

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«КРАСНОДАРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ИМЕНИ П.П. ЛУКЬЯНЕНКО»

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

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
Доктор сельскохозяйственных наук,
доцент А.И. Супрунов

Краснодар – 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ДЛЯ СИНТЕЗА ГИБРИДОВ С ВЫСОКИМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ХОЗЯЙСТВЕННО – ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	10
1.1 Генетический потенциал современного исходного материала для се- лекции кукурузы.....	10
1.2 Создание новых самоопыленных линий в селекции гибридов кукурузы.....	15
1.3 Основные направления в селекции кукурузы.....	19
1.3.1 Селекция кукурузы на гетерозис.....	16
1.3.2 Селекция кукурузы на продуктивность и количественные при- знаки ее компонентов.....	25
1.3.3 Селекция кукурузы на устойчивость к полеганию.....	27
1.3.4 Селекция кукурузы на жаростойкость.....	29
1.3.5 Селекция кукурузы на устойчивость к вредителям и болезням.....	31
1.3.6 Селекция кукурузы на улучшение химического состава зерна.....	38
1.4 Роль цитоплазматической мужской стерильности в селекции и семе- новодстве кукурузы.....	41
ГЛАВА 2. ПОЧВЕННО – КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	46
2.1. Почвенно-климатические условия	46
2.2. Материал и методика проведения исследований.....	50
ГЛАВА 3. СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СРЕДНЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ.....	53
3.1 Создание новых самоопыленных линий кукурузы.....	53
3.2 Оценка морфо – биологических особенностей новых самоопыленных линий кукурузы.....	56
3.3 Анализ элементов структуры урожайности и хозяйственно-важных признаков самоопыленных линий кукурузы.....	64

3.4 Анализ зависимости урожайности самоопыленных линий кукурузы от структурных элементов продуктивности.....	75
3.5 Комбинационная способность новых самоопыленных линий	79
3.6 Изучение реакции новых самоопыленных линий на ЦМС.....	85
3.7 Определение эффектов гетерозиса в гибридных комбинациях по признаку «урожайность зерна»	88
3.8 Оценка хозяйственно-ценных признаков лучших тесткроссов.....	91
3.9 Биохимический анализ зерна лучших среднеспелых гибридов кукурузы.....	98
ГЛАВА 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	107
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА	110
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	111
ПРИЛОЖЕНИЯ	132

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение продовольствием растущее население планеты - основная проблема современного растениеводства.

Как наиболее продуктивной зернофуражной культуре, кукурузе отводится важная роль в решении данной проблемы. Этому свидетельствуют высокие темпы роста урожайности кукурузы среди зерновых культур.

Кукуруза в России традиционно является ценной продовольственной культурой. Она все шире и разносторонне используется в пищевой промышленности, насыщая рынок современной, полезной и высококачественной продукцией. Высоко ценятся такие продукты питания, как кукурузное масло, крупа, мука, крахмал, глюкоза, спирт, кукурузные хлопья, консервированное зерно и другие. Все большее значение эта культура приобретает в фармацевтической промышленности, в частности кукурузные рыльца, пророщенные зародыши, каротиноиды.

В Российской Федерации посевные площади и валовые сборы кукурузы с середины 2000-х годов стремительно растут и на сегодняшний день достигли высоких показателей. По данным Росстата, главными поставщиками зерна кукурузы в России являются Краснодарский край, Ростовская область, Ставропольский край, Воронежская и Белгородская область, Кабардино-Балкарская Республика.

Природные условия Краснодарского края благоприятствуют возделыванию кукурузы. Он является одним из основных регионов по производству зерна культуры.

По данным статистического управления Краснодарского края, в 2014 году кукуруза выращивалась на площади 650 тыс. га, из них на зерно 450 тыс. га. Гибриды отечественной селекции занимали около 36% от общей площади занимаемой данной культурой в крае.

Потребность в гибридах кукурузы зернового использования с потенциально высокой урожайностью зерна до 10-12 т/га и отвечающих требованиям

современных технологий, приобрела коммерческую составляющую. В связи с этим, сельхоз товаропроизводители края предъявляют обоснованные требования к гибридам кукурузы, которые должны обладать параметрами высокой потенциальной продуктивности, выдерживать загущение посевов, интенсивно терять влагу в процессе созревания, отличаться высокой устойчивостью к болезням, вредителям и полеганию и быть высокотехнологичными при уборке на зерно.

Таким параметрам могут соответствовать только созданные для конкретных экологических и социально-экономических условий региона простые межлинейные гибриды кукурузы с эффективным семеноводством продуктивных родительских форм, как на фертильной, так и на стерильной основе.

Поэтому, основные направления селекции гибридов кукурузы зернового использования в КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко определяются потребностями сельхоз товаропроизводителей в получении максимального урожая зерна с единицы площади, который соответствовал бы высокой окупаемости вложенных средств. А как известно, успех любой селекционной работы определяется в значительной мере исходным материалом.

В виду вышеизложенного, в Краснодарском НИИСХ, ведется большая работа по созданию, оценке и классификации нового исходного материала для селекции 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 рабо-

тах 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 с улучшенными морфо-биологическими признаками на основе уже известных элитных линий кукурузы, рассмотренных в нашем опыте.

Цели и задачи исследований

Целью наших исследований предусматривалась оценка нового исходного материала для селекции среднеспелых гибридов кукурузы с потенциально высокой урожайностью зерна и основными хозяйственно - ценными признаками, обладающих надежным и налаженным семеноводством.

Для выполнения поставленной цели предстояло решить 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

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

Практическая значимость исследований

При изучении новых самоопыленных линий кукурузы выделены генотипы с высокими значениями комбинационной способности, которые были вовлечены в скрещивания с целью получения высокоурожайных гибридов кукурузы отвечающим современным требованиям сельхоз-товаропроизводителей.

Даны практические рекомендации для выделенных самоопыленных линий кукурузы по направлению их использования.

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.

Положения, 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, дисперсионным анализом. Данные первичной документации отвечают требованиям, предъявляемым к регистрации научных данных, и соответствуют представленной научной работе.

Основные положения диссертации были представлены на заседаниях методического совета КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко (2011, 2012, 2013, 2014). Докладывались на V всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» в городе Краснодаре в 2011 году. Наиболее значимые результаты исследований были представлены на международных научно-практических конференциях в пос. Персиановский, г. Владикавказе и г. Пятигорске (2012 год).

Публикации

Результаты исследований были опубликованы в 6 научных статьях, в том числе 4 рекомендованных ВАК Российской Федерации.

Структура и объем диссертационной работы

Диссертационная работа изложена на 152 страницах, включающая в себя 30 таблиц, 9 рисунков, 38 приложений. Состоит из введения, четырех глав, заключения, а также предложений для селекции. Список использованной литературы насчитывает 215 наименований, из которых 62 источника иностранных.

ГЛАВА 1. СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ДЛЯ СИНТЕЗА ГИБРИДОВ С ВЫСОКИМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ХОЗЯЙСТВЕННО – ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Генетический потенциал современного исходного материала кукурузы

Успехи гетерозисной селекции кукурузы в значительной мере зависят от наличия генетического разнообразия исходного материала. В последнее время особенно остро стоит проблема его обогащения. В качестве родительских форм современных гибридов Европы и США используется ограниченный набор самоопыленных линий [66;115;198;208;209].

Б.П. Гурьев и другие показали, что вся история селекционных работ была связана с поиском форм, обладающих максимальной индивидуальной продуктивностью, выделением доноров ценных свойств. Это и привело к потере генетического разнообразия растений, в первую очередь старых местных сортов народной селекции, диких сородичей, примитивных видов культурных растений, которые являются генетическими источниками многих хозяйственно-полезных признаков, в том числе высокой устойчивости к болезням, вредителям, адаптивности к разнообразным экологическим стрессам. К такому же выводу пришел в своих исследованиях W.A.Russell [199].

