

На правах рукописи

ЧИЛАШВИЛИ ИРАКЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ

**ОЦЕНКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ
СРЕДНЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**Специальность 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных
растений**

**Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Краснодар – 2016

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени П.П.Лукияненко» в 2011-2015 гг.

- Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
доцент, **Супрунов Анатолий Иванович**
- Официальные оппоненты: **Орлянский Николай Алексеевич**,
доктор сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник,
директор Воронежского филиала ФГБНУ
«Всероссийский научно-исследовательский
институт кукурузы».
- Остапенко Надежда Васильевна**,
кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник отдела
селекции ФГБНУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт риса»
- Ведущая организация: ФГБНУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт масличных
культур имени В.С. Пустовойта»

Защита состоится « 29 » марта 2016 г. в 13 ч. 00 мин на заседании диссертационного совета Д 006.026.01, созданного на базе ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт риса" по адресу: 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт риса" 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3, а также на сайте - <http://www.vniirice.ru>, с авторефератом на сайтах Высшей аттестационной комиссии - <http://www.vak.ed.gov.ru> и ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт риса" - <http://www.vniirice.ru>

Автореферат разослан _____ 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

С.С. Чижикова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Обеспечение продовольствием растущее население планеты - основная проблема современного растениеводства.

Как наиболее продуктивной зернофуражной культуре, кукурузе отводится важная роль в решении данной проблемы. Потребность в гибридах кукурузы зернового использования с потенциально высоким урожаем зерна до 10-12 т/га и отвечающим требованиям современных технологий, приобрела коммерческую составляющую.

Поэтому, основные направления селекции гибридов кукурузы зернового использования в Краснодарском НИИСХ определяются потребностями сельхозтоваропроизводителей в получении максимального урожая зерна с единицы площади, который соответствовал бы высокой окупаемости вложенных средств.

Учитывая актуальную направленность данной проблемы и ее высокую практическую значимость, в рамках научно-исследовательской программы отдела селекции и семеноводства кукурузы Краснодарского НИИСХ была организована и проведена работа по созданию, оценке и классификации новых самоопыленных линий для селекции среднеспелых высокогетерозисных гибридов кукурузы.

Степень разработанности темы

Вопросы по созданию и оценке новых самоопыленных линий для селекции гибридов кукурузы нашли свое отражение в трудах Аверьянова А.Ф. (1988), Галеева Г.С. (1970), Горбань В.Ф. (1979), Гульяшкина А.В. (2012), Дзюбецкого Б.В. (1991), Домашнева П.П. (1992), Иващенко В.Г. (2006), Купцова О.Е. (1989), Мустяца С.И. (2005), Новоселова С.Н. (2007), Орлянского Н.А. (2009), Савченко В.К. (1973), Сотченко В.С. (1992), Супрунова А.И. (2012), Франковской М.Т. (1999), Хотылевой Л.В. (1979), Чалык Т.С. (1986), Шмараева Г.Е. (1999), Югенхеймера Р.У. (1979), Russell W.A. (1992), Sprague G.F. (1971) и других. В их работах отмечены наиболее актуальные теоретические и методологические аспекты по селекции кукурузы и адаптации ее к местным почвенно-климатическим условиям. В данных исследованиях уделялось большое внимание проблемам создания и оценке самоопыленных линий кукурузы с учетом особенностей регионов Российской Федерации. Однако, мы свое внимание акцентировали на создании новых линий кукурузы с улучшенными морфо-биологическими признаками на основе уже известных элитных форм в условиях центральной зоны Краснодарского края, рассмотренных в нашем опыте.

Цель и задачи исследований. Цель исследований – оценка новых самоопыленных линий для селекции среднеспелых гибридов кукурузы с потенциально высокой урожайностью зерна и основными хозяйственно - ценными признаками.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

- оценить морфо-биологические и хозяйственно-ценные признаки новых самоопыленных линий кукурузы,
- определить корреляционные связи между основными хозяйственно-важными признаками новых самоопыленных линий кукурузы,

- оценить общую и специфическую комбинационные способности новых самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна»,
- изучить реакцию новых самоопыленных линий кукурузы на цитоплазматическую мужскую стерильность «С» и «М» типов,
- показать эффекты гетерозиса в гибридных комбинациях по признаку «урожайность зерна»,
- оценить хозяйственно-ценные признаки лучших тесткроссов,
- проанализировать зависимость урожайности новых гибридов кукурузы от структурных элементов продуктивности,
- провести биохимический анализ зерна лучших новых среднеспелых гибридов кукурузы,
- определить экономическую эффективность созданных новых гибридов кукурузы в условиях Центральной зоны Краснодарского края.

Научная новизна исследований. В условиях центральной зоны Краснодарского края для селекции среднеспелых гибридов кукурузы зернового типа созданы и всесторонне проанализированы принципиально новые, генетически стабильные самоопыленные линии с улучшенными морфо-биологическими признаками.

Созданы новые среднеспелые высокогетерозисные гибриды кукурузы интенсивного типа, обладающие высокой продуктивностью и стабильностью ее формирования в меняющихся агроэкологических условиях.

Практическая значимость результатов исследований. На основе изученных самоопыленных линий выделены генотипы с высокими значениями комбинационной способности, которые были вовлечены в скрещивания с целью создания высокоурожайных гибридов кукурузы отвечающим современным требованиям сельхозтоваропроизводителей.

Даны практические рекомендации с целью использования самоопыленных линий для создания новых гибридов кукурузы.

Получены новые простые межлинейные среднеспелые гибриды кукурузы адаптированные к конкретным условиям выращивания и превосходящие стандарт по экономической эффективности возделывания.

Методология и методы исследований. При планировании и проведении исследований в качестве источников информации использовали труды по производственной тематике, монографии, научные статьи, периодические издания, электронные версии научных журналов и другие материалы. При проведении исследований использовали системный подход. Теоретико-методологическую основу исследований составили методы планирования и проведения опытов.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Характеристика новых самоопыленных линий для селекции среднеспелых гибридов кукурузы;
2. Особенности формирования урожайности самоопыленных линий в зависимости от её структурных элементов и корреляционные связи между ними;
3. Комбинационная способность новых среднеспелых линий кукурузы;

4. Характеристика новых среднеспелых гибридов кукурузы по основным хозяйственно-ценным признакам и свойствам;
5. Реакция новых самоопыленных линий кукурузы на цитоплазматическую мужскую стерильность «С» и «М» типов;
6. Особенности проявления гетерозиса по признаку «урожайность зерна» у новых среднеспелых гибридов кукурузы;
7. Экономическая эффективность возделывания новых среднеспелых гибридов кукурузы.

Степень достоверности и апробация результатов исследований

Научные положения, результаты экспериментальных исследований, выводы по диссертации оригинальны, обоснованы и получены в результате использования современных методик. Достоверность результатов работы подтверждается статистической обработкой экспериментальных данных, корреляционным и дисперсионным анализами. Данные первичной документации отвечают требованиям, предъявляемым к регистрации научных результатов, и соответствуют представленной научной работе.

Основные положения диссертации докладывались на заседаниях методического совета Краснодарского НИИСХ (2011, 2012, 2013, 2014), а также были представлены на международных и всероссийских научно-практических конференциях, в числе которых: V всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» (г. Краснодар, 2011), международная научно-практическая конференция «Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России» (пос. Персиановский, Ростовская обл., 2012), международная научно-практическая конференция «Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур» (г. Владикавказ, 2012), научно-практическая конференция, посвященная 25-летию ГНУ ВНИИ кукурузы (г. Пятигорск, 2012).

Структура и объём диссертационной работы. Диссертационная работа изложена на 152 страницах, состоит из введения, четырех глав, заключения, а также предложений для селекции, списка использованной литературы и приложений.

Экспериментальные данные приведены в 30 таблицах, 9 рисунках и 38 приложениях. Для написания диссертационной работы автор использовал большой объём литературных данных, который насчитывает 215 источников, в том числе - 62 иностранных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Введение. Обоснована актуальность темы диссертации, общая характеристика работы, приведены цели и задачи исследований, основные положения, выносимые на защиту, показана научная новизна и практическая значимость результатов исследований, структура и объём диссертационной работы.

