания новых гибридов кукурузы. В 2017 г. в изучение были включены 20 перспективных гибридных комбинаций, которые прошли испытания в разных пунктах: в Кабардино-Балкарской Республике, на территории фирмы «Отбор» (с орошением) и на базе КБНИИСХ, в ВНИИЗК (г. Зерноград), а также на семеноводческих участках фирмы «Семеноводство Кубани» в станице Ладожская Краснодарского края. В качестве контроля использовали гибрид Краснодарский 194 МВ. Основным критерий оценки – урожайность зерна. Для анализа пластичности и устойчивости новых тесткроссов оценку проводили по методике Eberthart и Russel, по программе Agross.

Коэффициент линейной регрессии ( $b_i$ ) демонстрирует реакцию гибридов на изменения агроклиматических условий, он может быть меньше, равен или больше 1. По итогам исследования, гибриды были классифицированы по трем категориям (Таблица 4).

В первую группу вошло 9 гибрида, с показателем  $b_i < 1$ . Данные гибриды относятся к экстенсивному типу с очень высокой фенотипической стабильностью. Во вторую группу ( $b_i = 1$ ) вошло 4 тесткросса: (Лн714627 × Лн008) × Лн0720, (Кр752м × Лн0684) × Лн0685, (Кр742м × Лн0716) × Лн0613, (Лн0823 × Лн070) × Лн0699. Данные гибриды относятся к интенсивному типу, обладающему высокой фенотипической стабильностью. Также 7 тесткроссов, вошли в третью группу ( $b_i > 1$ ). Гибриды данной группы относятся к интенсивному типу с пониженной фенотипической стабильностью.

Результаты анализа позволяют заключить, что гибриды с показателем  $b_i$  близким к 1, такие как (Кр752м × Лн0684) × Лн0613 и (Лн0823 × Лн070) × Лн0724, являются наиболее стабильными и адаптивными, демонстрируя высокую урожайность и гибкость к изменениям агроклиматических условий. Они значительно превосходят контрольный гибрид Краснодарский 194 МВ по показателям продуктивности и стабильности.

Таблица 4 – Значения экологической пластичности и стабильности лучших тест-кроссов по показателю урожайности зерна

Гибрид	Урожайность, ц/га	Пластичность, $b_i$	Стабильность, $Sd_i^2$	Ошибка ( $S_{b_i}$ )	Критерий значимости (t)	Коэффициент адекватности (B)
Краснодарский 194 MB st	46,7	0,9	16,3	0,2	1,1	0,8
<i><math>b_i &lt; 1</math> – очень высокая фенотипическая стабильность</i>						
(Лн0711 × Лн008) × Лн0694	56,4	0,6	90,1	0,2	1,9	0,6
(Лн0823 × Лн070) × Лн0724	60,2	0,8	132,2	0,2	1,0	0,6
(Кр752м × Лн0684) × Лн0613	60,7		130,7	0,1	1,0	0,9
(Кр627м × Лн0699) × Лн0626	62,5		145,8	0,2	0,7	0,8
<i><math>b_i = 1</math> – интенсивная фенотипически высокостабильная форма</i>						
(Кр714627м × Лн008) × Лн0720	52,9	1,0	172,1	0,2	0,1	0,9
(Кр752м × Лн0684) × Лн0685	51,1		236,7	0,3	0,1	0,6
(Кр742м × Лн0716) × Лн0613	46,5		242,7	0,3	0,1	0,6
(Лн0823 × Лн070) × Лн0699	51,2		150,1	0,1	0,5	1,0
<i><math>b_i &gt; 1</math> – интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью</i>						
(Кр627м × Лн0699) × Лн0613	55,6	1,2	250,1	0,2	1,2	0,9
Лн0479 × Лн0159) × Лн0720	54,4	1,4	330,8	0,1	4,0	1,0
(Лн0159 × Лн0614) × Лн0706	50,3	1,8	507,9	0,1	8,9	1,0
(Лн0823 × Лн070) × Лн0633	52,6	1,8	574,3	0,2	3,5	0,9
Среднее по опыту	53,6	–				
НСР <sub>0,5</sub> частных средних	3,7					