Решение проблемы сохранения генетического разнообразия растений может быть осуществлено путем создания эффективной международной системы по сохранению, умножению и использованию генетических ресурсов растений [175].

J.L. Creech и L.P. Reitz [159] в своих работах писали о двух видах коллекции растений:

1. «работающие коллекции», хранящиеся в надлежащих условиях, документированные и готовые для немедленного использования в селекции;

2. «законсервированные коллекции», которые имеют широкий набор зародышевой плазмы, сохраняющейся в национальных и международных хранилищах семян в течение длительного времени.

В США центром законсервированных линий являлась Национальная лаборатория по хранению семян в Форт Коллинсе, штат Колорадо [204]. Подобное же хранилище имелось в Национальном институте сельскохозяйственных наук в Хирацука, Япония. Хранилище с пониженной температурой для сохранения зародышевой плазмы было расположено в Измире, Турция. В СИММУТ (Мексика) собраны коллекции кукурузы, охватывающие генетическое разнообразие этой культуры [114;211]. СИММУТ сохраняет в банке зародышевой плазмы 12000 образцов. Центры хранения семян были основаны в Мехико (Мексика), Медельине (Колумбия), Пирасикабе (Бразилия) и Мэриленде (США). Материал был зарегистрирован и описан и доступен для исследователей. Свободноопыляющиеся сорта кукурузы из многих районов мира также поддерживались на Северной центральной региональной станции интродукции растений (Эймс, штат Айова).

Планы непрерывного поддержания свободноопыляющихся сортов кукурузы стран Европы и Средиземноморья были выработаны на восьмом съезде ФАО по гибридной кукурузе, состоявшемся в Нидерландах в 1955 г. Делегаты рекомендовали, чтобы национальные коллекции были максимально полными и отдельные правительства несли ответственность за непрерывное поддержание их в жизнеспособном состоянии. Для того чтобы избежать потерь ценного материала, вся имеющаяся коллекция кукурузы должна была храниться дублировано в определенных регионах [89]. Такие четыре региональных центра имели место в Нидерландах, Югославии, Италии и Египте. Находящаяся в Бергамо (Италия) опытная станция по кукурузе функционировала как информационный центр для региональной координации [188;190]. В 1956 г. делегаты состоявшегося в Египте девятого съезда ФАО по гибридной кукурузе предложили, чтобы страны идентифицировали образцы, линии и сорта и при использовании объединяли семенной материал, происходящий из одной эко-

логической и климатической зоны, если этот материал однороден по времени созревания, вегетативному росту, а также по морфологическим признакам початка и зерна. Была подготовлена форма для обеспечения единой классификации коллекций. Национальная лаборатория по хранению семян (НЛХС), основанная Министерством сельского хозяйства США в 1958 г., явилась вехой в сохранении зародышевой плазмы. Эта лаборатория была расположена в университете штата Колорадо (Форт Коллинс, Колорадо). Она отвечала за долгосрочное хранение образцов семян культурных и лесных растений. Основная задача лаборатории — сохранение семян основных видов растений, документирование каждого поступления, постоянное поддержание жизнеспособности семян путем эффективного контроля и получения новых репродукций, а также публикация периодических каталогов имеющихся семян. Кроме того, персонал лаборатории проводил исследования по изучению факторов, влияющих на продолжительность сохранения жизнеспособности семян, и методов их хранения. Содержание коллекций зародышевой плазмы финансировалось членами EUCARPIA. Saint S. из ФАО, распространил список мировых коллекций зародышевой плазмы кукурузы в 26 странах [200].

В настоящее время во многих странах мира созданы банки растительных ресурсов, специализированные коллекции образцов по ведущим культурам. По сообщению О. Е. Купцова, М. Е. Раменской, в настоящее время при Всемирной сельскохозяйственной ассоциации ООН организовано 11 международных банков генов по сохранению в живом виде культурных растений, относящихся к разным центрам происхождения [58].

В отчетах международного совета по генетическим ресурсам растений определены приоритеты и области сбора, сформулирована стратегия сбора и сохранения растительных ресурсов, в частности диких сородичей культурных растений, местных форм и коммерческих сортов, а также расширена программа интродукции и акклиматизации растений, как одного из методов охраны генофонда [86;111].

Ведущая роль в обновлении сортового состава кукурузы в нашей стране принадлежит ВИР, где с этой культурой работали выдающиеся исследователи В. В. Таланов, Н. И. Кулешов, И. В. Кожухов, М. И. Хаджинов. С первых дней организации институт стал координирующим центром по сбору и изучению растительных ресурсов земного шара. Первые массовые поступления в коллекцию кукурузы относятся еще к 1921 г., когда Н. И. Вавиловым была доставлена большая коллекция семян из США и Канады, включающая в себя почти все основные селекционные и коммерческие сорта того времени [9]. Некоторые из этих образцов оказались вполне пригодными для непосредственного использования в производстве в условиях нашей страны. Такие широко известные сорта, как Стерлинг, Лиминг, Миннесота 13 и др., быстро распространились, вытесняя местные отечественные стародавние формы.

Следующим важнейшим этапом сбора ботанического и сортового разнообразия кукурузы была экспедиция С. М. Букасова в страны Центральной и Южной Америки (1926 г.), где было собрано более 100 образцов кукурузы.

В послевоенные годы основное внимание было направлено на приобретение для коллекции ВИР лучших продуктивных самоопыленных линий с целью создания новых отечественных высокоурожайных гетерозисных гибридов. В настоящее время коллекция кукурузы включает 12 тыс. образцов. Коллекция охватывает все основные районы кукурузосеяния. Чрезвычайно разнообразна коллекция кукурузы и по ботаническому составу. Подавляющее большинство образцов коллекции относится к подвидам кремнистой и зубовидной кукурузы, остальные подвиды представлены значительно меньшим количеством образцов.

Селекционеры Российской Федерации, используя источники мирового генофонда кукурузы ВИР и используя новейшие методы селекции, внесли огромный вклад в создание новых форм растений с заданными свойствами генетических программ. Гибриды кукурузы интенсивного типа раздвинули границы потенциальной урожайности. Тем не менее, по-прежнему большинство

из вновь создаваемых гибридов интенсивного типа менее устойчивы к стрессовым воздействиям по сравнению со старыми местными сортами [37].

Анализируя родословные районированных и перспективных гибридов кукурузы, ученые установили, что на сегодняшний день большая часть селекционных работ по кукурузе в России основана на использовании двадцати - тридцати самоопыленных линий в основном зарубежной селекции и некоторых отечественных линий. Узость генофонда, используемого в селекции, не дает желаемого проявления гетерозиса и ускоряет процесс приспособительной изменчивости патогенов к новым гибридам, что приводит к ощутимым потерям урожая. Г.Е. Шмараев писал, что для увеличения эффективности селекционных работ нужно больше использовать в практической селекции не только самоопыленные линии с уже известной и хорошо изученной генеалогией, но и стародавние местные сорта, о которых многие неоправданно забыли. Большинство из них в будущем могут послужить генетическими донорами важных морфологических признаков и биологических свойств [143].