Глава 1. Создание и оценка новых самоопыленных линий кукурузы для синтеза гибридов с высокими значениями хозяйственно-ценных признаков

(обзор литературы). В данной главе отражено состояние изученности вопроса. Обобщены данные литературных источников отечественных и зарубежных авторов по проблеме создания новых самоопыленных линий, его оценки и классификации, а также селекции кукурузы на гетерозис, продуктивность и количественные признаки ее компонентов, устойчивость к полеганию, жаростойкость, резистентность к вредителям и болезням, улучшение химического состава. Приведены данные о значении цитоплазматической мужской стерильности в селекции и семеноводстве кукурузы.

Глава 2. Условия, исходный материал и методика проведения исследований. Программа исследований разработана в соответствии с планом НИР. Исследования проводили в 2011-2015 годах на экспериментальной базе КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко (Краснодар), расположенной в центральной почвенно-климатической зоне Краснодарского края, которая по обеспеченности влагой в теплый период является неустойчиво увлажненной ГТК 0,86 (Агроклиматические ресурсы Краснодарского края, Л., 1975). Почва опытного участка – чернозём выщелоченный слабогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый с объемной массой пахотного слоя 1,25-1,28 г/см.

Особенность метеорологических условий за годы проведения исследований характеризовалась высокой среднесуточной температуре воздуха (на 3-5 °С выше климатической нормы), ограниченном количестве осадков и неравномерном их распределении в период вегетации кукурузы. При этом крайне засушливые погодные условия, в критические фазы роста и развития растений, наблюдались в 2012 году. Такие погодные условия сказались отрицательно на продуктивности кукурузы. Метеорологические условия 2013 года в целом характеризовались как более благоприятные для роста и развития растений кукурузы. Все основные фазы развития растений проходили при достаточном количестве тепла и незначительном дефиците влаги. 2014 год был самый благоприятный для роста и развития растения кукурузы. Сумма осадков за май, июнь и июль превысили среднемноголетний показатель на 64,3 мм.

Материалом для исследований послужили 23 самоопыленные линии кукурузы, второго цикла отбора, полученные на гибридных комбинациях, с участием форм, привлеченных из генетической коллекции отдела селекции и семеноводства кукурузы КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко и образцов мировой коллекции. С учётом генотипа изучаемых линий в качестве тестеров был использован линейный материал двух гетерозисных групп: Iodent (линии Кр 640/3, Кр 627) и SSS (Кр 73). При выборе тестеров мы руководствовались тем, чтобы они позволяли нам с достаточной точностью получить наиболее полный объем информации.

Опыты по выращиванию и изучению линий и гибридов кукурузы проводили по методике полевых опытов с кукурузой ВНИИ кукурузы (Днепропетровск, 1980), методическим указаниям по изучению и поддержанию образцов коллекции кукурузы (ВИР, 1985) и методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур с учетом общепринятой для зоны технологии (1989).

Исследуемый материал выращивался на опытном участке в специальном севообороте, в условиях богары. Агротехника во всех полевых опытах была общепринятой для зоны исследований. Предшественником была соя. Посев осуществляли селекционными сеялками точного высева с междурядьями 70 см. Площадь делянок в контрольном питомнике составляла 9,8 м², повторность трехкратная. Размещение делянок - рендомизированное. Густота стояния растений - 60 тыс./га.

Во всех питомниках проводились фенологические наблюдения и биометрические измерения растений. Так же в полевых условиях были проведены основные учеты: количества растений на делянке, поврежденных стеблевым мотыльком, совкой, пузырчатой головней и фузариоза початков. Полегание растений определяли на момент уборки. В лабораторных условиях был проведен биометрический анализ початков самоопыленных линий и гибридов кукурузы.

Жаростойкость образцов кукурузы определялась в лаборатории по методу Г. Л. Филиппова, Н. В. Вишневого, В. А. Губенко и Л. А. Максимовой (1989). Наряду с этим в период высоких температур проводилась визуальная оценка жароустойчивости самоопыленных линий кукурузы в полевых условиях.

При оценке продуктивности экспериментальных гибридов кукурузы в качестве стандарта был использован среднеспелый, двойной межлинейный гибрид Краснодарский 385 МВ. Полученный экспериментальный материал обработан различными методами биометрической статистики. Комбинационную способность исходного материала определяли в системе топкроссных скрещиваний по В.К. Савченко (1973). Описание количественных признаков самоопыленных линий и гибридов проводили по широкому унифицированному классификатору СЭВ и международному классификатору (1977). Статистическая обработка данных проводилась путем расчетов в Microsoft Excel, а также с использованием специализированных компьютерных программ Statistica 12.0.

Глава 3. Создание и оценка новых самоопыленных линий для селекции среднеспелых гибридов кукурузы. Создание новых инбредных линий кукурузы при селекции высокопродуктивных гибридов является основной целью большинства научно-исследовательских учреждений работающих с данной культурой. Поэтому следующий логический шаг в селекционных исследованиях – это создание новых инбредных линий кукурузы второго цикла отбора, что в свою очередь позволяет дополнить старые линии по ряду хозяйственно ценных признаков.

С 2005 по 2010 гг. сотрудниками отдела селекции и семеноводства кукурузы КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко велась работа по созданию новых среднеспелых линий кукурузы. В работу были вовлечены элитные линии отдела и линий мировой коллекции: Кр 244, Кр 195, Кр 720, Кр 717, Кр 42, Кр 602/2, Кр 702. Селекционная ценность данного материала была подробно изучена в предыдущие годы исследований. Для расширения генетической основы создаваемых самоопыленных линий в скрещивания были включены две линии кукурузы, имеющие широкую генетическую основу: Кр 161, Кр 225 (Таблица 1).

В таблице 1 показана принадлежность к гетерозисной группе и группе спелости исходного материала используемого в скрещиваниях при создании новых

самоопыленных линий кукурузы. В основном это линии, принадлежащие гетерозисной группе Ланкастер и несколько линий с широкой генетической основой.

Таблица 1 – Линии кукурузы, привлеченные для создания нового исходного материала (КНИИСХ, 2005 г.)

Название линии	Гетерозисная группа	ФАО
Кр 244	Lancaster	300
Кр 195	Lancaster	420
Кр 720	Lancaster	420
Кр 717	Lancaster	300
Кр 42	Lancaster	350
Кр 602/2	Lancaster	350
Кр 702	Lancaster	390
Кр 161	Kr Syn1	390
Кр 225	Kr Syn2/78	350

В таблице 2 показана детальная схема подбора родительских форм для скрещиваний.

Таблица 2 – Схема скрещиваний исходных линий по блокам гетерозисных групп (КНИИСХ, 2005 г.)

Блоки гетерозисных групп	Гибридные комбинации
Ланкастер × Ланкастер	Кр717×Кр195, Кр42×Кр717, Кр702×Кр244, Кр602/2×Кр720
Ланкастер × линии с широкой генетической основой	Кр161×Кр195, (Кр161×Кр195) ×Кр720, Кр225×Кр717

С участием линий, включающих гетерозисную группу Ланкастер, было создано четыре гибридные комбинации. В другом блоке с участием трех линий гетерозисной группы Ланкастер и двух линий с широкой генетической основой было получено три гибридные комбинации. На данных гибридных комбинациях был заложен новый линейный материал.

На пятом году инбридинга, когда линии достигли удовлетворительной морфологической выровненности, по результатам фенотипического отбора и последующей селекционной оценки было отобрано 23 самоопыленные линии кукурузы. В 2011 году были проведены скрещивания новых линий с тестерами-анализаторами. Для интенсификации работ по выделению лучших линий, тестирование изучаемого материала осуществлялось с несколькими тестерами-анализаторами, в качестве которых привлекались линии двух гетерозисных групп: Iodent (линии Кр 640/3, Кр 627) и Stiff Stalk Synthetic (Кр 73), что позволило ускорить процесс создания новых перспективных гибридных комбинаций.

Оценка морфо – биологических признаков новых самоопыленных линий кукурузы. По мнению Л. Г. Романенко (1968), при планировании работ по инбридингу и подбору родительских пар для гибридизации, очень важно учитывать тот факт, что наибольшей изменчивостью, в зависимости от климатических условий, обладают признаки «период от всходов до цветения метелки» и «период от входов до цветения початка».

Анализ полученных данных показал, что в большинстве изучаемых самоопыленных линий, в среднем по годам, разрыв между цветением метелки и цвете-

нием початка составлял 1 день, но у линии Ex0018 этот период составил 2 дня. У линий Ex006, Ex008, Ex009, Ex0010, Ex0016, Ex0023 наблюдалось одновременное цветение обоих гаметофитов, что говорит об их высокой ценности для семеноводства.