Гибриды с показателем  $b_i > 1$ , такие как (Лн0479 × Лн0159) × Лн0720, имеют высокий потенциал для получения урожая в благоприятных условиях, но требуют более тщательного управления из-за их нестабильности. Гибриды (Кр714627м × Лн008) × Лн0720; (Кр752м × Лн0684) × Лн0685; (Кр742м × Лн0716) × Лн0613; (Лн0823 × Лн070) × Лн0699 относятся к интенсивному типу ( $b_i = 1$ ), которые показали высокую фенотипическую стабильность и отзывчивость на улучшение условий выращивания и могут сохранять относительно высокий уровень урожайности даже при ухудшении условий выращивания.

## 5 РЕЗУЛЬТАТЫ СОРТОИСПЫТАНИЙ ПРОСТЫХ ГИБРИДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ В ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ.

### 5.1 Оценка эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов в системе диаллельных скрещиваний. Методом топкроссных скрещиваний были выделены 13 новых самоопыленных линий по ОКС, которые в дальнейшем были включены в диаллельные скрещивания. Несмотря на различия в показателях урожайности зерна, которые наблюдались в разные годы проведения испытаний, были выявлены пары линий, которые демонстрировали высокие значения СКС как в 2017, так и в 2018 гг. (Таблица 5).



Таблица 5 – Значения СКС лучших гибридных пар в системе СКС по показателю урожайности зерна, 2017–2018 гг.

Гибриды	Константы СКС	
	2017 г.	2018 г.
Лн0357 × Лн0685	39,6	24,2
Лн008 × Лн0681	36,9	13,6
Лн0228 × Лн0681	36,2	30,4
Лн0681 × Лн0718	36,1	11,8
Лн0718 × Лн0480	33,7	19,5
Лн0720 × Лн003	26,5	15,9
Лн0480 × Лн003	25,2	19,5
НСР <sub>0,5</sub>	2,5	2,2

На основании полученных урожайных данных, с помощью программы Microsoft Office Excel, был проведен расчет СКС новых простых гибридов.

Результаты анализа показывают, что линия Лн0681 демонстрирует высокий потенциал в благоприятные годы, но её гибриды оказались чувствительными к неблагоприятным условиям, за исключением комбинации с Лн0228, которая оказалась стабильной.

Линия Лн0718 показала вариативность результатов в зависимости от комбинации с другими линиями, демонстрируя, что её продуктивность зависит от генетического взаимодействия с партнёрами по гибриду. Линия Лн003 показала стабильные, но умеренные результаты, что может говорить о её средних специфических комбинационных способностях.

Новые простые гибриды, которые были выделены на основе анализа СКС в ходе диаллельных скрещиваний, представляют собой перспективный генетический материал для дальнейшего исследования и работы. В 2022 г. автором диссертации получены новые автодиплоидные линии, исходным материалом для которых послужили простые гибриды от ДС: Лн0228 × Лн0681, Лн0357 × Лн0685. Данные автодиплоидные линии находятся в коллекции отдела, активно применяются в селекционных программах. Полученные на их основе тесткроссы с 2023 г. проходят испытания в контрольном питомнике отдела.

**5.2 Характеристика основных селекционных признаков выделенных простых гибридов.** В дальнейших исследованиях простых гибридов от диаллельных скрещиваний, нами была проведена оценка их основных селекционных признаков и морфо-биологических признаков початка.

Из 13 самоопыленных линий, включенных в диаллельную схему, 4 относилось к группе зародышевой плазмы *Lancaster*, 4 к группе *European*, 3 к группе *Stiff Stalk Synthetic*, и 2 к *Iodent*.

Как отмечалось ранее, все гибриды от ДС испытывались в контрольном питомнике ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» в 2017 и 2018 гг.