Начиная с 1990 г. из мирового генофонда кукурузы ВИР выделены ценные доноры раннеспелости - самоопыленные линии: Ом 210, Ом 121, ХЛГ230, ХЛГ1267, АГМ1, МГМ2, АГМ3, АГМ4, П425, П426, П430, П431, Б227, Б36, Б238, Б248, Б250, АГ44, АГ33, УДФ7, Бессерая, а также Та 200/71 из Словакии, Р 195, РВ7 из Португалии; из среднеранних — линии: № 107, № 8 из Югославии; MW4 из Венгрии; 71 из Италии; РВ3 из Португалии; Х18, КИН052, ИКВ38А, Б204 из России; из среднеспелых—линии: А297, А634 из США; YuR373, 268НС из Югославии; 615 из Испании; № 4, № 086 из Аргентины; Г61868-2-3, Г61246, Г6817-1-1-3, Г61086-1 -1-1 из России.

Наряду с этим из генофонда ВИР выделены ценные генетические источники и доноры лопающейся кукурузы, характеризующиеся быстрой потерей влаги при созревании. К ним относятся линии: АГН, АГ20, АГ29, АГ44, АГ69, АГ187 и др. [145].

Многие ученые детально изучали состав зародышевой плазмы современной кукурузы, но не многие сошлись во мнении, что главным вопросом,

имеющим большую практическую значимость для селекции кукурузы, является не количество генетического разнообразия, имеющегося в настоящее время, а последствия очевидного его уменьшения [7].

Поэтому, в будущем селекционеры для получения нового исходного материала могут оказаться в зависимости от генетических ресурсов «генных центров» мира. Эти центры могут быть географическими центрами происхождения родительских видов или центрами культивирования, где в течение поколений используются и улучшаются примитивные сорта.

1.2 Создание новых самоопыленных линий в селекции гибридов кукурузы

В последнее время, все чаще, в научном мире обсуждается проблема создания новых доноров хозяйственно-ценных признаков для селекции высокогетерозисных гибридов кукурузы [108;109].

По мнению С. Н. Новоселова, дальнейший прогресс в селекции кукурузы связан с интенсификацией работ по созданию новых источников для получения высокогетерозисных гибридов. Это требует ускорения разработки и реализации работ по созданию и улучшению новых самоопыленных линий кукурузы, полученного на базе элитного генофонда. При этом значительный вклад может быть внесен за счет разработки и использования новых модификаций уже имеющихся методов и способов создания исходного материала [70].

Уровень эффективности селекции кукурузы определяется в основном наличием генофонда ценных самоопыленных линий, поэтому получение новых самоопыленных линий кукурузы, характеризующихся совокупностью хозяйственно ценных признаков, - необходимая часть современных селекционных программ [158;166].

Р.У. Югенхеймер приводил в своих работах предположения Линдстрема о таких главных причинах, сдерживающих получение «мощных» инбредных линий, как очень большое число генов, непредвиденное влияние внешней сре-

ды в программах отбора, сложное и запутанное взаимодействие генов, а также отсутствие метода выделения подобных генов [151].

Уровень результативности гетерозисной селекции кукурузы определяется успехами в создании генофонда выдающихся по комбинационной способности и другими хозяйственно полезным признакам самоопыленных линий [157].

В своих работах Р.У. Югенхеймер писал, что хорошим источником для конструирования новых самоопыленных линий кукурузы являются сорта - популяции т.к. они являются резервуаром, содержащим в себе широкую генетическую основу. В настоящее время большинство лучших гибридных комбинаций содержат в себе родительские компоненты, созданные именно с сортов - популяций [151].

Еще одним источником для повышения генетического разнообразия кукурузы и создания новых самоопыленных линий кукурузы являются синтетические популяции [168]. Н. R. Hayes и R. J. Garber впервые выдвинули идею создания синтетиков. Спустя некоторое время эта идея была широко использована в селекционных программах большинства научных учреждений. Синтетики имеют большое потенциальное значение в качестве источника ценной зародышевой плазмы для возможного выведения высокогетерозисных гибридов кукурузы [154].

В трудах М. И. Хаджинова большое внимание уделялось синтетикам, так как они являются хорошими источниками хозяйственно-ценных [123].

Б. П. Соколов писал, что синтетиков можно получать как путем свободного переопыления инбредных линий, так и сложных межлинейных гибридов [99].

Огромного внимания заслуживает предложенный В. Л. Брауном метод, включающий в себя, создания синтетиков скрестив лучший экзотический и элитный материал [7]. В тоже время некоторые ученые утверждают, что новые синтетические популяции могут быть созданы и на базе существующих синтетиков как путем их переопыления, так и отбором в них [160;161].

Положительные результаты получены рядом исследователей при создании синтетических популяций на базе большого числа линий. В частности, В.Ф. Горбань получил полигибридную популяцию путем переопыления 110 самоопыленных линий [20].

Многие ученые рассматривают синтетические популяции как ценный материал для обогащения генетической плазмы при создании новых самоопыленных линий [177]. В синтетических популяциях относительно легко можно суммировать генетический материал самых ценных инбредных линий и популяций и тем самым преумножить количество желательных генов. Ярким примером этому служила синтетическая популяция BSSS, на основе которой были получены такие элитные линии, как B14, B37, B28, B73, B84, B89.

Несомненно, что создание и улучшение синтетических популяций и в дальнейшем будет одним из основных направлений селекционной работы. Решение этой проблемы требует разработки наиболее рациональных методов создания, оценки и улучшения, как самих популяций, так и линий, селективируемых на их базе.

Однако, в настоящее время, в связи с растущей конкуренцией на рынке, главной задачей для селекционных учреждений остается, создание, как можно, в кратчайшее время нового материала для гетерозисной селекции кукурузы.

В связи с этим, на сегодняшний день, большое количество самоопыленных линий, широко используемых в селекционных программах, получены на основе гибридов, созданных из существующих элитных линий.

Главное достоинство их как исходного материала для выведения самоопыленных линий – быстрота и простота создания: сравнительно легкое получение желательных рекомбинаций, потребность в небольшом числе хороших линий для синтеза, возможность постоянного улучшения.

Руководствуясь вышеизложенным, селекционеры, при создании новых линий используют в своих работах различные типы гибридов:

- гибриды зарубежной селекции, как с открытой, так и закрытой родословной, поступающие по различным программам экологического сортоиспытания;

- простые, трехлинейные, двойные и беккросные гибриды, созданные путем скрещивания специально подобранных элитных линий;

- сестринские гибриды, полученные на базе родственных линий.

Важным источником для создания самоопыленных линий кукурузы стали гибриды интродуцированные из зарубежных стран с высоким уровнем развития селекционных и генетических работ. Такие гибриды создаются на базе хорошо отселектированных по многим признакам линий и поэтому несут в своем генотипе многие желательные аллели.

Несмотря на отмеченную ценность гибридов зарубежной селекции, создание хороших линий на их базе представляет значительные трудности, так как большинство из них плохо адаптированы к условиям конкретной зоны.

Более эффективно использование для этой цели гибридных комбинаций с различной генетической основой, в большинстве случаев полученных на базе элитных инбредных линий, которые предварительно были изучены по основным хозяйственно-ценным признакам и хорошо адаптированы к местным условиям среды. В этом случае, возможно, заблаговременно определить формы, которые наиболее подходят для вовлечения их в скрещивания в создаваемый материал.

В зависимости от целей, при селекции новых самоопыленных линий кукурузы, можно отметить несколько направлений в создании гибридов, предназначенных для их выведения; скрещивание линий с максимальным выражением каких-либо одинаковых количественных и качественных признаков (высокая устойчивость к полеганию и поражению болезнями, низкая уборочная влажность зерна, повышенное число рядов зерен и число початков на растении и т. п.); скрещивание линий, дополняющих друг друга по определенным признакам (число зерен в ряду и число рядов зерен, высокое содержание белка и повышение содержания незаменимых аминокислот, раннеспелые с низкой

урожайностью и позднеспелые с высокой и др.); скрещивание линий со сходной генеалогией, однако с комплексом ценных признаков; беккроссирование лучших линий с донором признака, отсутствующего в исходной линии.