В своих работах Г. Е. Шмараев (1975) указывает, что метелка кукурузы начинает зацветать на 3 - 5 день после выхода из трубки листьев, период цветения мужских соцветий продолжается в среднем около семи дней. Большинство представленных в настоящей работе самоопыленных линий зацвели именно в этот период. Однако линия Ex0017 начинала зацветать, будучи еще в листовой обертке. У двух линий Ex0019 и Ex0022 наблюдалось позднее цветение – через 6 и 7 дней соответственно после выхода метелки из листа. Продолжительность периода цветения метелки у изучаемых линий варьировал от 4 до 7 дней. Дольше всего цвели линии Ex009 и Ex0022. Наименьшее среднее значение за все годы исследований по признаку «всходы – 50% цветения початков» был в 2012 году ($X_{ср} \pm S_{X_{ср}} = 54,1 \pm 0,2$). В 2013 и 2014 годах данный признак увеличил свое значение на 2,1 и 3,2 дня соответственно. Данные факты указывают на то, что все изучаемые линии относятся к среднеспелой группе.

В настоящей работе была проведена комплексная оценка линий по основным морфо-биологическим признакам – «высота растения», «высота прикрепления початка», «облиственность» (Таблица 3).

Таблица 3 - Параметры варьирования хозяйственно-важных признаков новых самоопыленных линий кукурузы (КНИИСХ, 2012 - 2014 гг.)

Признак	Значение признака			Lim ($X_{max} - X_{min}$)	CV,%	StdDv
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	X_{min}	X_{max}			
Год исследования	2012					
Количество линий, шт.	23					
Высота растений, см	163,5±2,71	136,0	186,0	50,0	8,1	±13,1
Высота прикрепления початка, см	58,4±1,64	45,0	70,0	25,0	13,1	±7,6
Количество листьев на стебле, шт.	17,3±0,23	16,0	18,0	2,0	4,9	±0,8
Год исследования	2013					
Количество линий, шт.	23					
Высота растений, см	170,3±2,71	139,5	194,0	54,5	7,6	±12,9
Высота прикрепления початка, см	65,2±1,72	50,0	76,0	26,0	12,6	±8,0
Количество листьев на стебле, шт.	17,2±0,19	16	18,0	2,0	4,9	±0,8
Год исследования	2014					
Количество линий, шт.	23					
Высота растений, см	172,5±2,71	142,0	195,4	53,4	7,6	±13,0
Высота прикрепления початка, см	64,9±1,71	51,5	77,0	25,4	12,4	±8,0
Количество листьев на стебле, шт.	17,1±0,19	16,0	18,0	2,0	4,9	±0,8
Год исследования	Среднее за 2012-2014					
Количество линий, шт.	23					
Высота растений, см	168,3± 2,71	139,7	191,7	52,0	7,6	±12,9
Высота прикрепления початка, см	62,2± 1,62	49,0	73,0	24,0	12,4	±7,7
Количество листьев на стебле, шт.	17,0± 0,12	16,0	18,0	2,0	4,1	±0,7

В среднем по всем изучаемым самоопыленным линиям высота растений в 2012 году составила $163,5 \pm 2,71$ см, минимальное и максимальное значение по этому признаку имели линии Ex0019 и Ex0005, 136 и 186 см соответственно. Размах варьирования составил 50 см. В 2013 году этот признак увеличил свое среднее значение на 7,6 см и составлял $170,3 \pm 2,71$, минимальное и максимальное значение имели те же генотипы, что и в 2012 году.

2014 год характеризовался обилием осадков в критические фазы роста и развития растений, что кардинально повлияло на морфологические признаки новых линий, поэтому в 2014 году отмечены наиболее высокие значения по данному параметру.

Самоопыленные линии по признаку «высота прикрепления початка» в 2012 году имели среднее значение равное $58,4 \pm 1,64$ см, минимальное и максимальное значения по этому признаку имели линии Ex0019 и Ex0014, 45 и 70 см соответственно. Самоопыленные линии в 2013 году, аналогично высоте растений, по признаку «высота прикрепления початка» увеличили свои значения в среднем на 6,8 см, в виду более благоприятных погодных условий.

В 2014 году наиболее высокое прикрепление початков было у линий Ex0005 и Ex0006. Этот признак у них был равен 77 см. Среднее значение по данному признаку за 3 года исследований составило $62,2 \pm 1,64$ см. Максимальное и минимальное значению имели линии Ex0006 (73) и Ex0019 (49), что соответствует требованиям механизированной уборки. По мнению А.А. Капустина (1981) при механизированной уборке минимально допустимая высота прикрепления початка должна составлять 30-50 см. Руководствуясь этим положением, все анализируемые инбредные линии представляют собой высокую ценность с точки зрения технологичности.

Среднее значение признака «количество листьев» за 3 года исследований оставался практически неизменным. Однако наблюдалось незначительные вариации на некоторых самоопыленных линиях ($CV = 4,9\%$). Среднее значение по данному признаку равно 17. В связи с этим, мы считаем, что количество листьев на растении тесно коррелирует с периодом вегетации.

В целом за годы проведенных исследований прослеживается существенное варьирование средних значений высоты растения и прикрепления початка, а также периода всходы – 50% цветения початка, что подтверждает литературные данные о подверженности этих признаков изменению от климатических условий среды. Признак «количество листьев» на протяжении трех лет оставался неизменным.

Анализ элементов структуры урожайности и хозяйственно-ценных признаков самоопыленных линий кукурузы. Переходя к изучению урожайных данных, рассматриваемых самоопыленных линий, мы обратились к их основным элементам, составляющим структуру урожая. Так, признак «длина початка» является одним из наиболее важных количественных признаков элементов структуры урожая кукурузы. На основании анализа данных выяснили, что большинство изучаемых самоопыленных линий имели средний размер початка, что соответствует 5-6 баллам согласно широкому унифицированному классификатору СЭВ (1977),

но также присутствовали линии с длинным початком (7 баллов). Размах варьирования данного признака составил 3,1 см при $CV = 6,6 \%$. Максимальное значение по признаку «длина початка» имела линия Ex006 (15,2 см), минимальное у линий Ex004, Ex008 и Ex0014 (12,1 см).

Диаметр початка так же считается одним из важных количественных признаков самоопыленных линий, так как коррелятивно связан с интенсивностью потери влаги при созревании (И. М. Чилашвили, А. И. Супрунов, Л. Ю. Судакова, 2013). Среднее значение признака «диаметр початка» за годы исследований равнялось $4,4 \pm 0,12$ см. Размах варьирования по данному признаку равен 1,7 см ($X_{\min}=3,3$; $X_{\max}=5,0$), коэффициент вариации при этом составил 12,7%, что говорит о слабой изменчивости по данному признаку среди изучаемых генотипов. Все это подтверждает тот факт, что большинство инбредных линий имели средний диаметр початка (5баллов), но также присутствовали генотипы, имевшие толстый початок ($\geq 4,1$ см).

По утверждению многих исследователей в отличие от ряда других признаков, «число рядов зерен на початке» формируется на более ранних этапах органогенеза (Ф. М. Куперман, 1989; А. Э. Панфилов, 2004). В наших исследованиях «количество рядов зерен на початке» имел среднее значение равное $14,5 \pm 0,31$ шт. Вариация признака у всей изучаемой совокупности линий была в пределах 4 рядов ($X_{\min}=12$; $X_{\max}=16$), коэффициент вариации при этом составил 9,2%. Согласно широкому унифицированному классификатору СЭВ большинство изучаемых линий можно отнести к растениям с малым количеством рядов зерен на початке. Линии Ex005, Ex006, Ex0010, Ex0011, Ex0012, Ex0020, Ex0023 имели по 16 рядов зерен на початке.

Главным компонентом урожайности – считается признак «число зерен в ряду початка», так как в большей степени определяет величину продуктивности одного растения и соответственно урожая зерна с единицы площади (Г. П. Котова, Н. Ф. Шохов, Н. И. Мусторин, 1986). По нашим данным, наибольшее число зерен в ряду (36 – 38 шт.) в группе изучаемых самоопыленных линий было отмечено у линий Ex002, Ex005, Ex006, Ex0012, Ex0018, Ex0019, Ex0022. Большая часть линий имела в ряду 31-35 зерен (5 баллов), что относит их к растениям со средним количеством зерен в ряду. Вариация по данному признаку за годы исследований у изучаемой совокупности линий составила 11 зерен. При этом наблюдается высокая стабильность изучаемого признака. Все это определяет возможность селекции кукурузы на максимальную выраженность данного признака.