Лучшие гибриды превысили по урожайности зерна соответствующие стандарты: Краснодарский 194 МВ, при меньшей или равной уборочной влажности зерна. Так, например, гибрид Лн0681х Лн0228, имел урожайность зерна 65,4 ц/га, что на 21,5 ц/га выше, чем у Краснодарского 194 МВ, при значительно меньшей уборочной влажности зерна. По высоте растений, как и по высоте прикрепления початка, новые гибриды ДС практически не отличались от стандарта.

**5.3 Корреляционный анализ селекционно ценных признаков у простых гибридов, полученных в диаллельных скрещиваниях.** С целью выявления взаимосвязи между основными морфологическими и хозяйственными признаками новых простых гибридов от диаллельных скрещиваний, нами был проведен корреляционный анализ этих признаков.

Как следует из полученных данных, с урожайностью зерна наибольшую положительную связь имели признаки: диаметр початка ( $r = 0,5$ ), вес початка ( $r = 0,5$ ) и вес зерна с початка ( $r = 0,5$ ), что указывает на то, что увеличение этих признаков способствует повышению урожайности. Связь с уборочной влажностью оказалась слабой ( $r = 0,4$ ), указывая на её незначительное влияние на урожайность. Диаметр початка демонстрирует наиболее сильную корреляцию с весом початка ( $r = 0,8$ ) и весом зерна с початка ( $r = 0,8$ ), что указывает на его ключевую роль в формировании общего веса початка и количества зерна.

Выявленные связи признаков могут быть использованы в дальнейшей работе с применением нового исходного материала – простых гибридов.

**5.4 Оценка экономической эффективности внедрения новых гибридов в производство.** Рентабельность является одним из важнейших факторов производства большинства полевых культур, в том числе и кукурузы.

В нашем исследовании были выбраны 4 лучших раннеспелых гибридов по показателю урожайности зерна: (Кр752м × Лн0684) × Лн0613, (Лн0479 × Лн0159) × Лн008, (Лн0479 × Лн0159) × Лн0713, (Кр742м × Лн0716) × Лн0720. По полученным данным урожайности и уборочной влажности зерна была рассчитана экономическая эффективность выделенных гибридов. Стандартом в данном исследовании служил Краснодарский 194 МВ. Расчеты проводились по формуле, полученной из методической рекомендации по определению экономической эффективности использования научных разработок в земледелии.

Проведенный анализ экономической эффективности раннеспелой группы новых гибридов показывает, что гибрид (Кр752м × Лн0684) × Лн0613 имеет лучшие результаты в сравнении со стандартом Краснодарский 194 МВ: рентабельность составила 203,9% против 92,6% у стандарта (Таблица 6).

Таблица 6 – Экономическая эффективность выращивания лучших новых гибридов кукурузы раннеспелой группы

Показатели	Гибрид				
	Краснодарский 194 МВ	(Кр752м× Лн0684) × Лн0613	(Лн0479× Лн0159) × Лн008	(Лн0479× Лн0159) × Лн0713	(Кр742м× Лн0716) × Лн0720
Урожайности с 1 га, ц	41,6	60,6	57,5	56,6	55,8
Стоимость продукции 1 ц, руб.	1600				
Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	66560	96960	92000	90560	89280
Производственные за- траты с 1 га, руб.:	34562	31902	32500	32425	31800
Чистый доход с 1 га, руб.	31998	65058	59500	58135	57480
Уровень рентабельно- сти, %	92,6	203,9	183,1	179,3	180,8
Экономический эффект в сравнении со стан- дартом, руб	–	33060	27502	26137	25482

Также в нашем исследовании была рассчитана и проанализирована экономическая эффективность при возделывании гибридов кукурузы среднеранней группы спелости. В качестве стандарта был использован гибрид Краснодарский 291 АМВ.