Подытоживая вышеизложенное, с уверенностью можно сказать, что успех по отбору линий с желательными признаками зависит от генетической сложности признака, характера его проявления (доминантный или рецессивный), объема выборки, технической оснащенности (для физиологических, биохимических и др. анализов), опыта такой работы у сотрудников.

1.3 Основные направления селекции среднеспелых гибридов кукурузы

1.3.1 Селекция кукурузы на гетерозис

Широко распространенным и очень важным биологическим явлением в природе является гетерозис. Он проявляется в интенсивности общего метаболизма и в доминировании какого-либо признака в гибриде F_1 по сравнению с соответствующими признаками биологическими свойствами родительских форм.

Поскольку гетерозис не может касаться одновременно всех признаков растения или животного, его классифицируют на несколько типов.

1. Репродуктивный гетерозис, который выражается в лучшем развитии органов размножения, приводит к повышению урожайности плодов и семян.

2. Соматический гетерозис, приводящий к мощному развитию вегетативной массы.

3. Приспособительный, или адаптивный, гетерозис, который выражается в общем повышении жизнеспособности. Выделение этого типа гетерозиса связано с тем, что мощное развитие какого-либо признака не означает повышение адаптивной ценности организма. Например, крупнозерные сорта злаков обычно менее засухоустойчивы, увеличение длины стебля ведет к полеганию растений и т.д.

На кукурузе гетерозис впервые был отмечен Ч. Дарвином более 100 лет тому назад. Он первый описал большую силу развития у гибридной кукурузы, полученной путем перекрестного опыления. Он считал, что чем больше родительские формы различаются между собой по морфологическим, биологическим и другим признакам и свойствам, тем сильнее проявляется гетерозис в потомстве. Однако эти различия должны иметь какой-то предел, за которым нарушается плодovitость потомства или скрещивания не происходит вовсе.

П. М. Жуковский (1967) указывал, что эффект гетерозиса находится в зависимости от экологического и филогенетического положения родительских форм и от уровня их родства, т. е. проявление гетерозиса связано генетической отдаленностью растений. Показателями такой отдаленности служат морфологические и биологические различия ряда признаков. Но и эти различия не всегда приводят к гетерозису [35].

Установлено три типа гетерозиса, который проявляется при межродовых, межвидовых и внутривидовых (отдаленных экологических), а также при межлинейных скрещиваниях [35;124]. В последние годы накоплено большое количество фактов проявления гетерозиса у кукурузы при внутривидовой гибридизации. Многие исследователи пытались дать теоретическое обоснование этому биологическому явлению.

Так, Е. М. East. и Н. К. Hayes считали, что основной причиной, вызывающей проявление гетерозиса, является гетерозиготность, которая вызывает эффект стимуляции, проявляющийся в скорости деления клеток. Эта гипотеза впоследствии получила название гипотезы физиологической стимуляции [167;176]. Второй, наиболее распространенной, была гипотеза доминирования, которая объясняла проявление гетерозиса как результат действия доминантных факторов роста и продуктивности [156]. Позже эта гипотеза, в которой большое значение придавалось сцеплению определенных доминантных генов, была развита и дополнена Д. Ф. Джонсом [183].

М. И. Хаджинов (1935) отмечал, что гетерозис возникает в результате специфических особенностей взаимодействия генотипов скрещиваемых орга-

низмов. Положительный эффект гетерозиса чаще возникает при различиях, не затрагивающих основных функции развития и роста. Вероятно, гетерозис является результатом освобождения генотипа от неблагоприятных рецессивных генов, которые подавляются действием их доминантных аллеломорф [124].

«Гетерозис» как термин, первым начал употреблять в своих трудах Шелл (1914), чтобы избежать представлений, что «гибридная мощность» имеет чисто менделеевскую основу. Проявление гетерозиса он объяснял стимулом, возникающим при взаимодействии измененного ядра с относительно измененной цитоплазмой. Позже G. H. Shull отмечал, что гетерозис не поддается генетическому анализу на основе знания взаимодействия отдельных специфических генов, хотя и обуславливается ими [176;205].

Большинство исследователей, занимающихся изучением гетерозиса, объясняют проявление его действием доминантных или частично доминантных генов. Большое значение при этом придают взаимодействию аллелей [13;17;171;179;182].

Взаимодействия между аллелями и аллеломорфами находятся в зависимости от внешней среды. П. М. Жуковский объяснял это явление как результат комбинации доминантных генов жизнеспособности, вызываемой гетерозиготностью [35].

По утверждению Г. Рундфельда, большинство селекционеров исходят в своей работе из доминантности, кумулятивного действия и сцепления определенных генов [88]. Важную роль гетерозис сыграл в эволюции кукурузы. От обоеполости цветков и самоопыления кукуруза пришла к раздельнополости соцветии и однодомности.

Е. Wellhausen в своих трудах подтвердил высказывания многих ученых, что в неодинаковых условиях среды гетерозис проявляется в разной степени» [215].

Успех селекции кукурузы на гетерозис в значительной мере зависит от выбора исходного материала, который должен иметь достаточную генетическую изменчивость. С этой целью селекционеры нередко прибегают к исполь-

зованию экзотической генетической зародышевой плазмы, т. е. скрещивают высокопродуктивные сорта кукурузы с ее дикими сородичами — теосинте, трипсакумом и др.

Некоторые исследователи считают, что закрепление гетерозиса практически возможно с помощью отбора из гибридов различных форм и создания сортов, по урожайности не уступающих исходным гибридам первого поколения [68]. Для быстрого получения чистых линий селекционеры используют явление моноплоидности растений, которые определяются в посевах по пурпурному окрашиванию листьев.

В литературе опубликованы факторы моногибридного гетерозиса, обусловленного действием одного гена, находящегося в гетерозиготном состоянии [61].

В 60-х – 70-х годах прошлого столетия в Венгрии и Югославии велись работы с гаплоидными растениями кукурузы, которые после удвоения хромосомного набора при помощи колхицина сразу оказываются гомозиготными, что значительно ускоряет работы по созданию ценных гибридов [60].

Первые работы по инбридингу кукурузы были начаты Г. Шеллом и Е. Истом [167;205]. Позднее Г. Шелл писал, что многократные самоопыления того или иного потомства превращают его в гомозиготное состояние по ряду признаков. Депрессия же является результатом обособления генотипов различного наследственного состава. Эффект депрессии вызывают рецессивные гены, которые переходят в гомозиготное состояние [170;205].

При скрещивании гомозиготных самоопыленных линий кукурузы особенно сильно проявляется гетерозис. Простые межлинейные гибриды отличаются быстрым ростом в начале вегетации и выравненностью растений. Потомство от скрещивания двух самоопыленных линий оказывается более жизнеспособным, свободным от действия рецессивных генов, генетически однородным. Двойные межлинейные гибриды уже генетически различны [35].

В селекции кукурузы на гетерозис необходимы инбредные линии, получаемые путем искусственного самоопыления в течение ряда поколений. В

странах, занимающихся селекцией кукурузы, специально создаются коллекции самоопыленных линий. В США, например, только в научных учреждениях, не считая коммерческих фирм, насчитывается более 3 тыс. инбредных линий кукурузы

Первым кто начал вести большую работу по изучению гетерозисных гибридов кукурузы в нашей стране был В. В. Таланов, в 1910 г. на бывшей Екатеринославской опытной станции. В 1923 г. на Грибовской овощной селекционной станции в результате скрещивании между сортами сахарной и крахмалистой кукурузы был создан скороспелый сорт сахарной кукурузы Пионерка севера. В 1930 - 1937 гг. была начата межсортовая гибридизация кукурузы и налажена селекционно-семеноводческая работа по сахарной и кормовой кукурузе [49;98].

