

НОВИЧИХИН АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ

**ОЦЕНКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ И
ПОЛУЧЕНИЕ НА ИХ ОСНОВЕ ВЫСОКОГЕТЕРОЗИСНЫХ
РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ**

Специальность: 4.1.2. – селекция, семеноводство
и биотехнология растений

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

**Краснодар
2022**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Национальный Центр Зерна имени П. П. Лукьяненко» в 2015-2019 гг.

Научный руководитель: **Гульняшкин Александр Васильевич**
кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции, отдела селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ «НЦЗ имени П. П. Лукьяненко»

Официальные оппоненты: **Гончаров Сергей Владимирович**,
доктор биологических наук, заведующий кафедрой генетики, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»

Коротенко Татьяна Леонидовна,
кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, руководитель УНУ «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур» ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»

Ведущая организация: ФГБНУ «Всероссийский научно – исследовательский институт кукурузы»

Защита состоится «25» октября 2022 в 13:00 часов на заседании диссертационного совета Д 24.1.258.01 при ФГБНУ «ФНЦ риса» по адресу: 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3. Тел.: (861) 205-15-55

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», а также на сайте – <http://vniirice.ru>, с авторефератом на сайтах ВАК РФ – <http://vak.ed.gov.ru> и ФГБНУ «Федеральный научный центр риса» – <http://vniirice.ru>.

Автореферат разослан «___» сентября 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 24.1.258.01
кандидат биологических наук

Л. В. Есаулова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. В настоящее время кукуруза является одной из важнейших мировых хозяйственных культур. Так, 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. Благодаря полезным свойствам спрос на зерно кукурузы сохраняет стабильно возрастающий рост. Одной из ключевых особенностей кукурузы является ее широкая разносторонность применения: используется как пищевой продукт, как корм для сельскохозяйственных животных, в перерабатывающей промышленности, как источник для производства биоэтанола и биогаза и т.д. Помимо этого кукуруза относится к растениям, практически не дающим отходов.

В Российской Федерации за последние десятилетия валовые сборы зерна (с 4 млн. тонн в 2009 году – до 14,2 млн. тонн в 2019 году) и посевные площади кукурузы так же стремительно растут (с 1361,6 тыс. га в 2009 году – до 2585,9 тыс. га в 2019 году).

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. Так, максимальные температуры в основные биологические фазы развития кукурузы стали значительно выше на фоне снижения количества осадков и общей влажности воздуха. Данное обстоятельство требует внедрение в производство раннеспелых гибридов, биологические фазы которых приходятся на более оптимальные погодные условия.

Более того, значительная часть посевов кукурузы в Российской Федерации находится в районах с коротким безморозным периодом, полноценный урожай зерна и качественного силоса в этих регионах можно получить лишь при выращивании раннеспелых гибридов.

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 «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» была проведена данная селекционная работа.

Степень разработанности темы. Вопросам оценки исходного материала различными методами селекции уделяли внимание многие отечественные и зарубежные селекционеры. Так, практическим изучением комбинационной способности в топкроссных и диаллельных скрещиваниях занимались М.И.Хаджинов (1935), Е.М. Салфетникова (2011), А.В. Гульяшкин (2017), В.С.Сотченко (1970), Б.В.Дзюбецкий (1978), Е. В. Мадякин (2009). Над совершенствованием методов оценки экологической пластичности и стабильности гибридов кукурузы в различных агроклиматических зонах работают С. В. Губин (2020), А.И.Супрунов (2009), Н.И.Орлянский (2008), Р.В.Кравченко

(2010). Вопросы идентификации линий по типу зародышевой плазмы подробно рассмотрены С.И.Мустьяца (2012), В.М.Соколовым (1999), С.Н.Новоселовым (2010). Программы обработки экспериментального материала и интерпретация данных подробно изложены в работах Б.А. Доспехова (1985), В.К.Савченко (1973), В.З.Пакудина и Л.М.Лопатиной (1984). В нашей работе использованы данные методы для оценки нового исходного материала линий кукурузы, получение на их основе высокогетерозисных гибридов и изучение их основных селекционных признаков.

Цель и задачи исследований. Провести сравнительное изучение и оценку нового исходного материала для селекции раннеспелых гибридов кукурузы с потенциально высокой урожайностью и низкой уборочной влажностью зерна.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

- С участием новых самоопыленных линий провести гибридизацию в системе топкроссных и диаллельных скрещиваний и по результатам испытания полученных гибридов определить их ОКС и СКС.
- Выявить биометрические характеристики новых линий и полученных тесткроссов.
- Методом кластерного анализа провести идентификацию линий на их принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы.
- Оценить экологическую пластичность и стабильность выделившихся гибридов кукурузы.
- Установить корреляционные связи между урожайностью зерна и основными хозяйственно ценными признаками у полученных гибридов.
- Изучить динамику снижения уборочной влажности зерна выделившихся линий кукурузы при созревании.
- Определить экономическую эффективность полученных новых гибридов кукурузы при выращивании в различных зонах.

Научная новизна исследований. В условиях Краснодарского края впервые для селекции раннеспелых гибридов кукурузы зернового типа создан и всесторонне оценен принципиально новый исходный материал – самоопыленные линии. С участием новых линий получены высокогетерозисные гибриды кукурузы, обладающие повышенной продуктивностью, низкой уборочной влажностью зерна и устойчивостью к стрессовым факторам среды. Созданные с участием диссертанта гибриды кукурузы Ладожский 202 и Ладожский 251 с 2022 г. внесены в госреестр Российской Федерации, а также гибриды ЛД 2003 и ЛД 5888 с 2021 проходят государственное испытание.

Практическая значимость результатов исследований. В процессе анализа большого объема нового исходного материала были выделены новые инбредные линии, обладающие высокими показателями урожайности зерна и пониженной уборочной влажности, отличающиеся высокой комбинационной способностью и, обладающие большим потенциалом к созданию на их основе высокогетерозисных гибридов. Лучшие из исследованных линий переданы в рабочую коллекцию отдела.