Исходя из полученных данных, следует заключить, что новый среднеранний гибрид (Кр627м × Лн0699) × Лн0626 превосходил по экономической эффективности стандарт Краснодарский 291 АМВ: рентабельность составила 213,5% против 160,2% у стандарта.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Методом кластерного анализа 48 самоопыленных линии кукурузы с закрытой родословной были распределены по 4-м группам зародышевой плазмы, что позволит в дальнейшем целенаправленно осуществлять скрещивание линейного материала из разных кластеров для сокращения объемов гибридизации и увеличения выхода высокогетерозисных гибридов.

2. Тридцать самоопыленных линии по числу дней от всходов до цветения початка (45–55 дней) были отнесены к раннеспелой (ФАО 100–199), а восемнадцать к среднеранней группам спелости (55–60 дней) (ФАО 200–250). Линейный материал обеих групп вызревает в условиях региона, и именно с ними была продолжена в дальнейшем наша селекционная работа по созданию гетерозисных гибридов.

3. Расчет коэффициентов корреляции в раннеспелой и среднеранней группах у самоопыленных линий кукурузы показал, что признак «урожайность зерна», достоверно коррелирует со следующими ее элементами: «вес початка» ( $r = 0,70$  и  $r = 0,69$ ), «вес зерна с початка» ( $r = 0,70$  и  $r =$

0,68), а также «выход зерна с початка» ( $r = 0,62$  и  $r = 0,67$ ), что позволяет вести дальнейшую селекцию на улучшение нового исходного материала за счет отбора по этим элементам структуры урожайности.

4. Установлено, что шесть самоопыленных линий кукурузы (Лн0681, Лн0685, Лн0718, Лн0613, Лн0626, Лн0706) имеют более продолжительный период накопления сухого вещества в момент налива зерна (21–28 дней) и наиболее короткий период отдачи влаги при его созревании (7–14 дней). Потеря влаги зерном на заключительных стадиях созревания составила более 50%. Эти линии целесообразно использовать в скрещиваниях при создании гибридов с быстрой влагоотдачей при созревании зерна.

5. Выделены инбредные линии кукурузы с высокими показателями ОКС, за три года исследования:

– по урожайности зерна 6 линий: Лн0713 (6,2; 10,1; 6,4), Лн0720 (8,5; 10,2; 3,8), Лн0693 (4,1; 5,6; 1,6), Лн0626 (7,7; 20,3; 8,9), Лн0613 (5,9; 9,0; 14,7), Лн0685 (7,5; 18,8; 5,0), которые обладают наибольшим потенциалом для использования в селекционных программах по созданию высокопродуктивных гибридов кукурузы;

– по показателю уборочной влажности зерна 6 линий: Лн0726 (–5,1; –1,3; –4,7), Лн0679 (–5,9; –2,0; –2,4), Лн0603 (–3,6; –2,5; –3,5), Лн0660 (–4,6; –2,3; –2,1), Лн0228 (–5,1; –3,6; –6,4), Лн0626 (–5,6; –2,7; –4,3), которые целесообразно использовать в гибридных селекционных программах по кукурузе.

6. Лучшими, достоверно превысившими по урожайности зерна стандарт в испытаниях 2016–2018 гг., были следующие 8 гибридов, которые были рекомендованы для оценки в конкурсном испытании: в раннеспелой группе 4 гибрида: (Кр752м × Лн0684) × Лн0613 (60,6 ц/га); (Лн0479 × Лн0159) × Лн008 (57,5 ц/га); (Лн0479 × Лн0159) × Лн0713 (56,6 ц/га) и (Кр742м × Лн0716) × Лн0720 (55,8 ц/га) (стандарт Краснодарский 194 МВ – 41,6 ц/га); в среднеранней – 4 гибрида: (Лн0823 × Лн070) × Лн0626 (62,8 ца/г); (Кр627м × Лн0699) × Лн0626 (62,3 ца/г); (Лн0711 × Лн008) × Лн0609 (61,3 ца/г); (Лн0823 × Лн070) × Лн0724 (61,4 ца/г) (стандарта Краснодарский 291АМВ – 56,2 ц/га).