Начиная с 50-х годов, были значительно расширены исследования по гетерозису во Всероссийском НИИ им. Н. И. Вавилова, в Институте кукурузы, в Краснодарском НИИ сельского хозяйства, в Кишиневском сельскохозяйственном институте, в Селекционно-генетическом институте, в Украинском НИИ растениеводства, селекции и генетики им. В. Я. Юрьева и других селекционно-опытных учреждениях.

Во всех научно-исследовательских и селекционно-опытных учреждениях нашей страны занимающихся селекцией кукурузы проводится дальнейшее изучение гетерозиса.

В последние годы в отделе кукурузы КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко выведены новые высокопродуктивные гибриды зубовидной, кремнистой, лопающейся и сахарной кукурузы для различных почвенно-климатических условий России. Разработана и внедрена в производство новая система семеноводства кукурузы, основанная на принципах межлинейной гибридизации.

Подбор родительских компонентов по наследственным признакам, определяющим комбинационную способность, является основным требованием, в числе прочих, к исходному материалу со стороны селекции на гетерозис [26].

Комбинационная способность линий кукурузы. Инбредные линии могут применяться не только как строительный материал для получения новых высокогетерозисных гибридов кукурузы, а также для совершенствования тех или иных признаков и свойств у районированных гибридов [30]. На сегодняшний день селекционеры различают два типа комбинационной способности, общую (ОКС) и специфическую (СКС). Это разделение было предложено американскими учеными Г.Ф. Спрегом и Л.А. Тейтумом в 1942 году [25].

Общая комбинационная ценность образца — это способность давать гетерозисные гибриды при скрещивании с различными генотипами независимо от их наследственных достоинств. Общая комбинационная ценность линии определяется эмпирически по урожайности гибридов, полученных от скрещивания этой линии с тестерами, а затем по урожайности гибридов от парных скрещиваний с другими линиями познается специфическая комбинационная ценность [126].

Г. Ф. Спрег и Л. А. Тейтум в своих работах указывали, что ОКС определяется в основном аддитивным типом действия генов. Доказано, что вычисление общей комбинационной способности, как среднего значения от нескольких скрещиваний, сходна с процедурой нахождения аддитивности генов, когда последнее вычисляется как среднее действия полигенных или множественных генов [26].

В свою очередь, СКС вычисляется только по отношению к изучаемому генотипу, который включает в себе какие-то конкретные свойства [101;121]. Г. Ф. Спрег и Л. А. Тейтум в своих трудах указывали, что СКС является результатом действия доминантных и эпистатических генов [105].

Н. В. Турбин в своих работах писал о трудности определения комбинационной ценности самоопыленных линий кукурузы, так как этот процесс осуществляется непосредственным изучением гибридов в полевых условиях, что в свою очередь требует колоссальных затрат времени и средств [116].

В первых работах по определению комбинационной ценности одни авторы [150] использовали метод свободного переопыления, другие [76] в каче-

стве тестера использовали сорт – популяцию. Однако другие авторы указывали о необходимости использования 3-х тестеров: сорт – популяцию, самоопыленную линию и простой стерильный гибрид [15;48;97;123].

По мере изучения генетических основ комбинационной способности самоопыленных линий методы оценки все упрощались без ущерба для точности получаемой информации. Так, используемый в селекции метод топкроссов в 50 раз редуцирует объем работы по отношению с методом парных скрещиваний. Еще более простой метод — свободное опыление. Показатели, полученные в результате методов топкросса и свободного опыления, имеют самую высокую корреляцию. В последние годы стали широко применять для определения общей комбинационной способности метод поликросса [116].

В настоящее время для оценки комбинационной способности, в зависимости от генотипа, используют различные системы скрещиваний: диаллельное скрещивание (полное и неполное), топкроссы (полные и неполные), поликроссы и свободное неконтролируемое опыление.

Для надежного прогнозирования проявления гетерозиса у гибридов кукурузы необходимы осуществления теоретически обоснованных и практически проверенных приемов, что является залогом любой успешной селекционной работы [25].

1.3.2 Селекция кукурузы на продуктивность и количественные признаки ее компонентов

Общеизвестным является тот факт, что количественные признаки элементов продуктивности линий и гибридов кукурузы служат важными показателями при их выведении. Селекционеры, занимающиеся созданием нового исходного материала для селекции гибридов кукурузы должны в обязательном порядке принимать во внимание системы генетического контроля количественных признаков. К таким признакам относят высоту растения и прикрепления початка, длину и ширину початка, количество рядов зерен и зерен в ря-

ду, масса 1000 зерен и выход зерна с початка. В связи с этим, у истоков любой селекционной программы по созданию высокопродуктивных гибридов кукурузы стоит определение характера взаимодействия генов, контролирующих развитие этих признаков. Эти признаки имеют в себе непростую наследственную основу и очень подвержены воздействию абиотических факторов [145].

В начале XX века были проведены первые генетические исследования количественных признаков. После этого ученые предложили теорию «множественных факторов», в которой говорилось, что количественные признаки контролируются полигенно, то есть множеством генов [8].

Многими учеными подтвержден тот факт, что некоторые элементы продуктивности, такие как число рядов зерен на початке, величина початка, количество зерен в ряду, не связаны между собой коррелятивно. Но при создании новых самоопыленных линий или гибридов кукурузы эти признаки нужно объединять в максимальном проявлении каждого. Кустистость и высота растений, в свою очередь, так же, коррелятивно не связаны с признаком «количеством початков на растении» [139].

По данным А. А. Янченко и Б. П. Соколова при благоприятных условиях выращивания кукурузы наибольшую урожайность зерна (11,7 т/га) и силосной массы с початками (90,0 т/га) дают двухпочатковые и многопочатковые формы [99].

По данным ряда ученых, линии и гибриды кукурузы в различных эколого-географических условиях в разной степени изменяют морфологические признаки и биологические свойства. Особенно изменчивы, такие показатели, как высота растений, длина и диаметр початка, число зерен в ряду. Высота формирования початка и число рядов зерен на початке почти не изменяются по годам. Слабо изменяющиеся в зависимости от условий выращивания морфологические признаки являются отличительными особенностями того или иного генотипа [55].

Результаты изучения генофонда кукурузы ВИР в различных эколого-географических условиях показали, что наибольший процент высокопродук-

тивных самоопыленных линий и гибридов выделен из среднеспелых, среднепоздних и отчасти позднеспелых форм кукурузы. [148].

Одной из самых серьезных опасностей для сельскохозяйственного производства являются погодные условия. Выведение гибридов кукурузы, обладающих высокой устойчивостью к полеганию, высоким температурам, засухе, холоду и механическим повреждениям, позволило бы сэкономить колоссальные средства. Устойчивость представляет собой способность растения, определяемую его наследственными свойствами, оставаться относительно не повреждаемым при ненормальных воздействиях окружающей среды.

1.3.3 Селекция кукурузы на устойчивость к полеганию

Высокая устойчивость к полеганию сильно способствовала популярности гибридов кукурузы. Отсутствие устойчивости к полеганию приводит к ухудшению качества, снижению урожая и создает затруднения при уборке. Колебания устойчивости к полеганию у гибридов вызывают такие факторы, как различия в степени спелости, устойчивость к болезням и вредителям, строение стебля, корневая система, высота стебля и прикрепления початков, плодородие почвы и густота стояния растений. Ряд ученых, проанализировав признаки растений, связанные с корневым и стеблевым полеганием, пришли к выводу, что самоопыленные линии и гибриды кукурузы с прочным стеблем отличаются более сильно окрашивающимся субэпидермальным слоем и более толстым слоем склеренхимы вокруг сосудистых пучков, чем у растений со слабым стеблем [181].