Весь набор новых инбредных линий был включен в систему топкроссных скрещиваний, получены новые раннеспелые высокоурожайные трехлинейные гибриды, часть из которых проходила экологическое сортоиспытание в разных климатических зонах. Выделившиеся по комбинационной способности линии были испытаны в диаллельных скрещиваниях для оценки специфической комбинационной способности.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Новый исходный материал линии кукурузы и его биометрические и генетические характеристики для селекции высокоурожайных гибридов;
2. Характеристика новых инбредных линий в системе топкроссных скрещиваний по основным селекционным показателям;
3. Показатели общей и специфической комбинационной способности исходного материала по основным селекционным признакам;
4. Результаты испытаний экологической пластичности и стабильности новых тесткроссов по норме реакции признака урожайности зерна на изменение условий выращивания;
5. Экономическая эффективность производства новых гибридов.

Личный вклад автора. Диссертантом проведены разработки селекционных программ, планирование исследований и непосредственное участие в их проведении, сбор аналитических данных в полевых условиях и их последующая статистическая обработка, публикация научных статей, написание диссертационной работы и автореферата.

Апробация работы и публикация результатов. Основные положения и результаты исследований докладывались на заседаниях методической комиссии отдела селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ «НЦЗ им. П.П.Лукияненко», а также были представлены на международных и всероссийских научно-практических конференциях, в числе которых: всероссийской научно-практической конференции молодых ученых (г. Краснодар, КубГАУ, 2015 и 2016 гг.); международной научно-практической конференции (Персиановский, ДонГАУ, 2018г.); международной научно-практической конференции (г. Краснодар, ВНИИ Риса, 2018г.).

Основные положения диссертации опубликованы в 11 научных статьях, в том числе в 2 рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа изложена на 177 страницах, выполнена в компьютерном наборе и состоит из введения, пяти глав, заключения, предложений для селекции, списка использованной литературы и приложений.

Экспериментальные данные приведены в 66 таблицах, 27 рисунках и 11 приложениях. Список использованной литературы содержит 231 источник, в том числе - 58 иностранных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Введение. 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.

Глава 1. Исследование новых самоопыленных линий кукурузы (Обзор литературы).

В первой главе работы приведены данные по более ранним исследованиям, которые касаются проблемы получения новых самоопыленных 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. Были рассмотрены и изучены литературные источники как отечественных, так и зарубежных авторов.

Глава 2. Условия, исходный материал и методика проведения исследований.

Экспериментальные посевы были выполнены на полях ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко». Работы проводились с 2015 по 2018 годы. Экологическое испытание 20 перспективных, высокоурожайных гибридов были проведены в 2017 году на базе 4 дополнительных пунктов.

Метеорологические условия в годы исследований (2016-2018гг.) были различными. 2016 год сложился достаточно благоприятным для развития кукурузы. Посев кукурузы проходил 20 апреля, всходы получены 28 апреля. Самым богатым на осадки из учтенных, характеризовался 2017 год, 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 год.

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

При создании гибридов применялся метод тесткросов, 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 получение 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 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.

Глава 3. Характеристика новых самоопыленных линий кукурузы.

Классификация новых самоопыленных линий кукурузы посредством кластерного анализа.

Немаловажную роль в создании новых, отличающихся по основным селекционным признакам гибридов, играет родительский материал. Правильный подбор родительских пар в скрещиваниях способствует получению высоких показателей комбинационной способности, что в свою очередь находит отражение в повышении урожайности зерна, быстрой влагоотдаче, устойчивости к засушливым условиям и болезням. Создание перспективных гибридных комбинаций является основополагающей задачей перед селекционерами, что невозможно реализовать без имеющихся данных о родословной нового материала. К сожалению, 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.

Поскольку большинство изучаемых линий имело закрытую родословную, нами были проведены скрещивания и дальнейшая статистическая обработка всего нового материала методом кластерного анализа. Каждая из 48 линий была скрещена с четырьмя тестерами-маркерами, с получением данных по урожайности зерна тесткроссов, которые были использованы в качестве контрольного признака. Скрещивания проводились в 2018 г. на селекционном питомнике НЦЗ им. П.П. Лукьяненко. Тестерами в исследованиях служили линии

с известными нам родословными и относились к следующим гетерозисным группам: Кр740 - Iodent, Кр7685 - Lancaster, NS-73 зМ - Stiff Stalk Synthetic, Кр0815 – European.

В дальнейшем, с помощью программы STATISTICA 7 был проведен непосредственно кластерный анализ полученных данных по урожайности, с вычислением Эвклидовых дистанций между новыми линиями и распределению их на отдельные кластеры. Каждый кластер имеет соответствие к той или иной группе зародышевой плазмы.

В результате проведенного кластерного анализа были получены матрица данных внутригрупповых дистанций (Таблица 1) и межгрупповых дистанций, связанных с гетерозисными эффектами между различающимися группами гетерозисных плазм.

Таблица 1 – Матрица внутригрупповых (Эвклидовых) дистанций, основанных на гетерозисных эффектах маркерных линий (2018 г.)

Кл 1: Stiff Stalk Synthetic		Кл 2: European		Кл 3: Iodent		Кл 4: Lancaster	
Лн008	8,4	Лн0228зм	6,8	Лн0607	6,7	Лн0677	3,0
Лн0602	6,4	Лн0357	9,6	Лн0609	9,1	Лн0685	2,8
Лн0604	7,3	Лн0600	5,5	Лн0626	1,3	Лн0694	7,0
Лн0605	13,0	Лн0603	6,5	Лн0634	9,4	Лн0699	4,6
Лн0608	3,9	Лн0647	0,4	Лн0653	12,2	Лн0703	3,2
Лн0613	6,6	Лн0711	5,4	Лн0667	6,0	Лн0706	3,7
Лн0627	5,0	Лн0713	6,8	Лн0668	12,6	Лн0720	4,2
Лн0635	11,4	Лн0717	11,3	Лн0679	12,6		
Лн0681	9,8	Лн0718	5,2	Лн0691	6,2		
Лн0693	5,5			Лн0722	8,1		

Полученные данные показывают незначительную Эвклидовую дистанцию во внутригрупповой дивергенции. Так, в группе линий, отнесенных к зародышевой плазме Stiff Stalk Synthetic (первый кластер), генетическая дистанция составила 3,3 – 13,0. В группе European (второй кластер) 0,4 – 11,3. В группе Iodent (третий кластер) 1,3 – 12,6. В группе Lancaster (четвертый кластер) 2,8 – 7,0.