В наших исследованиях масса початка характеризовалась как средняя и высокая (5,6 и 7 баллов). Среднее значение данного признака было равно $107,7 \pm 2,22$ грамм, вариация данного признака составила 31,2 грамма.

За годы проведения исследований наблюдалась значительная вариация признака «масса зерна с початка» среди изучаемых линий (32,1 грамма), коэффициент вариации был 12,8 %, что подтверждает генетическое разнообразие анализируемого материала. Линии Ex005, Ex006, Ex0011, Ex0023 имели наибольшее значение по данному признаку (100 – 110 грамм). Среднее значение – $88,8 \pm 2,41$ грамм.

В наших исследованиях признак «масса 1000 зерен» имел среднее значение равное $290,8 \pm 5,53$ (5 – 6 баллов по широкому унифицированному классификатору СЭВ). В ходе исследований были выделены генотипы с крупным зерном – линии Ex001, Ex005, Ex006, Ex0015, Ex0017, Ex0019 и Ex0021 (300 – 340 грамм). Было установлено, что условия выращивания значительно влияют на величину массы 1000 зерен самоопыленных линий.

Ряд авторов отмечает, что количественный признак «выход зерна с початка» существенно коррелирует с урожайностью (W. A. Russell, 1992; A. K. Sanghi, 1982). В наших исследованиях было установлено, что у всех изучаемых генотипов был высокий процент выхода зерна с початка. Среднее значение по данному признаку было 82,3%. У линий Ex003, Ex006, Ex009, Ex0010, Ex0011, Ex0017, Ex0018 и Ex0023 этот показатель превысил 85%, что вызывает к этим генотипам особый интерес.

Анализ урожайности и уборочной влажности зерна самоопыленных линий кукурузы показал наличие достоверных различий, как по годам, так и в среднем за годы исследований. Представленные в таблице 4 самоопыленные линии достоверно превысили средние показатели урожайности по опыту.

В 2014 году средняя урожайность изучаемых линий была выше по сравнению с предыдущими годами. Коэффициент вариации по признаку «урожайность зерна» на протяжении трех лет был близок к 16-19%, что говорит о достаточно высокой вариабельности данного признака в зависимости от изучаемого генотипа.

Таблица 4 – Характеристика лучших новых самоопыленных линий кукурузы по признакам «урожайность зерна» и «уборочная влажность зерна»,
(КНИИСХ, 2012-2014гг.)

Линия	Урожайность зерна, т/га.				Уборочная влажность зерна, %			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее
Ex003	2,81	2,86	3,10	2,92	16,1	16,6	15,8	16,2
Ex006	2,89	2,96	3,73	3,19	16,6	18,2	16,5	17,1
Ex007	2,62	2,89	3,32	2,94	16,4	16,1	15,9	16,1
Ex0011	3,23	3,43	3,71	3,46	17,1	18,2	17,1	17,5
Ex0012	2,76	2,92	3,14	2,94	17,9	19,1	17,0	18,0
Ex0017	2,77	2,79	3,19	2,92	15,4	16,7	15,9	16,0
Ex0023	2,79	2,91	3,31	3,00	16,5	17,4	16,2	16,7
X _{ср}	2,31	2,49	2,81	2,54	16,5	17,6	16,3	16,8
НСР ₀₅	0,41	0,36	0,44	0,40	1,18	1,75	0,83	1,19
X _{min}	1,6	1,8	2,1	1,8	15,2	15,6	15,4	15,4
X _{max}	3,23	3,43	3,73	3,45	18,2	20,5	17,8	18,8
CV, %	18,7	16,1	16,0	16,6	5,8	7,5	3,6	5,4

В среднем за три года лучшие результаты по урожайности имели самоопыленные линии Ex006, Ex0011 и Ex0023. Максимальную урожайность за все годы исследований имела линия Ex0011. Уборочная влажность зерна изучаемого набора линий значительно варьировала по годам исследований. В 2012 году средняя влажность зерна по опыту была равна 16,5 %, коэффициент вариации при этом составил 5,8 %. Однако 2013 год характеризовался более высокой влажностью

зерна при созревании, т.к. в период уборки выпало значительное количество осадков, что в свою очередь помешало определению дифференциации по данному признаку (CV3,6%) среди изучаемых генотипов. Более ранняя уборка изучаемого материала в 2014 году позволила выявить различия по признаку «влажность зерна» и дать наиболее точные рекомендации по направлению использования того или иного материала при вовлечении его в топкроссные скрещивания.

В России, особенно в южных регионах, часто повторяющиеся засушливые условия в сочетании с высокими температурами отрицательно сказывается на урожайности зерна кукурузы. Поэтому актуальным является создание гибридов кукурузы с высоким адаптивным потенциалом в жестких гидротермических условиях (С. Н. Чистяков, А. И. Супрунов, И. М. Чилашвили, 2013). Н. С. Петин (1962) отмечал, что в условиях достаточного увлажнения единственным неблагоприятным климатическим фактором, снижающим урожай зерна, являются высокие температуры воздуха, приводящие к перегреву листовой поверхности. Исходя из выше изложенного, нами была поставлена задача провести оценку самоопыленных линий кукурузы на жароустойчивость.

При анализе полученных данных было выделено 8 самоопыленных линий кукурузы, которые обладали высокой жароустойчивостью (Таблица 5). В данную группу отнесены самоопыленные линии, всхожесть семян которых при температуре 43°C варьировала в пределах 70% - 100%.

Самоопыленные линии Ex001, Ex003, Ex006, Ex007, Ex0011, Ex0012, Ex0017, Ex0023 по данным визуальной оценки в полевых условиях также обладали жароустойчивостью. Самоопыленные линии кукурузы, характеризующиеся высокой жароустойчивостью, обладали также и другими ценными признаками и свойствами.

Таблица 5 – Характеристика самоопыленных линий кукурузы, выделенных по жароустойчивости (КНИИСХ, 2014 г.)

Линия	Урожайность зерна, т/га	Высота растения, см	Количество листьев, шт.	Выход зерна с початка, %	Масса 1000 зерен, г
Ex001	2,84	161,1	16,0	84,7	344,6
Ex003	3,10	185,5	18,0	83,6	287,4
Ex006	3,73	178,6	17,0	84,7	307,0
Ex007	3,32	164,0	17,7	81,9	298,5
Ex0011	3,71	173,3	16,8	84,4	279,0
Ex0012	3,14	165,7	16,0	84,7	276,8
Ex0017	3,19	175,6	17,7	83,0	317,6
Ex0023	3,31	172,3	16,0	85,9	287,8
Среднее	2,81	172,5	17,2	83,3	292,8
НСР ₀₅	0,44	6,2	1,6	2,7	17,4

Выделенные по жароустойчивости самоопыленные линии кукурузы, в большинстве случаев, имели и самые высокие значения урожайности зерна. Отличались такими признаками, как высота растения, выход зерна с початка и масса 1000 зерен.

Анализ зависимости урожайности самоопыленных линий кукурузы от структурных элементов продуктивности. Изучая урожайные данные самоопы-

ленных линий кукурузы, мы провели корреляционный анализ элементов продуктивности, так как он дает возможность выделить наиболее важные признаки, на которые необходимо обращать особое внимание в процессе селекции. В наших исследованиях корреляции между урожайностью и основными элементами ее структуры имели дифференцированное значение (Таблица 6). Большинство представленных в таблице элементов структуры урожая имели среднюю и к тому же положительную связь с урожайностью самоопыленных линий. В частности, наиболее высокий коэффициент корреляции был в сопряжении «урожайность зерна – длина початка и количество зерен в ряду». Незначительные значения наблюдались между признаками «урожайность - диаметр початка» и «урожайность – количество рядов зерен».

Таблица 6 – Коэффициенты корреляции между урожайностью зерна и элементами её структуры у изучаемых самоопыленных линий кукурузы, (КНИИСХ, 2012 - 2014гг.)