Болезни и насекомые, вероятно, чаще всего являются причиной поломки стеблей и полегания растений, чем какой - либо иной фактор. Болезни, чаще всего обуславливают гниль и поломку стеблей. Европейский кукурузный мотылек проделывает ходы в стеблях, которые после этих повреждений ломаются. Североамериканская черепашка высасывает сок из растений, вызывая их

увядание и гибель. К счастью, разработаны методы, позволяющие получать гибриды с более высокой устойчивостью к этим опасным вредителям.

D. M. Hall изучал зависимость между некоторыми морфологическими признаками и полеганием растений кукурузы [172]. Он установил, что устойчивость к полеганию положительно коррелировала с более низким прикреплением початков, более длинными опорными корнями, широким развитием глубоко залегающих корней, большим объемом корней, более слабой поражаемостью болезнями, меньшим числом пасынков и более значительной силой при выдергивании растений из почвы.

R. B. Hunter и E. E. Gamble сообщали о корреляциях между анатомическим строением стебля и обламыванием их в поле. Для инбредных линий, обладающих прочными стеблями, характерны более толстые слои сильнее окрашивающейся склеренхимы вокруг сосудистых пучков и субэпидермиса, и угловатые клетки с небольшими межклеточными пространствами [180].

В связи с поисками материала с жесткими прямостоячими стеблями были сконструированы машины для определения прочности стеблей на разрыв. A. F. Troyer изучал влияние диплоидоза на разрыв стеблей, вредно отражающийся на урожае и затрудняющий машинную уборку кукурузы [212;213;214]. W. A. Williams, R. S. Loomis и W. G. Duncan обнаружили положительную зависимость между полеганием и числом корней и степенью их ветвления [216].

Некоторые селекционеры США расширили фонд зародышевой плазмы за счет экзотических форм, завезенных из районов, близких к экватору. Эти высокорослые позднеспелые линии усиливают необходимость отбора на более низкое прикрепление початка и большую низкорослость растений. R. W. Jugenheimer и P. S. Bhatnagar описали выведение экстремально устойчивых к полеганию форм кукурузы методом реципрокного периодического отбора [184].

1.3.4 Селекция кукурузы на жаростойкость

Кукуруза — растение тропического климата. Однако в результате продвижения и выращивания ее в течение длительного времени в районах с жарким засушливым климатом у нее выработалась способность переносить перегрев и обезвоживание [143].

Жароустойчивость кукурузы — это способность растений переносить высокие температуры или перегрев. Кукуруза может страдать не только от высокой температуры воздуха, но и от перегрева листьев верхних ярусов под действием высокой солнечной радиации, что нередко наблюдается в ряде районов юга России, где даже при хорошей водообеспеченности растений т. е. при орошении, наблюдаются ожоги верхушечных листьев.

Отрицательное действие высоких температур на растения давно привлекало внимание многих ученых. Ряд исследователей обнаружили, что у самых разнообразных растительных объектов при повышении температуры скорость развития теплового повреждения нарастает в геометрической прогрессии [67].

В работах Н. Г. Васильевой (1957) приведены интересные данные о влиянии повышенных температур на коллоидно-химические свойства протоплазмы растений, выращенных при различных условиях водоснабжения, и на различные по степени засухоустойчивости культуры [10]. Ряд авторов отмечали, что отрицательное действие высоких температур и повышенной сухости воздуха на растения кукурузы проявляется, прежде всего, в изменении коллоидно-химических свойств протоплазмы клеток, в увеличении проницаемости протоплазмы, в торможении роста и развития и в замедлении синтеза сложных веществ [203]. Деструкция плазмменных белков приводит к накоплению физиологически активных веществ, в том числе и ядовитых для плазмы (аммиак), ускоряющих процесс отмирания. Завершением этого процесса являются вспышка окислительных реакций и окисление многих, в том числе жизненно важных, веществ. Определяющими в устойчивости к перегреву считаются уровень синтетических процессов (накопление органических кислот и

амидов), энергия роста и способность к образованию процессов распада [18;72].

П. А. Генкель в своей работе отмечает, что влияние почвенной (обезвоживание) и атмосферной (перегрев) засухи может проявляться как в комплексе, так и в отдельности [18]. Поэтому необходимо изучить совместное влияние обоих типов засухи на растение и отдельно — завядание (засухоустойчивость в узком смысле слова) и жаростойкость. Далее, анализируя жаростойкость, П. А. Генкель считает, что существуют две основные точки зрения на причины повреждения и гибели растений под влиянием высокой температуры. Одни авторы видят причину гибели в непосредственной коагуляции белков протоплазмы [4], другие — в нарушении обмена [59].

Вместе с тем растения вырабатывают против неблагоприятных условий внешней среды защитные реакции. К числу защитных реакций на длительный перегрев относятся: деполимеризация сложных органических соединений, появление среди них продуктов с высокой гидрофильностью, интенсивный фотосинтез, образование соединений, физиологически нейтрализующих ядовитый аммиак (аминокислоты, амиды и др.), образование жароустойчивых эмбриональных тканей, дающих начало повторному росту побегов, обновлению, омоложению организма на основе ресинтеза продуктов распада; все факторы, препятствующие преждевременному старению при перегреве, повышают жароустойчивость.

Ряд ученых считают, что у каждого ботанического вида или сорта существуют критические периоды, при которых сильно снижается устойчивость растений к жаре и засухе. Недостаток воды в почве в критический период приводит к наиболее резкому снижению урожая, что проявляется в череззернице. Причина их — подавление микроспорогенеза и оплодотворения, — пишет Ф. Д. Сказкин, — при засухе в критический период в результате серьезных нарушений физиологических процессов — обмена веществ, водного режима и физико-химических свойств плазмы, в частности ее вязкости, — подавляется процесс формирования репродуктивных органов [94].

Критические периоды наступают для различных видов растений, даже для различных сортов и для разных мест не в одни и те же периоды вегетации и не в одни и те же календарные сроки.

В связи с этим, учитывая естественные условия роста, большую изменчивость комплекса условий внешней среды, использование в работах большого объема исходного материала, селекционеры Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко, стремятся к получению более высокогетерозисных гибридов кукурузы, выделяющихся высокой продуктивностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, в частности к высоким температурам. Поэтому, особое значение имеет коллекция отдела, включающая огромное сортовое и генетическое разнообразие с широкой амплитудой хозяйственно ценных признаков.

1.3.5 Селекция кукурузы на устойчивость к вредителям и болезням

Исследования ряда авторов показывают, что создание устойчивого исходного материала является наиболее эффективным путем сохранения и защиты урожая от вредителей и болезней, при этом изучая реакции растений на климатические условия среды. Исследование закономерностей наследования устойчивости к болезням и вредителям выявило как олигогенную, так и полигенную, детерминацию и цитоплазматическую наследственность этих признаков.

Наиболее опасный и вредоносный вредитель на кукурузе - кукурузный или как его еще называют стеблевой мотылек. Впервые кукурузный мотылек был описан Якобом Хюбером в 1796 году. В Западной Европе этот вредитель был обнаружен в 1806 г. в Северной Италии. В России он впервые был отмечен К. Э. Линдеманом в 1869 году [145].