По итогам проведенного кластерного анализа можно сделать вывод: 48 новых самоопыленных линий с закрытой родословной были идентифицированы и разделены на 4 основные группы зародышевых плазм (таблица 2). Это обстоятельство позволяет находить наиболее удачные гибридные комбинации на основе эффекта гетерозиса, с получением максимальных показателей по основным селекционным признакам.

Таблица 2 - 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	Stiff Stalk Synthetic	SSS	15
Лн0607, Лн0609, Лн0626, Лн0634, Лн0653, Лн0667, Лн0668, Лн0679, Лн0691, Лн0722, Лн0723, Лн0724, Лн0725, Лн0728	Iodent	I	14
Лн0677, Лн0685, Лн0694, Лн0699, Лн0703, Лн0706, Лн0720	Lancaster	L	7
Лн0228зм, Лн0357, Лн0600, Лн0603, Лн0647, Лн0711, Лн0713, Лн0717, Лн0718	European	Euro	9

Основные селекционные признаки новых самоопыленных линий.

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. Многими селекционерами была установлена положительная взаимосвязь между отдельными морфологическими и биологическими признаками и продуктивностью растений.

Для представления наиболее целой и полной картины качества новых самоопыленных линий были изучены их основные селекционные признаки и элементы продуктивности.

Корреляционный анализ количественных признаков, элементов структуры урожайности у новых самоопыленных линий кукурузы.

Как известно, урожайность - один из сложных признаков, контролируемых несколькими взаимодействующими генотипическими факторами и факторами окружающей среды.

Таким образом, нами была проведена работа по выявлению связи урожайности зерна с основными селекционными и хозяйственно-ценными признаками всего набора новых самоопыленных линий кукурузы и определена взаимная корреляция между данными признаками на генотипическом уровне для получения значений, показывающих степень прямого и косвенного влияния различных биометрических признаков на урожайность зерна.

Динамика влагоотдачи зерном при созревании.

При возделывании кукурузы возникают дополнительные расходы, связанные с сушкой зерна, имеющего высокую уборочную влажность. Так, при сушке одной тонны кукурузы с начальной влажностью 24%, расход жидкого топлива составит от 12 до 15 л на 1 тонну.

В этой связи возникает острая необходимость в создании гибридов, имеющих высокую скорость потери влаги зерном при созревании. Помимо этого, гибриды, обладающие данным экономически-ценным признаком, позволяют проводить механизированную уборку зерна в более ранние сроки.

Динамика потери влаги зерном при созревании определялась в качестве дополнительной оценки нового исходного материала самоопыленных линий кукурузы. В 2017-2018 годах девять лучших по комбинационной способности линий были включены в опыт по изучению динамики потери влаги зерном при созревании.

Всего в опыте было использовано девять линий, шесть из которых – линии с высокой ОКС по урожайности зерна и три - с высокой СКС по урожайности зерна. Ниже (Таблица 3) приведена характеристика процесса потери влаги различными линиями.

Таблица 3 - Динамики потери влаги зерном при созревании новых инбредных линий кукурузы, исследуемых в НИЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

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

Как видно из таблицы на начальном этапе (при 1 пробе) влажность зерна была различна и колебалась от 37,3% у линии Лн0626 до 42,9% у линии Лн0681. Однако, при 4 пробе все линии имели одинаковую влажность и уже при 5 пробе вновь появились различия, но колебания влажности составляли всего 1-2 %. Основные различия в скорости и величине потери влаги зерном составляли 2 и 3 пробы. В задачу наших исследований входил отбор линий, имеющих более продолжительный период налива зерна, т.е. медленно теряющих влагу на начальных периодах и быстро отдающих ее в конце созревания.

Линии Лн0681, Лн0685, Лн0718 крайне медленно теряли влагу в течение первых трех проб. Так, влажность зерна линии Лн0681 в третью пробу составляла 34,8%, в то время как влажность зерна линии Лн0720 – 17,2%. Однако, влажность

зерна этих линий в заключительной пробе находилась на уровне с остальными линиями и составляла 9,1-11,3%. В сравнении с перечисленными линиями, линии Лн0633, Лн0667 уже при третьей пробе имели влажность зерна 18,4 и 18,9% соответственно, т.е. у этих линий снижение влажности зерна началось значительно раньше.

Различная скорость потери влаги зерном имеет высокое влияние на налив зерна и, соответственно, на урожайность этих линий. Ниже (Таблица 4) приведены урожайные данные линий, находящихся в изучении.

Таблица 4 – Характеристика новых самоопыленных линий, (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, 2017-2018 гг.)

№ делянки	Линия	Урожайность зерна, ц/га	Уборочная влажность, %
180	Лн0613	18,5	13,0
181	Лн0626	25,7	12,8
182	Лн0633	13,7	12,9
183	Лн0667	13,2	13,0
184	Лн0681	26,0	12,9
185	Лн0685	29,9	13,0
186	Лн0706	21,0	12,8
187	Лн0718	29,0	12,8
188	Лн0720	21,5	13,1
НСР ₀₅		2,1	1,8

Так, урожайность зерна трех лучших по данному признаку линий (Лн0681, Лн0685, Лн0718), имеющих постепенное снижение влажности в начальных периодах, составляет 26,0 – 29,9 ц/га, что явно соответствует более длительному наливу зерна. В то же время линии Лн0633 и Лн0667 имели урожайность зерна около 13 ц/га, что соответствует более раннему прекращению налива зерна у этих линий, т. к. уже в 3 пробе влажность зерна у них составляла 18%.

Глава 4. Оценка гибридов кукурузы, полученных в результате тестирования новых самоопыленных линий.

Анализ общей комбинационной способности новых самоопыленных линий по урожайности зерна.