7. Лучшими по признаку «уборочная влажность зерна» были следующие 8 гибридов: 4 в раннеспелой группе: (Лн0159С × Лн0614) × Лн0706 (14,3%); (Лн0159С × Лн0614) × Лн0726 (14,4%); (Лн0159С × Лн0614) × Лн0679 (14,4%); (Лн0159С × Лн0614) × Лн0718 (15,1%) (у стандарта Краснодарский 194 МВ – 21,3%), и 4 – в среднеранней: (Лн0823 × Лн070) × Лн0634 (18,8%); (Лн0823 × Лн070) × Лн0228 (19,6%); (Лн0711 × Лн008) × Лн0647 (20,4%); (Лн0711 × Лн008) × Лн0634 (20,5%) (у стандарта Краснодарский 291АМВ – 28,7%).

8. Оценка экологической пластичности и стабильности показала, что 4 гибрида (Кр714627м × Лн008) × Лн0720; (Кр752м × Лн0684) × Лн0685; (Кр742м × Лн0716) × Лн0613; (Лн0823 × Лн070) × Лн0699 относятся к интенсивному типу ( $b_i = 1$ ), которые показали высокую фенотипическую ста-

бильность и отзывчивость на улучшение условий выращивания и могут сохранять относительно высокий уровень урожайности даже при ухудшении условий выращивания.

9. По подтвержденной результатами двухлетних испытаний (2017–2018 гг.) оценке специфической комбинационной способности простых гибридов от диаллельных скрещиваний, выделены 7 гетерозисных пар с высокими эффектами СКС по признаку «урожайность зерна»: Лн0357 × Лн0685 (39,6; 24,2), Лн008 × Лн0681 (36,9; 13,6), Лн0228 × Лн0681 (36,2; 30,4), Лн0681 × Лн0718 (36,1; 11,8), Лн0718 × Лн0480 (33,7; 19,5), Лн0720 × Лн003 (26,5; 15,9), Лн0480 × Лн003 (25,2; 19,5). Они являются перспективным генетическим материалом для дальнейшей селекционной работы. Так, простые гибриды от ДС: Лн0228 × Лн0681, Лн0357 × Лн0685 уже стали основой получения в 2022 г. автором диссертации новых автодиплоидных линии, а полученные на их основе тесткроссы с 2023г. проходят испытания в контрольном питомнике.

10. Расчет экономической эффективности выращивания созданных трехлинейных гибридов кукурузы показал, что лучшими среди раннеспелых являются следующие 4 гибрида: (Кр752м × Лн0684) × Лн0613, (Лн0479 × Лн0159) × Лн008, (Лн0479 × Лн0159) × Лн0713 и (Кр742м × Лн0716) × Лн0720, у которых уровень рентабельности составил соответственно 203,9%, 183,1%, 179,3% и 180,8%, против 92,6% у стандарта и 4 среднеранних гибрида: (Кр627м × Лн0699) × Лн0626, (Лн0823 × Лн070) × Лн0626, (Лн0711 × Лн008) × Лн0609, (Лн0823 × Лн070) × Лн0724, уровень рентабельности – 213,5%, 206,7%, 204,9% и 210,4% против 160,2% у стандарта.