В 1909 - 1917 гг. кукурузный мотылек из Европы был завезен в Северную Америку [23]. В США появление этого вредителя было отмечено Винелом из Массачусетса. Затем мотылек обнаружили в штатах Пенсильвания и

Нью-Йорк (1919), Огайо (1921), а также в Онтарио в Канаде (1920), где он особенно сильно повреждал кукурузу в 1925 и 1926 гг.

В 1927 и 1937 гг. мотылек распространился в северо-центральные и южные штаты Америки и в 1950 г. достиг Скалистых гор. В это время на большей территории кукурузного пояса США отмечалась высокая численность этого вредителя [23].

Ареал распространения стеблевого мотылька охватывает многие страны Старого и Нового Света не только северного, но и южного полушария: Египет, Индию, Японию, Китай и др. [32].

Так же наблюдалась постоянная численность мотылька во многих районах ареала, в том числе в Курской области, в Узбекистане и Казахстане [2;90], а также в Лесостепи Украины, в Предкавказье и на Дальнем Востоке [54;125].

Для систематического повышения устойчивости к вредным агентам различной природы принципиальное значение имеет существенное расширение генетической основы современной кукурузы, в том числе для селекции новых самоопыленных линий и гибридов с повышенной устойчивостью к энтомопатогенам на обогащенной наследственной основе [80]. Так, например, в США более 40 лет проводятся исследования по селекции устойчивых к кукурузному мотыльку гибридов кукурузы. В нескольких штатах в частных селекционных компаниях по выращиванию семян испытано большое количество селекционных и коммерческих сортов и самоопыленных линий с целью локализации устойчивой зародышевой плазмы.

В первые годы изучение устойчивости кукурузы к стеблевому мотыльку проводили на фоне естественного заражения при обычных испытаниях кукурузы. В 1933 г. L. H. Patch применил метод искусственного заражения растений яйцами стеблевого мотылька [196]. Этот метод дал возможность установить наличие истинной устойчивости у некоторых самоопыленных линий и гибридов к 1-му поколению стеблевого мотылька [120;137]. Работами многих исследователей были установлены наследственная основа устойчивости и

способности некоторых линий передавать признак устойчивости своим гибридам.

Л. Н. Patch считает, что резистентность гибридов кукурузы к кукурузному мотыльку зависит от устойчивости самоопыленных линий (родительских форм), из которых они получены [196].

В США широко применяют химическую обработку посевов кукурузы и другие агротехнические приемы, однако выведение и внедрение в производство гибридов, устойчивых к данному вредителю, является наиболее действенным методом борьбы [163].

Изучение устойчивости к кукурузному мотыльку образцов зубовидной и кремнистой кукурузы проводилось отечественными учеными в Краснодарском крае на Кубанской опытной станции ВИР, а лопающейся и сахарной — на Майкопской и Крымской опытных станциях ВИР. На Кубанской опытной станции ВИР наряду с естественным был применен метод искусственного заражения растений [144].

Не менее вредоносны в посевах кукурузы совки: хлопковая (*Helicoverpa armigera* Hb.), зерновая (*Apamea sordens* L.) и южная стеблевая совка (*Oria musculosa* Hb.).

Наиболее распространена и вредоносна хлопковая совка (*Helicoverpa armigera* Hb.). В Соединенных Штатах Америки хлопковая совка ежегодно причиняет ущерб в размере 1,8 – 2,1% от всего урожая кукурузы, около 10% общего урожая сахарной кукурузы.

Р. Пайнтер указывал, что в результате отбора и выведения устойчивых сортов и гибридов коммерческие посевы кукурузы в США продвинулись в южные хлопководческие районы, где ранее кукурузу не возделывали из-за массового поражения совкой. [23, 31].

В нашей стране этот вредитель распространен, в основном, в степной и лесостепной зонах.

В 80-е годы прошлого столетия в результате исследований устойчивости сортов и гибридов кукурузы к хлопковой совке были выделены генетические

источники устойчивости: сорт IAC Maya и экзотическая раса кукурузы Zaralote Chico. Проведенный генетический анализ с использованием транслоцированных линий, маркированных геном *Wx*, установил четыре доминантных гена — *Zer1*, *Zer2*, *Zer3* и *Zer4*, контролирующих устойчивость расы кукурузы ZaraloteChico, и два доминантных гена - *Mer1*, *Mer2* - в сорте IAC Maya [191].

Длина обвертки и количества слоев листьев на ней в значительной степени влияют на повреждаемость початков хлопковой совкой. Известно, что резистентность растений кукурузы к хлопковой совке наследуемый признак, однако точный принцип наследования пока еще неясен. Некоторые ученые предполагают, что этот фактор контролируется группой генов [145].

Следующим этапом работы зарубежных исследователей была разработка методики искусственного заражения кукурузы для определения ее устойчивости к хлопковой совке. В дальнейшем установлено, что использование при скрещиваниях хотя бы трех устойчивых к хлопковой совке самоопыленных линий придавало двойному межлинейному гибриду устойчивость к этому вредителю.

В США были выведены сорта и линии кукурузы, устойчивые к хлопковой совке. К ним относятся: Кокер 811, Дикси 18 и линии: 501, 503, MP 313. Дикси 11, Дикси 58, Джорджия 281, Луизиана 521, Техас 24, Техас 30, Техас 9 и др. [162].

Хлопковая совка — очень опасный вредитель для растений кукурузы. В виду вышесказанного, создание устойчивых линий и гибридов кукурузы является наиболее существенным средством борьбы против указанного вредителя.

Значительный ущерб посевам кукурузы наносит шведская муха — одно из опасных и вредоносных насекомых. В отдельные годы растения кукурузы могут повреждаться шведской мухой почти на 100%.

Большая часть северо-западной территории европейской части России входит в зону высокой вредоносности шведской мухи. В отдельные годы, на юге Российской Федерации также наблюдались значительные потери урожая от шведской мухи.

Степень повреждения кукурузы шведской мухой зависит и от физиологической устойчивости тканей к воздействию пищеварительными ферментами личинки, питание которой связано с не кишечным типом пищеварения [137].

Комплексная устойчивость образцов кукурузы к шведской мухе складывается из различных сочетаний показателей скорости роста растений на ранних этапах развития и физиологической сопротивляемости тканей воздействию пищеварительных ферментов личинки, однако скорость роста растений кукурузы на ранних этапах развития во многом зависит от погодно-климатических условий, в частности от температуры воздуха.

На сегодняшний день известно более чем 40 различных инфекционных заболеваний, которыми поражается кукуруза. Большая часть (30 болезней), вызывают фитопатогенные грибы, остальные — бактерии и вирусы. Все эти болезни имеют различную степень вредоносности. Распространение болезней по годам районам возделывания зависят от таких важных факторов, как наличие возбудителя и его вирулентность, условия окружающей среды [147].

Пузырчатая головня — одна из наиболее вредоносных и широко распространенных болезней на кукурузе. Возбудителем ее является гриб *Ustilago zeae* Unger. Болезнь проявляется в виде патологических новообразований (галлов) на всех частях растений, но наиболее часто на листьях и початках. При поражении листьев наблюдается образование вздутий в виде группы шероховатых морщин. В метелках поражаются отдельные цветки с образованием мешковидных вздутий обычно небольших размеров. Потери зерна кукурузы в странах СНГ достигали иногда до 30%, в США — 6% [6;23;69].

В Российской Федерации заболевание растений кукурузы пузырчатой головней отмечено повсеместно. Развитию пузырчатой головни способствует засушливая погода, небольшие осадки во время заражения, а также загущенный посев. Наиболее вредоносно заболевание при поражении початков и стеблей кукурузы. Снижение урожая может достигать 25–30%, а в условиях засухи — 50%.