Элементы структуры урожайности	Год исследования			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее
Длина початка, см	0,58	0,60	0,62	0,65
Диаметр початка, см	0,16	0,14	0,14	0,15
Количество рядов зерен, шт.	0,15	0,12	0,17	0,19
Количество зёрен в ряду, шт.	0,55	0,47	0,66	0,60
Выход зерна с початка, %	0,38	0,35	0,33	0,41
Масса 1000 зёрен, г	0,45	0,40	0,64	0,55
Коэффициенты корреляции достоверны на 5%-ном уровне значимости $P < 0,05$				

Признак «масса 1000 зерен» в 2014 году имел более высокий коэффициент корреляции с урожайностью по сравнению с предыдущими годами. Так же прослеживается вариация корреляционной зависимости между изучаемыми признаками по годам.

В частности, в 2012 - 2013 годах признак длина початка имел наибольшую сопряженность с урожайностью самоопыленных линий ($r = 0,58$ и $0,60$ соответственно), а в 2014 году, в виду более благоприятных условий произрастания, таким значением обладал признак «количество зерен в ряду ($r = 0,66$)». Судя по коэффициенту детерминации ($d_{yx} = 0,44$) в 44% случаях урожайность самоопыленных линий кукурузы зависела от количества зерен в ряду, а в 56% обусловлено влиянием генотипа и других факторов. Приведенные данные показывают, что повышение продуктивности кукурузы достигается в основном за счет увеличения длины початка, массы зерна и количеством зерна в ряду.

Комбинационная способность новых самоопыленных линий кукурузы. Однофакторный дисперсионный анализ данных показал достоверные генотипические различия между гибридами топкроссной схемы по урожайности зерна за 3 года исследований ($F_{\text{факт.}} > F_{\text{теор.}}$). При этом установлена существенная вариабельность исходных родительских компонентов как под влиянием общей, так и специфической комбинационной способности: $F_{\text{факт.}} > F_{\text{теор.}}$ – для двух видов дисперсий (таблица 7). Анализ данных приведенных в таблице 7 показал неоднородность в отношении средних квадратов изменчивости ОКС и СКС ($ms_{\text{ОКС}} / ms_{\text{СКС}}$) по го-

дам. В 2014 году этот показатель ровнялся 1,15, что указывает на преобладание в генетическом контроле аддитивных эффектов генов над неаддитивными.

Таблица 7 - Анализ вариантов комбинационной способности родительских форм по признаку «урожайность зерна» в топкроссной схеме, (КНИИСХ, 2012-2014гг.)

Изменчивость признака	Число степеней свободы	Средние квадраты по признаку «урожайность зерна»		
		2012 г.	2013 г.	2014 г.
ОКС линий	22	14,24	16,59	24,65
ОКС тестеров	2	1,86	51,53	21,80
СКС	44	22,47	23,81	21,44
Остаточная	136	8,71	7,88	10,28
msОКС линий/msСКС	-	0,63	0,7	1,15
(Ффакт. > Fтеор.)				

Анализ данных самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» показал, что высокой и стабильной оценкой ОКС в 2012 году обладали линии: Ех006, Ех0012, Ех0014 и Ех0016. Однако только три из этих линий показали такой же результат. Линия Ех0014 в 2013 году имела низкую оценку ОКС (-0,55) (Таблица 8). Результаты изучения эффектов ОКС в 2014 показали иную картину в связи с более благоприятными погодными условиями. Более интенсивные осадки в важные фазы органогенеза растений кукурузы способствовали раскрытию потенциала многих самоопыленных линий изучаемых в опыте. Линии Ех006, Ех007, Ех0010, Ех0014, Ех0015, Ех0016, Ех0018 и Ех0022 имели высокие эффекты ОКС достоверно превосходящие среднее значение.

Таблица 8 - Эффекты ОКС лучших самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна», (КНИИСХ, 2012 – 2014 гг.)

Название линии	Эффекты ОКС линий		
	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Ех004	0,18	0,43	-0,91
Ех006	0,43	0,29	0,43
Ех007	0,21	-0,20	0,40
Ех0010	0,13	0,23	1,15
Ех0012	0,84	0,51	-0,22
Ех0014	0,79	-0,55	0,56
Ех0015	-0,81	0,28	0,90
Ех0017	0,42	0,57	0,50
Ех0018	-0,80	0,18	0,34
Ех0022	0,24	-0,33	0,58
НСР ₀₅	0,28	0,27	0,30

Анализируя полученные результаты, отметим, что существенно высокими и стабильными вариансами СКС хотя бы по двум годам изучения по признаку «урожайность зерна», в различных условиях выращивания, характеризуются следующие самоопыленные линии Ех006, Ех0010, Ех0014, Ех0016, Ех0017, Ех0020, Ех0022, Ех0023 (Таблица 9).

Анализ СКС самоопыленных линий и тестеров кукурузы за 2012 год показал, что высокие константы СКС имели гибридные комбинации: Ех005×Кр627, Ех006×Кр627, Ех0010×Кр627, Ех0014×Кр627, Ех0023×Кр627, Ех0013×Кр640/3,

Ех0018×Кр640/3, Ех0020×Кр640/3, Ех0021×Кр640/3, Ех001×Кр73, Ех0016×Кр73, Ех0017×Кр73, Ех0022×Кр73. Эти гибриды можно назвать высокогетерозисными.

Таблица 9 – Значения вариантов специфической комбинационной способности (σ^2Si) самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Вариансы СКС (σ^2Si) по признаку урожайность зерна		
	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Ех006	0,50	0,29	1,80
Ех0010	0,68	0,04	0,61
Ех0014	0,67	0,12	1,37
Ех0015	0,72	0,19	0,29
Ех0016	1,09	0,91	0,21
Ех0017	0,81	0,34	0,65
Ех0020	1,84	0,03	0,48
Ех0022	0,24	1,60	1,04
Ех0023	0,70	0,78	0,82
σ^2Si среднее	0,46	0,49	0,43

Высокая специфичность взаимодействия по урожаю зерна в 2013 году имела место в следующих гибридных комбинациях: Ех006×Кр627, Ех007×Кр627, Ех009×Кр627, Ех0022×Кр627, Ех001×Кр640/3, Ех0015×Кр640/3, Ех0016×Кр640/3, Ех0023×Кр640/3, Ех004×Кр73, Ех0017×Кр73, Ех0021×Кр73, Ех0023×Кр73. К тому же высокие варианты СКС в 2013 году были свойственны линиям: Ех004, Ех009, Ех0016, Ех0021, Ех0022, Ех0023.

Так как 2014 год характеризовался более благоприятными погодными условиями для роста и развития растений кукурузы, то и картина анализа специфической способности родительских форм отличалась от предыдущих годов. Высокие константы СКС имели следующие гибридные комбинации: Ех001×Кр627, Ех006×Кр627, Ех0010×Кр627, Ех0014×Кр627, Ех0018×Кр640/3, Ех0020×Кр640/3, Ех0022×Кр640/3, Ех0011×Кр73, Ех0017×Кр73, Ех0023×Кр73.

Наивысший эффект СКС за три года испытаний был отмечен у гибридных комбинаций Ех0014×Кр627, Ех0020×Кр640/3, Ех0022×Кр640/3, Ех0022×Кр640/3, Ех0023×Кр73. Также следует выделить комбинации Кр627×Ех006, Кр73×Ех0017 у которых константы СКС по урожаю в годы исследований были стабильно высокими.

Изучение реакции новых самоопыленных линий на ЦМС. В ходе проведенных исследований была проанализирована реакция на ЦМС у новых самоопыленных линий кукурузы, выделившихся в результате селекционного процесса по комбинационной способности и хозяйственно-полезным признакам.

Анализ цветения метелок гибридов F1 (стерильное растение + изучаемая линия) показал различный количественный состав закрепителей стерильности и восстановителей фертильности по каждому типу. В результате изучения реакции линий кукурузы на ЦМС М – типа было выявлено, что 37,5 % особей являются полными закрепителями стерильности, 18,5 % - полувосстановителями фертильности и 43,75 % - естественными восстановителями фертильности. По сравнению

с М типом восстановители фертильности С типа составили более высокий процент (Таблица 10).

Таблица 10 – Реакция новых лучших самоопыленных линий кукурузы на ЦМС С и М-типа (КНИИСХ, 2013г.)