### **Предложения для селекции и производства**

Шесть самоопыленных линии, имеющих лучшие показатели ОКС по урожайности зерна (2016–2018 гг.): Лн0713 (6,2; 10,1; 6,4), Лн0720 (8,5;10,2; 3,8), Лн0693 (4,1; 5,6; 1,6), Лн0626 (7,7; 20,3; 18,9), Лн0613 (5,9; 9,0; 14,7), Лн0685 (7,5;18,8; 5,0) – для обогащения рабочей коллекции следует передать в отдел селекции и семеноводства кукурузы, ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» для включения в селекционные программы по получению высокогетерозисных гибридов кукурузы;

Линии, имеющие лучшие показатели ОКС по уборочной влажности зерна (2016–2018 гг.): Лн0726 (–5,1; –1,3; –4,7), Лн0679 (– 5,9; – 2,0; – 2,4), Лн0603 (– 3,6; – 2,5 ; – 3,5), Лн0660 (– 4,6; – 2,3; –2,1), Лн0228 (–5,1; –3,6; –6,4), Лн0626 (– 5,6; – 2,7; – 4,3), целесообразно включать в селекционные программы по созданию гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна.

Восемь трехлинейных гибридов: (Кр752м × Лн0684 × Лн0613; (Лн0479 × Лн0159) × Лн008; (Лн0479 × Лн0159) × Лн0713; (Кр742м × Лн0716) × Лн0720; (Лн0823 × Лн070) × Лн0626; (Кр627м × Лн0699) × Лн0626; (Лн0711 × Лн008) × Лн0609 и (Лн0823 × Лн070) × Лн0724, пока-

завших высокую урожайность зерна и экономическую эффективность выращивания, рекомендуются для оценки в конкурсном испытании и дальнейшей передачи лучших из них в ФГБУ «Госсорткомиссия».

Использовать в производстве новые гибриды Ладожский 202, Ладожский 251, ЛД 203 и ЛД 5888, полученные с участием автора, включенные в ФГБУ «Госсорткомиссия» и допущенные к использованию в Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Черноземном, Нижневолжском, Дальневосточном, Северо-Кавказском, Средневолжском и Уральском регионах.

### **Перспективы дальнейшей разработки темы исследования**

Углубление генетических исследований, направленных на выявление механизмов, определяющих скороспелость и влагоотдачу зерна, использование методов молекулярной генетики для определения маркеров, ассоциированных с комбинационной способностью и продуктивностью, а также использование гаплоидной селекции, позволит создавать на основе коллекции линейного материала и простых гибридов, полученных автором, новые гетерозисные гибриды, что приведет к ускорению селекционного процесса.

Расширение генетической базы за счёт использования нового линейного материала, полученного автором, а также экзотических и локальных популяций послужит основой при создании новых гибридов с уникальными признаками, что будет способствовать углублению не только фундаментальных знаний, но также и повышению эффективности селекционных программ за счет создания конкурентоспособных гибридов кукурузы.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

#### *Публикации в рецензируемых научных изданиях*

1. Новичихин, А.П. Изучение комбинационной способности новых раннеспелых линий кукурузы / А.П. Новичихин, Н.А. Лемешев, А.В. Гульняшкин // Рисоводство. – 2019. – № 1(42). – С. 54-57.
2. Лемешев, Н.А. Оценка новых линий кукурузы на комбинационную способность по признаку "уборочная влажность зерна" / Н.А. Лемешев, А.П. Новичихин, А.В. Гульняшкин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 77. – С. 117-121.
3. Новичихин, А.П. Оценка эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы в системе диаллельных скрещиваний / А.П. Новичихин, А.А. Федорова, А.В. Лемешева // Рисоводство. – 2022. – № 4 (57). – С. 44-48.
4. Гульняшкин, А.В. Оценка экологической стабильности и пластичности новых гибридов кукурузы в различных агроклиматических условиях / А.В. Гульняшкин, А.П. Новичихин, Е.В. Шкарбутко // Рисоводство. – 2022. – № 3(56). – С. 35-40.
5. способности новых самоопыленных линий по урожайности зерна / А.П. Новичихин, А.А. Земцев, А.В. Лемешева, А.А. Федорова // Рисоводство. – 2022. – № 3(56). – С. 29-34.

6. Новичихин, А.П. Классификация новых инбредных линий кукурузы посредством кластерного анализа / А.П. Новичихин, А.А. Федорова, А.В. Лемешева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 99. – С. 148-152.