Поскольку анализ комбинационной способности является неотъемлемой частью испытаний нового исходного материала, нами был проведен анализ ОКС всего набора новых самоопыленных линий. Таким образом, было проведено скрещивание 48 новых линий девятью гибридами-тестерами. Каждая линия была скрещена с тремя различными по гетерозисным группам тестерами.

В результате проведенных скрещиваний было получено 178 тесткросных гибридов, разделенных на 3 топкросные группы.

Генотипические различия, а также разница в погодных условиях оказывают влияние на результаты опытов по определению ОКС новых линий в топкросных скрещиваниях. Так, некоторые из лучших по общей комбинационной способности самоопыленные линии первой топкросной группы, например Лн0693, Лн0602

(таблица 5), имели некоторые различия в данном показателе в разные годы испытания. Так, линия Лн0602 имела показатели ОКС: 6,5 / 1,1 / 2,6, в 2016, 2017 и 2018 годах соответственно.

Представленные в таблицы линии имели достаточно высокий показатель ОКС при достаточно высокой урожайности зерна. В частности, линии Лн0713 и Лн0720 имели высокие и стабильные показатели ОКС во все годы исследований. Так, значения ОКС линии Лн0713 за 3 года составили 6,2 / 10,1 / 6,4. Высоким у данной линии был так же показатель урожайности зерна, за 3 года испытаний: 54,4 ц/га; 60,7 ц/га; 27,1 ц/га.

Таблица 5 – Результаты оценки ОКС самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» 1 топкроссной группы, (НЦЗ им П.П. Лукьяненко, 2016-2018 гг.)

Линия	Эффекты 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 ₀₅	3,4	2,8	1,1	-		
Среднее	-			54,1	56,0	24,1

Тестеров - 3: (Лн714627 x Лн008), (Лн0159 x Лн0614), (Лн0479 x Лн0159);
Линий - 20 Тесткроссов - 60.

В нашей работе в изучение был взят большой набор самоопыленных линий и тестеров, различных по генетическому происхождению. Условия в годы проведения исследований были также крайне контрастные. Все это значительно влияло на вариабельность комбинационной способности изучаемого материала. Тем не менее, нам удалось отобрать новые линии, показавшие высокую ОКС по признаку «урожайность зерна» в сложившихся условиях.

Анализ специфической комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы по урожайности зерна.

Под общей комбинационной способностью подразумевается средний показатель эффекта гетерозиса новой линии по тому или иному признаку в большом числе гибридных скрещиваний. В свою очередь, специфическая комбинационная способность (СКС) является частным показателем проявления гетерозиса в одном определенном скрещивании.

С целью наиболее полного изучения взаимодействия новых самоопыленных линий с тестерами нами был проведен анализ специфической комбинационной способности в их гибридных топкроссных комбинациях.

Представленные в таблице 6 новые линии первой топкроссной группы имеют весьма нестабильные показатели СКС по признаку урожайности зерна во все годы испытаний. Как было отмечено выше, данное обстоятельство связано с разницей в сложившихся климатических условиях.

Учитывая тот факт, что в данной таблице представлены лучшие новые линии, имеющие высокие и стабильные показатели ОКС, считаем возможным рекомендовать их в двойных и трехлинейных скрещиваниях.

Таблица 6 – Результаты оценки специфической комбинационной способности (σ^2Si) самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна», 1й топкроссной группы (НЦЗ им П.П. Лукьяненко, 2016-2018 гг.)

Линия	Вариансы СКС (σ^2Si) по признаку «урожайность зерна»		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Лн0713	1,7	82,1	187,4
Лн0720	-4,1	-0,1	73,9
Лн0693	3,3	36,8	64,8
Лн0667	-2,5	4,8	81,8
Лн0602	4,1	2,2	98,9
Лн008	-0,1	192,7	276,3
σ^2Si среднее	14,2	54,6	68,3

Проведя анализ показателей общей комбинационной способности и варианта специфической комбинационной способности всего набора новых самоопыленных линий методом тесткроссного скрещивания, нами были выделены наиболее ценные для гетерозисной селекции линии. Линии Лн0613, Лн0626 и Лн0724 имели наиболее высокие и стабильные показатели эффекта ОКС и варианты СКС во все годы исследований, а также имели высокий показатель урожайности зерна.

Комбинационная способность по уборочной влажности зерна.

Помимо урожайности, комбинационную ценность определяют и по другим признакам, интересующим исследователей, таким как высота растений, устойчивость к полеганию и т.д. В нашей работе нами была проведена оценка комбинационной ценности 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.

В результате проведенного нами анализа комбинационной способности по уборочной влажности зерна всего исходного материала можно заключить, что было получено достаточное количество новых инбредных линий кукурузы, необходимых для проведения успешной селекционной работы по данному

признаку. Наилучшие за три года испытаний показатели имели линии: Лн0726, Лн0679, Лн0603, Лн0660, Лн0228, Лн0626.

Характеристика основных хозяйственно-ценных признаков новых тесткроссов.

С целью наиболее полного изучения качества гибридов, полученных в 2015 году от топкроссных скрещиваний с участием 48 новых самоопыленных линий и девяти гибридов-тесторов нами был проведен анализ основных хозяйственно-ценных признаков (урожайность и уборочная влажность зерна), полученных 178 тесткроссов.

Стандартами в наших исследованиях служили гибриды Краснодарский 194 МВ – в раннеспелой группе тесткроссов и Краснодарский 291АМВ – в среднеранней.

В результате проведения испытания новых тесткроссов на урожайность зерна нами были получены гибриды, отвечающие основным селекционным и хозяйственным требованиям. Выделившиеся гибриды имели высокие показатели урожайности зерна, превышающие значения стандартов, как в раннеспелой группе, так и в среднеранней при меньшей, либо равной уборочной влажности зерна.

Также, в результате оценки новых тесткроссов по признаку «уборочная влажность зерна» выявлены гибриды с высоким селекционным потенциалом, позволяющим вести отбор на низкую уборочную влажность зерна на фоне высокой урожайности. Перспективные гибриды были отобраны как в раннеспелой, так и в среднеранней группах спелости.

Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы.

Общеизвестно, что взаимодействие линий и гибридов с факторами окружающей среды (местоположение, год посадки, тип почвы, уровень применяемой агротехники и т. д.) является одним их важнейших факторов в селекционной работе исследователей. В связи с этим нами было проведено экологическое сортоиспытание с целью изучения пластичности и стабильности новых тесткроссов.

Одна из ключевых стратегий по улучшению селекционного материала на адаптивность к различным условиям выращивания - отбор сортов с лучшей стабильностью в широком диапазоне сред. Параметрические модели, основанные на простом линейном регрессионном анализе, являются одними из наиболее широко используемых для определения качества материала и включают метод, предложенный Эберхартом и Расселом. Данный метод интерпретирует дисперсию регрессионных отклонений (sdi^2) как меру стабильности гибрида и коэффициент линейной регрессии (bi) как показатель пластичности.

Учитывая целесообразность выявления генотипов с высокими показателями урожайности в различных условиях выращивания, нами было проведено экологическое сортоиспытание с целью изучения пластичности и стабильности новых тесткроссов. Помимо испытаний на контрольном питомнике НЦЗ им П.П.

Лукьяненко в 2016 – 2018 годах, с целью проведения опыта на выявление адаптивности к условиям, нами, в 2017 году, были отобраны 20 перспективных, высокоурожайных гибридов для изучения в 4 дополнительных пунктах: фирма «Отбор» - Кабардино-Балкарская республика (орошение); КБНИИСХ - Кабардино-Балкарская республика; ВНИИЗК – г. Зерноград; фирма «Семеноводство Кубани» - ст. Ладожская, Краснодарский край. Стандартом служил гибрид Краснодарский 194 МВ. В качестве определяющего критерия был использован признак урожайности зерна.

Далее, с помощью программы Agross, нами был проведен анализ экологической пластичности и стабильности новых тесткроссов по методике Эберхарта и Рассела.

Таблица 7 - Экологическая пластичность и стабильность лучших раннеспелых гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна»

Гибрид	Урожайность, ц/га	Пластичность, b_i	Стабильность, S_{di2}	Ошибка (S b_i)	Критерий значимости (t)	Коэффициент адекватности (B)
Краснодарский 194 МВ st	46,7	0,9	8,2	0,2	1,1	0,8
0,9<b<1,0 - очень высокая фенотипическая стабильность						
(Лн0823хЛн070)хЛн0699	51,2	1,0	2,8	0,1	0,5	1,0
(Кр714627мхЛн008)хЛн0720	52,9	1,0	7,8	0,2	0,1	0,9
(Кр752мхЛн0684)хЛн0685	51,0	1,0	16,2	0,3	0,0	0,6
(Кр742мхЛн0716)хЛн0613	46,5	1,0	17,1	0,3	0,1	0,6
1,1<b<1,2 - интенсивная фенотипически высокостабильная форма						
(Кр742мхЛн0716)хЛн0720	55,6	1,1	8,1	0,2	0,4	0,9
(Кр742мхЛн0716)хЛн0600	49,9	1,1	20,9	0,4	0,2	0,5
(Кр742мхЛн0716)хЛн0605	52,4	1,1	6,9	0,1	1,0	0,9
(Кр627мхЛн0699)хЛн0613	55,6	1,2	7,8	0,2	1,2	0,9
1,3<b<1,4 - интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью						
(Лн0479хЛн0159)хЛн0720	54,4	1,4	5,1	0,1	4,0	1,0
(Лн0159СхЛн0614)хЛн0706	50,3	1,8	4,5	0,1	8,9	1,0
Среднее по опыту	53,6	-	-	-	-	-
НСР _{0,5} частных средних	9,6	-	-	-	-	-

Как известно из литературы, коэффициент линейной регрессии (b_i) показывает реакцию гибридов на изменение условий выращивания. Он может принимать значения меньше, больше, либо быть равным 1.

По результатам проведенного анализа, тесткроссы были поделены на 3 группы (таблица 54). В первую группу вошло 4 гибрида: (Лн0823 х Лн070) х Лн0699, (Кр714627м х Лн0088) х Лн0720, (Кр752м х Лн0684) х Лн0685, (Кр742м х Лн0716) х Лн0613, вошедших в диапазон $0,9 < b < 1,0$. Данные гибриды характеризуются как формы с очень высокой фенотипической стабильностью. Во вторую группу ($1,1 < b < 1,2$) также вошло 4 тесткросса: (Кр742м х Лн0716) х Лн0720, (Кр742м х Лн0716) х Лн0600, (Кр742м х Лн0716) х Лн0605, (Кр627м х Лн0699) х Лн0613. Данные гибриды относятся к интенсивным формам, обладающим высокой фенотипической стабильностью. Два тесткросса, вошедшие

в третью группу ($1,3 < b < 1,4$): (Лн0479 x Лн0159) x Лн0720, (Лн0159С x Лн0614) x Лн0706. Гибриды данной группы характеризуются как интенсивные формы с пониженной фенотипической стабильностью.

На рисунке 1 представлен график зависимости линии регрессии урожайности от условий выращивания гибрида (Лн0823 x Лн070) x Лн0699 по семи пунктам испытаний. Данный гибрид относится к формам с очень высокой фенотипической стабильностью, о чем свидетельствует его линия регрессии, располагающаяся параллельно относительно средней по опыту. Данное обстоятельство свидетельствует о высокой стабильности урожая вне зависимости от изменений в условиях выращивания.