Тип ЦМС	Изучено линий, штук	Закрепители стерильности		Полувосстановители фертильности		Восстановители фертильности	
		штук	%	штук	%	штук	%
М	16	6	37,5	3	18,75	7	43,75
С	16	3	18,75	3	18,75	10	62,5

Согласившись с мнением многих ученых, что классификация линий только по количеству стерильных, полуфертильных и фертильных растений не дает полную характеристику реакции изучаемого материала на ЦМС, нами был проведен более полный анализ самоопыленных линий кукурузы.

Тщательная оценка стерильности и фертильности линий кукурузы позволила выделить образцы с самой низкой фертильностью и формы с высокой восстановительной способностью. По результатам наших исследований установлено, что самоопыленные линии Ex005 и Ex0011 являются полными закрепители стерильности. Линии Ex004, Ex007, Ex0010, Ex0013, Ex0018 являются частичными и полными восстановители фертильности пыльцы по обоим типам ЦМС.

Оценка хозяйственно-ценных признаков лучших тесткроссов. В условиях резкого повышения цен на энергоносители и СЗР, становится очевидным, что рентабельное производство сельскохозяйственных культур не может быть достигнуто только за счет правильной агротехники или расширения площади посевов.

Поэтому одним из главных путей выхода из сложившейся ситуации является создание новых высокопродуктивных гибридов кукурузы, которые в свою очередь будут отвечать всем требованиям аграриев, покрывать все расходы и приносить прибыль сельхозтоваропроизводителям.

Новые гибриды кукурузы достоверно превосходили по продуктивности зерна стандарт. Наивысшей урожайностью в 2012 (6,89 тонны с 1 га.) обладал гибрид Ex0014×Кр 627, в 2013 году Ex009×Кр 627 (9,26 тонны с 1 га.) и в 2014 году гибрид Ex0010×Кр 627 (10,88 тонны с 1 га.). Также прослеживаются стабильно высокие урожаи по годам изучения у гибридов Ex006×Кр 627, Ex0010×Кр 627, Ex0014×Кр 627 и Ex0017×Кр 73.

По уборочной влажности зерна на протяжении трех лет показывали очень ценные результаты две гибридные комбинации Ex006×Кр 627 и Ex0017×Кр 73. Они имели существенно низкую по сравнению со стандартом уборочную влажность зерна при созревании, что в настоящее время является актуальной проблемой отечественных гибридов кукурузы по сравнению с зарубежными. Анализируя показатели высоты растения и высоты прикрепления початка новых гибридов кукурузы видно, что наивысшие показатели по данным признакам были в 2014 году (Таблица 11). Все анализируемые формы представляют собой высокую ценность с точки зрения технологичности.

Таблица 11 - Характеристика перспективных гибридов кукурузы по основным хозяйственно-ценным признакам (КНИИСХ, 2012 - 2014 гг.)

Гибрид	Урожайность, т/га	Уборочная влажность зерна, %	Высота растения, см	Высота прикрепления початка, см	Всходов - цветения 50% початков/полная спелость, дн.	Количество листьев на стебле, шт.
2012 г.						
Краснодарский 385 МВ (ст.)	5,31	17,96	220	90	57,3/119,5	17,8
Ех006×Кр 627	6,32	15,80	205	90	57,2/117,4	17,2
Ех0010×Кр 627	6,14	17,47	190	80	58,1/119,4	18,1
Ех0014×Кр 627	6,89	17,43	195	85	56,2/120,2	18,2
Ех0023×Кр 627	6,16	17,30	190	90	58,4/122,2	17,5
Ех0021×Кр 640/3	6,29	17,80	225	100	58,0/119,8	17,2
Ех0017×Кр 73	6,28	16,53	195	80	56,2/118,0	17,0
НСР ₀₅	0,63	0,80	-	-	-	-
CV, %	14,30	7,81	5,62	14,57	2,1/4,2	2,74
StdDv	0,73	1,42	11,41	12,58	0,9/1,6	0,48
2013 г.						
Краснодарский 385 МВ (ст.)	8,05	19,50	245	100	59,2/120,5	18,2
Ех003×Кр 627	9,07	20,67	220	95	58,6/119,4	18,0
Ех006×Кр 627	8,84	17,97	225	105	59,4/121,4	18,1
Ех009×Кр 627	9,26	20,57	240	110	59,2/121,1	17,4
Ех009×Кр 640/3	8,80	19,73	235	110	59,3/122,1	17,6
Ех0017×Кр 73	9,22	17,67	250	110	58,1/120,6	17,4
НСР ₀₅	0,64	0,62	-	-	-	-
CV, %	12,4	7,99	4,19	6,78	1,11/1,0	2,12
StdDv	1,16	1,68	9,60	6,88	0,65/1,19	0,37
2014 г.						
Краснодарский 385 МВ (ст.)	9,24	17,65	260	115	59,3/115,2	18,5
Ех006×Кр 627	10,58	14,90	255	110	58,3/114,2	17,6
Ех007×Кр 627	9,99	15,70	245	105	58,4/113,5	18,1
Ех0010×Кр 627	10,88	17,30	270	120	58,3/116,4	17,4
Ех0014×Кр 627	10,65	17,30	260	115	59,1/118,2	18,2
Ех0022×Кр 640/3	10,20	16,30	260	110	58,5/116,4	18,6
Ех0017×Кр 73	10,24	15,1	265	115	57,6/113,8	17,4
НСР ₀₅	0,73	0,61	-	-	-	-
CV, %	11,4	7,81	3,08	2,44	1,89/2,87	2,03
StdDv	0,97	1,41	7,74	2,76	0,87/1,34	0,36

Судя по данным приведенным в таблице 12 так же можно сделать вывод, что большинство гибридов изучаемых в нашей работе принадлежит к средне-спелой группе (ФАО 300 – 399).

Анализ урожайности и хозяйственно – важных признаков наглядно продемонстрировал нам всю ценность новых гибридов кукурузы.

Определение эффектов гетерозиса в гибридных комбинациях по признаку «урожайность зерна». Использование высокогетерозисных гибридов в производстве сыграло важную роль в повышении урожайности и валовых сборов зерна кукурузы в нашей стране. В связи с этим нами был проведен сравнительный анализ проявления гетерозиса экспериментальных гибридов кукурузы по отношению к стандарту (Краснодарский 385).

При сравнительном анализе средних параметров варьирования эффектов гетерозиса, по признаку «урожайность зерна», в целом за три года исследований, показывают положительный сдвиг результатов в 2013 году по отношению к 2012 году. Однако значения конкурсного гетерозиса 2014 года показали регресс среднего значения к 2013 году, но при этом минимальное значение этого года было выше двух предыдущих лет исследований на 14,9% и 10,8% соответственно (Рисунок 1).

Жесткие условия вегетации 2012 года вызвали снижение урожайности большинства тесткроссов и преобладание значений ниже средних. Тем не менее, наблюдается неоднородность в данной тенденции в 2013 и 2014 годах, что свидетельствует о возможности отбора форм с высоким проявлением признака.

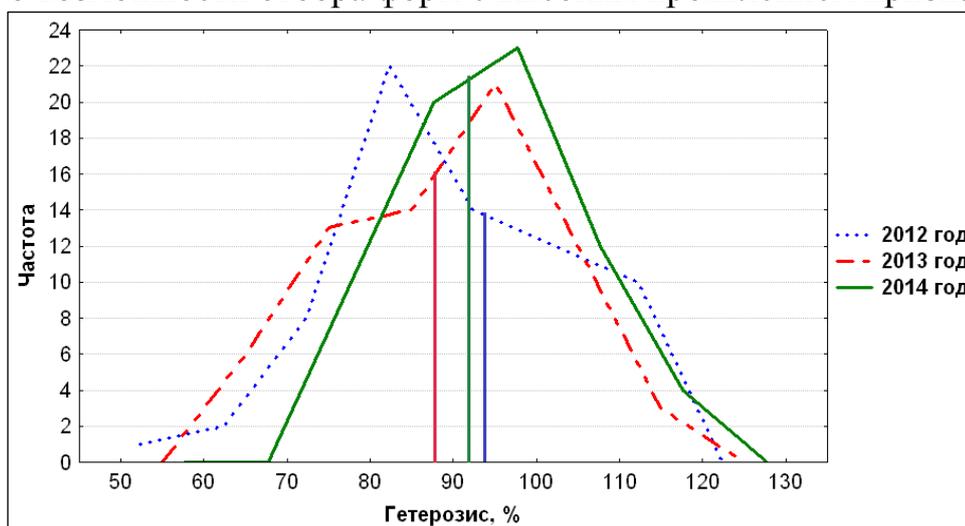


Рисунок 1 – Распределение частот конкурсного гетерозиса тесткроссов по признаку «урожайность зерна», Краснодар, 2012-2014 гг.