7. Новичихин, А.П. Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы / А.П. Новичихин, А.А. Федорова, А.В. Лемешева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 103. – С. 129-134.

*В аналитических сборниках и материалах конференций*

8. Новичихин, А. П. Оценка экологической адаптивности новых гибридов кукурузы / А. П. Новичихин, Д. В. Варламов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых, Краснодар, 24–26 ноября 2015 года / Ответственный за выпуск: А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 684-685.

9. Карабатова, Г. П. Создание нового раннеспелого исходного материала, линий кукурузы и получение на его основе раннеспелых гибридов, адаптированных к неблагоприятным условиям среды / Г. П. Карабатова, А. П. Новичихин // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых, Краснодар, 24–26 ноября 2015 года / Ответственный за выпуск: А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 650-651.

10. Новичихин, А. П. Оценка новых самоопыленных линий кукурузы и получение на их основе высокогетерозисных раннеспелых гибридов / А. П. Новичихин, А. В. Гульняшкин // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко, Краснодар, 26–30 ноября 2016 года / Отв. за вып. А. Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 890-891.

11. Новичихин, А. П. Селекция новых самоопыленных линий кукурузы на продуктивность и количественные признаки ее компонентов / А. П. Новичихин, И. Н. Варламова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам XI Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края, Краснодар, 29–30 ноября 2017 года / Ответственный за выпуск А. Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 1287-1288.

12. Оценка новых самоопыленных линий кукурузы в системе диаллельных скрещиваний / А. В. Гульняшкин, Д. В. Варламов, Н. А. Лемешев, А. П. Новичихин // Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату : Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів, Дніпро, 25 мая 2017 года / МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ; НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ; ДУ ІНСТИТУТ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР; УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ЕКСПЕРТИЗИ СОРТІВ РОСЛИН. – Дніпро: Нілан-ЛТД, 2017. – С. 28-30.

13. Лемешев, Н. А. Изучение и оценка новых линий кукурузы на специфическую комбинационную способность в диаллельных скрещиваниях / Н. А. Лемешев, А. В. Гульняшкин, А. П. Новичихин, И. Н. Варламова // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства : Материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, 07 февраля 2018 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный аграрный университет», 2018. – С. 245-248.

14. Лемешев, Н. А. Отбор исходного материала линий кукурузы с высокой комбинационной способностью по уборочной влажности зерна / Н. А. Лемешев, А. П. Новичихин, И. Н. Варламова, А. В. Гульняшкин // Инновационные технологии отечественной селекции и семеноводства : Сборник тезисов по материалам II научно-практической конференции молодых ученых Всероссийского форума по селекции и семеноводству, Краснодар, 24–25 октября 2018 года / Ответственный за выпуск А.Г. Коцаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018. – С. 247-250.

15. Динамика потери влаги зерном при созревании новых самоопыленных линий кукурузы / А. П. Новичихин, А. В. Гульняшкин, Н. А. Лемешев, А. А. Земцев // Аспекты животноводства и производства продуктов питания : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 110-й годовщине со дня рождения П.Е. Ладана, пос. Персиановский, 28–29 ноября 2018 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный аграрный университет", 2018. – С. 333-337.

16. Оценка специфической комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы в системе диаллельных скрещиваний / А. П. Новичихин, А. В. Гульняшкин, И. Н. Варламова, И. М. Чесноков // Advances in Science and Technology: сборник статей XVII международной научно-практической конференции, Москва, 30 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Актуальность.РФ», 2018. – С. 13-15.

Издательство «ЭДВИ».

Россия, 350012, г. Краснодар, ул. Лукьяненко, 95/7

Тел./факс: (861) 222-01-02, 222-75-55, 220-12-56

email: svetlanaedvi@mail.ru

Подписано в печать 23.01.2025. Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>

Усл. печ. л. 1 Бумага офсетная 80 г/м<sup>2</sup>. Офсетная печать.

Заказ № 250002 Тираж 100 экз.