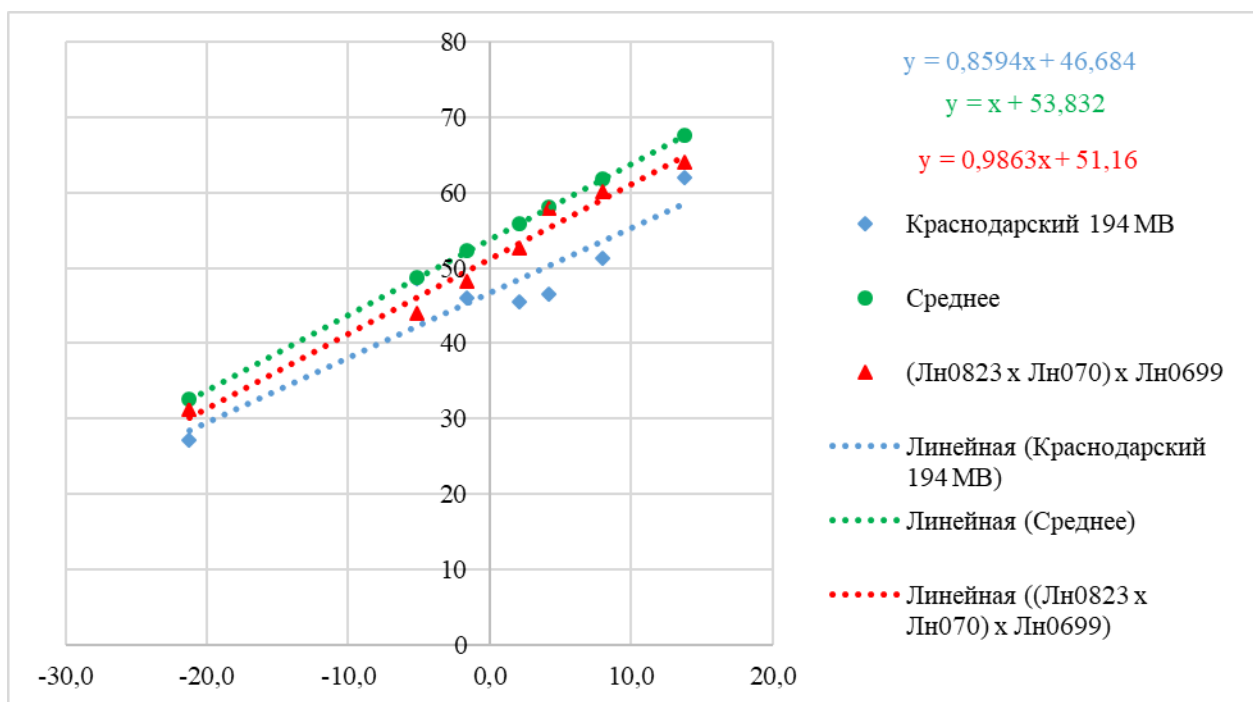


Рисунок 1 – Линии регрессии урожайности зерна гибрида (Лн0823 x Лн070) x Лн0699 в зависимости от условий выращивания (среднее по семи пунктам, 2016-2018 гг.)

Результатом наших испытаний по определению экологической пластичности и стабильности методом Эберхарта и Рассела является комплексная характеристика новых тесткроссов по норме реакции признака урожайности зерна на изменение условий выращивания. Также была дана графическая интерпретация взаимосвязи линий регрессии урожайности выделившихся гибридов с индексом изменения среды. Определение параметров экологической пластичности и стабильности позволяет дать новым перспективным гибридам всестороннюю оценку, определить степень адаптивности к различным условиям и выявить его хозяйственно-экономический потенциал.

Глава 5. Результаты сортоиспытаний простых гибридов, полученных в диаллельных скрещиваниях.

Оценка эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов в системе диаллельных скрещиваний.

Исследование родительских генотипов имеет решающее значение для успеха селекционной программы, направленной на создание гибридов с повышенной урожайностью особенно в неблагоприятных условиях, таких как засуха. Высокие показатели элементов продуктивности некоторых новых линий указывают лишь на их относительное превосходство, но не отражают их способность передавать необходимые свойства и признаки при скрещивании с рядом других линий.

Одним из лучших методов по определению продуктивности гибридных комбинаций является система диаллельных скрещиваний, которая позволяет получить наиболее полную информацию о специфической комбинационной способности изучаемого материала.

Так, в нашей работе, методом топкроссных скрещиваний, были выделены по ОКС 8 новых самоопыленных линий, которые были включены в диаллельные скрещивания. Помимо этих линий, в скрещивания были включены еще 5 новых, до этого не принимавших участия в работе, линий. Таким образом было получено 78 простых гибридов, проходивших испытание в 2017 и 2018 годах в контрольном питомнике НЦЗ. Методика проведения испытаний была такая же, что и при изучении тесткроссных гибридов.

На основании полученных урожайных данных, с помощью программы Microsoft Office Excel, был проведен расчет специфической комбинационной способности гибридов от диаллельных скрещиваний за два года испытаний.

Так, нами были выделены пары линий, имеющие высокие показатели СКС как за 2017, так и за 2018 годы испытаний (Таблица 8).

Следует обратить отдельное внимание на линии Лн0681, Лн0718, Лн003 и Лн0480. Данные линии присутствуют в нескольких выделившихся по СКС парах за два года испытаний.

Таблица 8 – Эффекты СКС лучших гетерозиготных пар ДС по признаку «урожайность зерна» (2017-2018 гг.)

Гибриды	Константы СКС	
	2017 г.	2018 г.
Лн0357 x Лн0685	39,56	24,25
Лн008 x Лн0681	36,96	13,57
Лн0228 x Лн0681	36,24	30,39
Лн0681 x Лн0718	36,11	11,81
Лн0718 x Лн0480	33,75	19,50
Лн0720 x Лн003	26,53	15,95
Лн0480 x Лн003	25,18	19,53

Выделившиеся в результате анализа СКС простые гибриды от диаллельных скрещиваний являются перспективным материалом для дальнейшей работы.

Лучшие из них будут переданы для проверки в конкурсное сортоиспытание и могут служить перспективными родительскими формами в более сложных скрещиваниях.

Характеристика основных селекционных признаков выделившихся 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 НЦЗ им П.П. Лукьяненко в 2017 и 2018 годах. Непосредственно в процессе вегетации были измерены высота растений и высота прикрепления верхнего початка. При достижении физиологической спелости была проведена комбайновая уборка с измерением урожайности зерна и ее уборочной влажности.

В таблице 9 представлена характеристика селекционных признаков лучших простых гибридов, полученных от ДС, за 2017 и 2018 годы.