На основании оценки эффектов конкурсного гетерозиса по признаку «урожайность зерна» за три года исследований, была выявлена неоднородность в проявлении этого признака в тесткроссах (Таблица 11).

В большинстве гибридных комбинаций не наблюдалось высокого эффекта гетерозиса за все годы исследований. Так гибриды Ех0023×Кр627 ($\Gamma_{\text{конк.}} = 15,82\%$), Ех0021×Кр640/3 ($\Gamma_{\text{конк.}} = 18,44\%$) имел довольно высокие и к тому же положительные эффекты по данному признаку в 2012 году, показали кардинально противоположную картину в последующих 2013 и 2014 годах. Такие же результаты показали гибриды Ех003×Кр627 и Ех009×Кр627, имев отрицательные эффекты в 2012 и 2014 годах. Однако гибридные комбинации Ех006×Кр627 и Ех0017×Кр73 имели высокие эффекты конкурсного гетерозиса во все три года исследований, что подтверждает данные оценок КС.

Таблица 11 - Результаты изучения конкурсного гетерозиса лучших тесткроссов по признаку «урожайность зерна» (КНИИСХ, 2012-2014гг.)

Гибрид	Эффекты конкурсного гетерозиса, отклонение от стандарта, %		
	2012 год	2013 год	2014 год
Краснодарский 385 (St.)	100% (5,31 т/га)	100% (8,05 т/га)	100% (9,24 т/га)
Ex006×Кр 627	+18,9%	+9,5%	+14,5%
Ex0010×Кр 627	+15,6%	+2,4%	+17,9%
Ex0014×Кр 627	+19,7%	-5,3%	+15,5%
Ex0023×Кр 627	+15,8%	-22,1%	-15,5%
Ex0021×Кр 640/3	+18,4%	-17,9%	-7,4%
Ex0017×Кр 73	+18,3%	+14,5%	+9,9%
Ex003×Кр 627	-16,9%	+12,6%	-16,1%
Ex009×Кр 627	-4,07%	+15,3%	-15,5%
Ex009×Кр 640/3	-7,4%	+9,4%	-7,4%
Ex0022×Кр 640/3	-11,5%	-28,3%	+10,5%
НСР ₀₅	11,9%	8,0%	8,3%

Таким образом, на основании полученных результатов, в целом, можно говорить о правильности выбранного положения родительских компонентов в формулах наиболее перспективных тесткроссов, которые обеспечили высокие значения эффектов гетерозиса по признаку «урожайность зерна».

Биохимический анализ зерна лучших среднеспелых гибридов кукурузы. Для получения высококачественных крахмалопродуктов необходимо сырье хорошего качества, поэтому селекционная работа на химический состав зерна кукурузы ведется в отношении количественного и качественного состава углеводов, масла, белков зародыша и эндосперма.

В связи с этим нами был заказан в ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, а именно в НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции биохимический анализ зерна, выделившихся в 2014 году гибридных комбинаций, для определения массовой доли белка и крахмала (Рисунок 2).

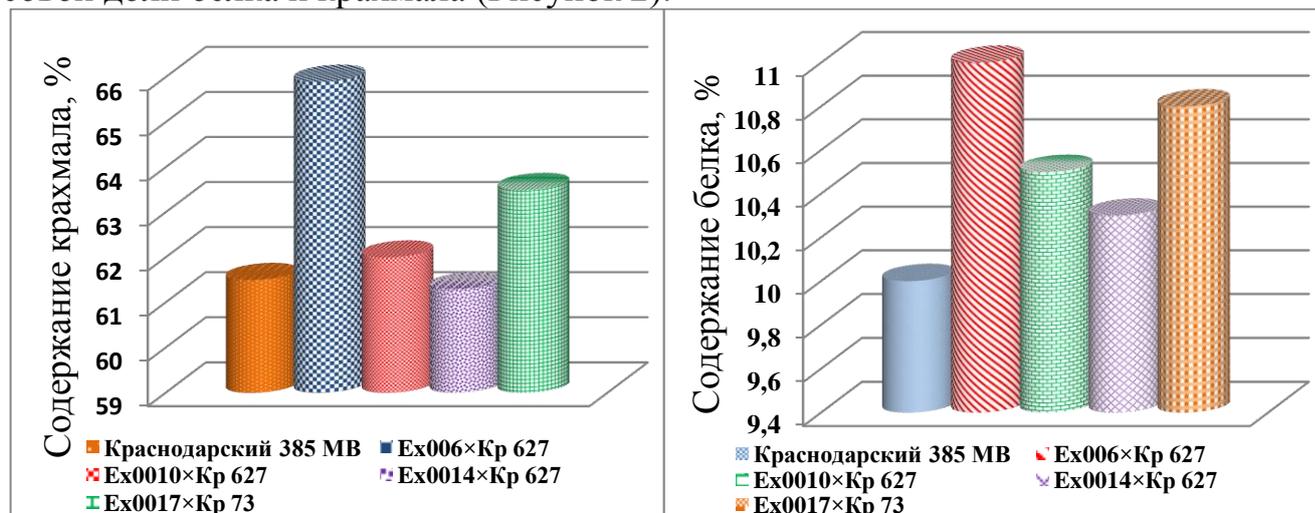


Рисунок 2 – Содержание белка и крахмала в зерне выделившихся по признаку «урожайность зерна» гибридов кукурузы (КНИИСХ, 2014 г.)

Изучение признака «содержание крахмала» показал, что почти во всех анализируемых гибридах (за исключением Ex0014×Кр 627) этот показатель был выше, чем у стандарта и варьировал в пределах от 61,3% (6,52 т/га) до 65,9%

(6,97т/га), однако при пересчете на гектар, выход крахмала в изучаемых формах имел превышение над стандартом - в пределах от 0,84 т/га (Ех0014×Кр 627) до 1,29 т/га (Ех006×Кр 627).

Содержание белка находилось в пределах от 10,3% до 11,0%, что наглядно показывает превышение всех анализируемых гибридных комбинаций над стандартом по данному показателю. Выход белка с единицы площади варьировал от 1,1 т (Ех0014×Кр 627, Ех0017×Кр 73) до 1,16 т (Ех006×Кр 627).

Анализируя полученные данные, в целом, можно говорить о более высокой питательной ценности изучаемых гибридов кукурузы по сравнению со стандартом.

Глава 4. Экономическая эффективность новых гибридов кукурузы. Повышение эффективности производства при всех формах социально-экономического устройства является конечной целью всякой материальной деятельности. При расчете показателей эффективности производства анализируемых гибридов кукурузы стоимость реализованной продукции (зерна) определяли на основании средней цены реализации зерна кукурузы в Краснодарском крае за анализируемые периоды, которая составила 9 тыс. руб./т в 2012 году, 7 тыс. руб./т. в 2013 году и 7,5 тыс. руб./т. в 2014 году (Таблица 13).

Таблица 13 – Экономическая оценка эффективности возделывания лучших среднеспелых гибридов кукурузы (КНИИСХ, среднее 2012 - 2014 г.)

Гибрид \ Показатель	Краснодарский 385 МВ St	Ех006×Кр 627	Ех0017×Кр 73
Урожайность, т/га	7,53	8,58	8,58
Себестоимость, руб./т	2769	2250	2289
Производственные затраты, руб.	20849	19307	19637
Цена реализации, руб./т	7800		
Стоимость произведенной продукции, руб.	58734	66924	66924
Условно чистый доход, руб.	37885	47614	47287
Рентабельность, %	181	246	240
Экономический эффект, руб.	-	9729	9402

В результате расчетов приведенных в таблице 13 установили, что оба новых среднеспелых гибрида кукурузы экономически эффективны.

Выход условно-чистого дохода в среднем за 2012 – 2014 гг. составил у гибрида Ех006×Кр 627 - 47614 рубля и 47287 рублей у гибрида Ех0017×Кр 73, однако у стандарта данный показатель был на уровне 37885 рублей.

Наибольший экономический эффект в сравнении со стандартом, получен у гибрида Ех006×Кр 627 – 9729 руб./га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные в 2011-2015 годах исследования в центральной зоне Краснодарского края по оценке новых самоопыленных линий и создания на их основе принципиально новых среднеспелых гибридов кукурузы позволили сделать следующее заключение:

1. Изучение морфо-биологических признаков новых самоопыленных линий кукурузы в 2012-2014 годах способствовало определению группы спелости анализируемого материала и констатировать факт широкого генетического происхождения линий, что позволило создать на его основе новые среднеспелые гибриды с необходимыми селекционными и хозяйственно-ценными признаками и свойствами.

2. Анализ элементов структуры урожая и хозяйственно-ценных признаков изучаемого материала наглядно показал, что большинство новых самоопыленных линий кукурузы обладают высокой ценностью для гетерозисной селекции кукурузы. В наших исследованиях было установлено, что у всех изучаемых генотипов был высокий выход зерна с початка. Среднее значение по данному признаку было равно 82,3%. У линий Ex003, Ex006, Ex009, Ex0010, Ex0011, Ex0017, Ex0018 и Ex0023 этот показатель превысил 85%, что вызывает к этим генотипам особый интерес.

3. Анализ урожайности и уборочной влажности зерна самоопыленных линий кукурузы показал наличие достоверных различий, как по годам, так и в среднем за годы исследований. В среднем за три года лучшие результаты по урожайности имели самоопыленные линии Ex006, Ex0011 и Ex0023. Максимальную урожайность за все годы исследований имела линия Ex0011(3,46т/га).

4. Выделенные нами в процессе изучения жароустойчивые самоопыленные линии кукурузы (Ex001, Ex003, Ex006, Ex007, Ex0011, Ex0012, Ex0017, Ex0023), в большинстве случаев, имели и самые высокие урожаи зерна. Эти линии могут применяться как ценные компоненты при создании высокопродуктивных гибридов для условий жаркого климата различных регионов кукурузосеяния.

5. В результате исследований установлены корреляционные связи между урожайностью и основными элементами ее структуры. Они имеют дифференцированные значения. В частности, величина корреляций варьировала в зависимости от года изучения, условий окружающей среды и генотипа испытываемых линий. В разные годы изучения были выделены различные элементы структуры урожая, оказывающие наибольшее влияние на его величину.

6. На основании оценок комбинационной способности новых самоопыленных линий были выделены генотипы (Ex006, Ex0012, Ex0014 и Ex0017) с высокой и стабильной оценкой ОКС в 2012 году. В 2013 году по данному признаку выделились линии Ex004, Ex006, Кр 0015, Ex0017. Линии Ex006, Ex007, Ex0010, Ex0014, Ex0015, Ex0016, Ex0018 и Ex0022 имели высокие эффекты ОКС в 2014 году. Наивысшая константа СКС за три года испытаний была отмечена в гибридных комбинациях Ex0014×Кр627, Ex0020×Кр640/3, Ex0022×Кр640/3, Ex0022×Кр640/3, Ex0023×Кр73, что в свою очередь способствовало идентифицировать дальнейшие пути использования изучаемых линий. Более тщательный анализ полученных результатов, позволил выявить линии с высокими эффектами ОКС и вариансами СКС одновременно (Ex004, Ex0010, Ex0014, Ex0016 и Ex0018).

7. По результатам изучения реакции новых самоопыленных линий на М и С типе ЦМС были идентифицированы линии Ex005 и Ex0011, как полные закреп-

тели стерильности. Линии Ex004, Ex007, Ex0010, Ex0013 и Ex0018 являются частичными и полными восстановителями фертильности по обоим типам ЦМС.

8. Изучив эффекты гетерозиса в гибридных комбинациях по признаку урожайность зерна, в целом, можно говорить о правильности выбранных схем скрещиваний родительских компонентов в формулах наиболее перспективных тест-кроссов, которые обеспечили высокие значения эффектов гетерозиса по признаку «урожайность зерна».

9. На основании оценок хозяйственно-ценных признаков созданных тесткроссов удалось выделить лучшие гибридные комбинации, которые достоверно превосходили по продуктивности зерна представленный стандарт Краснодарский 385 МВ. Наивысшей урожайностью в 2012 (6,89 тонны с 1 га.) обладал гибрид Ex0014×Кр 627, в 2013 году Ex009×Кр 627 (9,26 тонны с 1 га.) и в 2014 году гибрид Ex0010×Кр 627 (10,88 тонны с 1 га.). Также прослеживались стабильно высокая урожайность по годам изучения в гибридах Ex006×Кр627, Ex0010×Кр627, Ex0014×Кр627 и Ex0017×Кр73.

10. Определена экономическая эффективность выделившихся по урожайности зерна новых среднеспелых гибридов кукурузы в условиях центральной зоны Краснодарского края. Наибольший экономический эффект был достигнут при возделывании гибридов Ex006×Кр627 - 9729 рублей и Ex0017×Кр73 – 9402 рубля. При рентабельности 246% и 240% соответственно.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ

1. При создании новых среднеспелых гибридов кукурузы, с целью повышения экономической эффективности их производства, рекомендуется использовать линии Ex006, Ex0011 и Ex0023 обладающие высокой зерновой продуктивностью и низкой уборочной влажностью.

2. Выделенные нами в процессе изучения жароустойчивые самоопыленные линии Ex006, Ex007, Ex0011, Ex0017 и Ex0023 могут служить ценным исходным материалом в селекционных программах ориентированных на создание жароустойчивых гибридов кукурузы зернового типа.

3. Самоопыленные линии Ex004, Ex0010, Ex0014, Ex0017 и Ex0018 рекомендуется использовать в селекционных программах по созданию новых высокогетерозисных гибридов кукурузы в качестве источников высокой комбинационной способности по урожайности зерна.

4. Линии Ex005 и Ex0011 предложено включать в селекционные программы по созданию стерильных аналогов.

5. Выделенные в процессе изучения среднеспелые гибридные комбинации Ex006×Кр627 и Ex0017×Кр73 рекомендуются для дальнейшего изучения в системе конкурсного сортоиспытания с целью их последующей передачи в ГСИ.

СПИСОК РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

I. Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Супрунов, А. И. Селекционная ценность новых самоопыленных линий кукурузы по основным хозяйственно-ценным признакам / А. И. Супрунов, Г. А. Замковой, И. М. Чилашвили // *Зерновое хозяйство России*. – 2012. – № 5. – С. 17-22. – 0,594 у.п.л. (лично автором 0,495 у.п.л.)

2. Супрунов, А. И. Оценка нового исходного материала для селекции средне-спелых и среднепоздних гибридов кукурузы / А. И. Супрунов, И. М. Чилашвили, С. С. Анашенков // *Кукуруза и сорго*. – 2013. – № 4. – С. 24-29. – 0,594 у.п.л. (лично автором 0,594 у.п.л.)

3. Чилашвили, И. М. Анализ зависимости урожайности новых гибридов кукурузы от структурных элементов продуктивности / И. М. Чилашвили, А. И. Супрунов, Л. Ю. Судакова // *Научно – теоретический журнал: Известия Горского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]*. – Владикавказ. – 2013. ТОМ 50. часть 4. – С. 11-17. – Режим доступа: <http://gorskigau.com/> – 0,644 у.п.л. (лично автором 0,644 у.п.л.)

4. Чилашвили, И. М. Изучение комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы в условиях центральной зоны Краснодарского края / И. М. Чилашвили, А. И. Супрунов, А. Ю. Слащев, // *Зерновое хозяйство России*. – 2015. – № 4 (40). – С. 46 - 50. – 0,495 у.п.л. (лично автором 0,495 у.п.л.)

II. Статьи в аналитических сборниках, материалах конференций:

5. Супрунов, А. И. Оценка нового исходного материала для селекции средних и позднеспелых гибридов кукурузы / А. И. Супрунов, И.М. Чилашвили, С.С. Попов, // *Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России»* - пос. Персиановский, 2012. – С. 167-171. – 0,197 у.п.л. (лично автором 0,197 у.п.л.)

6. Гульняшкин, А.В. Оценка комбинационной способности новых самоопыленных линий в топкросных скрещиваниях / А.В. Гульняшкин, И.М. Чилашвили, С.С. Попов, // *Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России»* - пос. Персиановский, 2012. – С. 131 - 133. – 0,135 у.п.л. (лично автором 0,135 у.п.л.)