Как видно из таблицы, все представленные простые гибриды превысили по урожайности зерна соответствующие стандарты: Краснодарский 194 МВ при меньшей или равной уборочной влажности зерна. Данное обстоятельство свидетельствует о высокой хозяйственной ценности выделившихся гибридов. 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.

Таблица 9 – Характеристика основных селекционных признаков лучших простых гибридов диаллельных скрещиваний (НЦЗ им П.П. Лукьяненко, 2017-2018 гг.)

Гибрид	Урожайность зерна, ц/га	Уборочная влажность, %	Высота растений, см.	Высота прикрепления початка, см
Краснодарский 194 МВ	43,9	12,8	219,5	83,4
Лн0681х Лн0228	65,4	10,4	216,6	94,7
Лн0480 х Лн0718	64,4	16,8	219,6	87,9
Лн0480 х Лн0647	63,0	12,3	209,1	81,5
Лн0720 х Лн0357	62,6	12,0	210,0	80,1
Лн0681х Лн003	62,5	13,0	209,9	65,8
Лн0687х Лн0357	62,0	13,0	202,0	61,9
Лн0687х Лн004	61,3	13,0	196,3	71,1
Лн0357х Лн0685	60,4	17,4	202,4	77,1
НСР ₀₅	3,1	3,2	2,7	2,4

По высоте растений, как и по высоте прикрепления початка, новые гибриды ДС практически не отличались от соответствующего стандарта.

5.3 Корреляционный анализ селекционноценных признаков у простых гибридов, полученных в диаллельных скрещиваниях.

Как известно из литературы, выявление корреляционных связей между различными признаками способствует проведению менее трудоемкого и более быстрого отбора в селекционной работе. Отмечено, что на значения показателей признаков большое влияние оказывают внешние факторы среды, но также, немало важную роль играют и генетические особенности селекционного материала. С помощью определения коэффициентов корреляции между признаками исследуемых генотипов появляется возможность нахождения связей между генотипическими и фенотипическими параметрами, а также изучение их взаимосвязей с факторами среды.

С целью выявления взаимосвязи между основными морфологическими и хозяйственными признаками новых простых гибридов от диаллельных скрещиваний, нами был проведен корреляционный анализ этих признаков.

Как видно из таблицы 10, с урожайностью зерна наибольшую положительную связь имели признаки: уборочная влажность зерна ($r=0,4$), диаметр початка ($r=0,5$), вес початка ($r=0,5$) и вес зерна с початка ($r=0,5$). Данное обстоятельство позволяет вести отбор на высокоурожайные гибриды с пониженной уборочной влажностью зерна.

Также следует отметить взаимную связь между признаками «вес початка», «вес зерна с початка», «диаметр початка» и «количество зерен в ряду», показавшими наиболее высокие положительные значения коэффициента корреляции ($r>7$). Корреляция между данными признаками была отмечена другими учеными в более ранних исследованиях.

Таблица 10 – Коэффициенты корреляции между основными признаками продуктивности простых гибридов от ДС (2017-2018 гг.)

Признаки	урожайность зерна	уборочная влажность зерна	длина початка	диаметр початка	кол-во зерен в ряду	вес початка	вес зерна с початка
уборочная влажность зерна	<u>0,4</u>						
длина початка	0,1	0,1					
диаметр початка	<u>0,5</u>	0,4	0,2				
кол-во зерен в ряду	0,3	0,1	0,5	0,4			
вес початка	<u>0,5</u>	0,3	0,5	<u>0,8</u>	<u>0,7</u>		
вес зерна с початка	<u>0,5</u>	0,3	0,5	<u>0,8</u>	<u>0,7</u>	<u>0,9</u>	
Кол-во рядов зерен	0,1	0,2	0,1	0,5	0,2	0,4	0,4

Таким образом, нами была проведена оценка корреляционных связей между морфологическими и хозяйственными признаками простых гибридов от ДС. 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. Как показывает мировой опыт, сочетание в производстве гибридов, различающихся по срокам созревания, является наиболее рациональным. Так, во многих странах Европы и в США раннеспелые и среднеранние гибриды с учетом потребностей рынка и местных условий, занимают наибольшую часть посевных площадей. В частности, в производстве Венгрии, среднеспелые гибриды кукурузы занимают около 80%, в то время как на позднеспелые приходится лишь 20%. Урожайность кукурузы при этом достигает около 130 ц/га.

В нашем исследовании были выбраны 4 лучших гибридов по показателю урожайности зерна: (Лн752 х Лн0684) х Лн0613, (Лн0479 х Лн0159) х Лн008, (Лн0479 х Лн0159) х Лн0713, (Лн742 х Лн0716) х 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 (Лн752 х Лн0684) х Лн0613 имеет лучшие результаты в сравнении со стандартом Краснодарский 194 МВ: разница составила 29660 рублей. Вторым по экономической эффективности стал гибрид (Лн0479 х Лн0159) х Лн008 - его рентабельность превосходила стандарт на 26092 рублей, 3 и 4 место заняли гибриды (Лн0479 х Лн0159) х Лн0713 и (Лн742 х Лн0716) х Лн0720 с разницей со стандартом в 22092 рубля и 21902 рубля соответственно.

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

Получив данные по экономической эффективности двух групп спелости, раннеспелой и среднеранней, и сравнив два наивысших показателя гибридов, нами был получен ряд экономически эффективных новых гибридов, имеющих высокий хозяйственный и селекционный интерес. Следует отметить гибрид (Лн752 х Лн0684) х Лн0613 в раннеспелой группе и гибрид (Лн627 х Лн0699) х Лн0626 - в среднеранней группе, показавшие наилучшие результаты экономической эффективности в проведенном нами исследовании.

Заключение. В результате проведенных в 2016-2018 годы исследований новых самоопыленных линий кукурузы на базе «НЦЗ им П. П. Лукьяненко», и создания с их использованием новых раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы, можно заключить следующие выводы:

1. Проведенный анализ всего набора новых самоопыленных линий в системе топкроссных скрещиваний позволяет выделить ряд гибридов, которые в испытаниях 2016-2018 годов превысили средний показатель урожайности зерна стандартов при более низкой или равной уборочной влажности. Лучшие выделившиеся тесткроссы: (Лн752м x Лн0684) x Лн0613, (Лн0479 x Лн0159) x Лн008, (Лн0479 x Лн0159) x Лн0713, (Лн742м x Лн0716) x Лн0720 – в раннеспелой группе и (Лн0823 x Лн070) x Лн0626, (Лн627м x Лн0699) x Лн0626, (Лн0711 x Лн008) x Лн0609, (Лн0823xЛн070) x Лн0724 – в среднеранней.

2. В результате проведенного анализа комбинационной способности всего материала нами были выделены новые инбредные линии кукурузы с высокими показателями ОКС. Лучшие линии по показателям ОКС по урожайности зерна: Лн0713, Лн0720, Лн0693, Лн0626, Лн0613, Лн0685. Лучшие линии по показателям ОКС по уборочной влажности зерна: Лн0726, Лн0679, Лн0603, Лн0660, Лн0228, Лн0626.

3. В результате исследований специфической комбинационной способности простых гибридов, полученных при диаллельных скрещиваниях, были выделены гетерозисные пары линий с высокими эффектами СКС по признаку «урожайность зерна» за все годы исследований: Лн0357 x Лн0685, Лн008 x Лн0681, Лн0228 x Лн0681, Лн0681 x Лн0718, Лн0718 x Лн0480, Лн0720 x Лн003, Лн0480 x Лн003.

4. Результатом наших испытаний по определению экологической пластичности и стабильности является комплексная характеристика новых тесткроссов по норме реакции признака урожайности зерна на изменение условий выращивания. Гибриды (Лн742 x Лн0716) x Лн0720, (Лн742 x Лн0716) x Лн0600, (Лн742 x Лн0716) x Лн0605, (Лн627 x Лн0699) x Лн0613 относятся к интенсивным формам, обладающим высокой фенотипической стабильностью и отзывчивостью на улучшение условий выращивания, сохраняя при этом стабильно высокий уровень урожайности при возделывании в неблагоприятных условиях.

5. При изучении динамики потери влаги зерном при созревании новых самоопыленных линий был выделен материал, имеющий более продолжительный период накопления сухого вещества в момент налива зерна и наиболее короткий период отдачи влаги при созревании. Выделенные линии имеют практическую ценность в селекции новых высокоурожайных гибридов, обладающих быстрой влагоотдачей зерна при созревании.

6. Проведенные исследования 48 новых самоопыленных линий с закрытой родословной методом кластерного анализа позволило идентифицировать и разделить весь материал на 4 основные группы зародышевых плазм. Это обстоятельство позволяет находить наиболее удачные гибридные комбинации на основе эффекта гетерозиса с получением максимальных показателей по основным селекционным признакам.

7. Изучение значений коэффициентов корреляции в раннеспелой и среднеранней группах новых самоопыленных линий позволяет заключить, что признак «урожайность зерна» давал высокую положительную корреляцию с большинством признаков. В результате проведенного корреляционного анализа основных селекционных признаков новых инбредных линий и простых гибридов, нами были выделены взаимосвязи, позволяющие вести дальнейшую селекцию на улучшение нового исходного материала.

8. Полученные данные по экономической эффективности двух групп спелости позволили выделить ряд новых гибридов, имеющих высокий хозяйственный и селекционный потенциал: гибриды (Лн752 х Лн0684) х Лн0613, (Лн0479 х Лн0159) х Лн008, (Лн0479 х Лн0159) х Лн0713, (Лн742 х Лн0716) х Лн0720 - в раннеспелой группе и гибриды (Лн627 х Лн0699) х Лн0626, (Лн0823 х Лн070) х Лн0626, (Лн0711 х Лн008) х Лн0609, (Лн0823 х Лн070) х Лн0724 – в среднеранней группе.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

1. Трехлинейные гибриды: (Лн752м х Лн0684) х Лн0613; (Лн0479 х Лн0159) х Лн008; (Лн0479 х Лн0159) х Лн0713; (Лн742м х Лн0716) х Лн0720; (Лн0823 х Лн070) х Лн0626; (Лн627м х Лн0699) х Лн0626; (Лн0711 х Лн008) х Лн0609; (Лн0823хЛн070) х Лн0724; (Лн742 х Лн0716) х Лн0720; (Лн742 х Лн0716) х Лн0600; (Лн742 х Лн0716) х Лн0605; (Лн752 х Лн0684) х Лн0613; (Лн0479 х Лн0159) х Лн008; (Лн627 х Лн0699) х Лн0626; (Лн0823 х Лн070) х Лн0724 рекомендуются для изучения в конкурсном сортоиспытании с последующей передачей в Государственное сортоиспытание (ГСИ).

2. Самоопыленные линии: Лн0713; Лн0720; Лн0693; Лн0626; Лн0613; Лн0685 передать в рабочую коллекцию отдела для включения в селекционные программы по получению высокогетерозисных гибридов кукурузы.

3. Линии: Лн0726; Лн0679; Лн0603; Лн0660; Лн0228; Лн0626 целесообразно включать в селекционные программы по созданию гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

I. Статьи в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ:

1. Лемешев Н.А., Новичихин А.П., Гульняшкин А.В. Оценка новых линий кукурузы на комбинационную способность по признаку «уборочная влажность зерна» Краснодар КубГАУ // Труды КубГАУ 2019. №77. С. 117-121.

2. 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.

II. Статьи в аналитических сборниках и материалах конференций:

3. Гульняшкин А.В. Изучение и оценка новых линий кукурузы на специфическую комбинационную способность в диаллельных скрещиваниях / А.В. Гульняшкин, Н.А. Лемешев, 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: ФГБОУ ВПО "Донской государственной аграрный университет", 2018. – С. 245-248.

4. Гульняшкин А.В. 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.

5. 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.

6. 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. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018. – С. 247-250.

7. Новичихин А.П. 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 государственной аграрный университет», 2018. – С. 333-337.

8. 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.

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

10. 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. Коцаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 684-685.

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. Коцаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 1287-1288.