Кукуруза, пораженная пузырчатой головней, более подвержена поражению стеблевой гнилью. Болезнь, развивающаяся на молодых растениях, может убить их. Характерно отметить, что всходы кукурузы повреждаются довольно редко [149].

Сортовая устойчивость кукурузы, наблюдаемая в природных условиях, обуславливается целым рядом морфологических, физиологических, биохимических и других особенностей растений

Исследованиями установлено, что заражение растений кукурузы пузырчатой головней определяют, в некоторой мере, экологические условия. Метеорологические факторы благоприятствуют или же препятствуют развитию болезни. Под влиянием внешних условий растение может быть более восприимчивым или, наоборот, устойчивым [22].

В естественных условиях иногда наблюдается большое поражение головней раннеспелых форм кукурузы [39;113;114;137;159], а в отдельные годы более позднеспелых [91].

Анализируя данные по устойчивости образцов различных подвидов кукурузы, учеными было установлено, что наиболее устойчивыми оказались образцы лопающейся кукурузы. Значительно больше поражаются этой болезнью кремнистая белозерная и восковидная кукуруза [145].

К наиболее распространенным бактериальным болезням на кукурузе относят: бактериоз початков, бактериальная пятнистость листьев, стеблевая бактериальная гниль и др.

Бактериоз початков проявляется в период молочно-восковой спелости зерна в виде пятен бледно-серого цвета (2-3 мм в диаметре) на верхушках зерновок, в верхней половине початка.

В Российской Федерации бактериоз початков распространен в Краснодарском и Ставропольском краях, Ростовской области и других районах кукурузосеяния. Вредоносность заболевания заключается в том, что она способствует сплошному и быстрому охвату плесенью початков при их хранении, а также снижает семенные качества зерновок.

Бактериальная пятнистость - поражает листовые влагалища, затем листья и стебли. Встречается в Российской Федерации в районах возделывания кукурузы.

Из других, не менее вредоносных болезней, так же можно выделить фузариоз, гельминтоспориоз и бурую ржавчину.

Фузариоз проявляется на початках в фазе налива зерна в виде бледно-розового или белого налета. Это мицелий и микроконидии гриба *Fusarium*. Гриб успешно развивается во влажной среде при температуре 30°C (крайние температуры 10-14 и 35-39°C). Фузариоз широко распространен в районах кукурузосеяния, сильно вредит, особенно в районах с достаточным увлажнением. Зараженные початки при хранении быстро поражаются плесневыми грибами. В засушливых условиях повышенной восприимчивостью к фузариозу характеризуется крахмалистая кукуруза. Характер поражения растения в большинстве случаев локальный. Источником инфекции служат послеуборочные остатки кукурузы, в которых находится мицелий гриба. Развитию болезни способствуют вредители кукурузы. Большое поражение наблюдается у позднеспелых сортов, початки которых более продолжительное время имеют повышенную влажность [93]. При возделывании гибридов в севообороте в Краснодарском крае фузариоз початков редко превышает 30 - 35%, а в условиях бессменной культуры 85 - 100% [40,41].

Значительный урон посевам кукурузы приносит гельминтоспориоз листьев, который представляет собой коричневые, продолговатые пятна, достигающие в длину до 10 см, пораженные листья увядают и засыхают. Эта болезнь широко распространена и сильно поражает посевы кукурузы в США, Индии, Южной Африке, встречается также и в Европе. В Российской Федерации гельминтоспориоз широко распространен на Северном Кавказе и на Дальнем Востоке, а также на Украине и в Закавказье. Урожай кукурузы иногда снижается до 40—68% [43].

Бурая ржавчина (*Puccinia sorghi* Schw.) вызывает на листьях кукурузы желтовато-бледные пятна, которые превращаются под эпидермисом в уредо-

споры. Затем на обеих сторонах листа образуются черные пустулы. Ржавчина распространена в Российской Федерации на Черноморском побережье Кавказа и в Ставрополье, а также в Закарпатской Украине и в Закавказье. Широко распространена эта болезнь и в Западной Европе, Америке, Австралии, Азии и Африке [143].

В настоящее время известны две формы устойчивости к этой болезни: специфическая устойчивость, проявляемая на стадии всходов и взрослых растений в форме сверхчувствительности растения-хозяина к некоторым биотипам гриба, растения могут обладать устойчивостью к определенным биотипам или расам *P. sorghi*, но быть полностью восприимчивыми к другим; устойчивость, проявляющаяся взрослыми растениями в форме небольшого числа пустул на листе, является общим типом и действует против всех биотипов *P. Sorghi* [178].

Разнообразие экологических зон Краснодарского края с суммой осадков от 300 до 800 мм обуславливает развитие большого количества головневых грибных и бактериальных болезней початков и листьев.

Высокая вредоносность болезней и вредителей кукурузы на юге Российской Федерации, а также чрезвычайная актуальность проблемы потери урожая, предполагают поиск наиболее эффективных путей их решения, основным из которых является селекция на иммунитет. Поэтому, в отделе селекции и семеноводства кукурузы Краснодарского НИИСХ им. П. П. Лукьяненко помимо всех остальных хозяйственно ценных признаков кукурузы, огромное внимание уделяется выведению самоопыленных линий и гибридов кукурузы с высокой иммунностью к основным вредителям и болезням, наносящим не малый урон сельхозтоваропроизводителям.

1.3.6 Селекция кукурузы на улучшение химического состава зерна

Широкому использованию кукурузы в производстве способствуют высокие химические и технологические показатели качества ее зерна.

Изучением химического состава кукурузного растения в целом, а также его отдельных органов занимались многие исследователи [21;46;65;96]. Количество питательных веществ в кукурузе зависит от возраста растения, генетических особенностей и условий произрастания. Отдельные органы кукурузного растения (листья, стебли, початки) также различаются по содержанию и качественному составу компонентов.

Зерно кукурузы содержит почти все необходимые питательные вещества, при том, что они находятся в легкоусвояемой форме. Большую часть составляют углеводы, белок и масло. Их масса составляет около 95% веса сухого вещества зерна [96]. Содержание углеводов, белка и масла в значительной степени зависит генотипа кукурузы, что, в конечном счете, влияет на ее кормовую ценность и направления использования.

Многие селекционеры в своих работах указывали, что генетический анализ селекционного материала, полученного при гибридизации, показал повышенное содержание белка в зерне кукурузы и это обусловлено действием большого количества рецессивных генов и почти полной доминантностью генов низкой белковости. Обнаружена также достаточно высокая степень генетической изменчивости в популяциях и даже в самоопыленных линиях [51;189;194].

Количество и качество белка генетически детерминированы, и отбор на высокое и низкое содержание белка в зерне кукурузы эффективен [164;165].

Количество белка контролирует большое число аддитивно действующих генов. Содержание белка в зерне самоопыленных линий различных подвидов колеблется от 6 до 21%. Особый интерес как исходный материал представляют самоопыленные линии из США, характеризующиеся сравнительно высоким содержанием белка и высокой комбинационной ценностью [79].

Несмотря на то, что многими исследователями была подтверждена высокая генетическая обусловленность содержания белка в зерне кукурузы и эффективность отбора по этому признаку, практическая селекция по созданию высокоурожайных и высокобелковых гибридов не давала существенных по-

ложительных результатов. И только с открытием биохимического действия мутации опейк-2 на фракционный состав белков началась новая эра в селекции кукурузы [89].

Мутация опейк-2 в любом генотипе вызывает перераспределение белковых фракции зерна: снижается количество зеина и увеличиваются доли альбуминовых и глобулиновых фракций, более богатых по содержанию незаменимых аминокислот таких как лизин, триптофан, метионин и др. При этом только за счет повышения содержания лизина в зерне кукурузы увеличивается в два раза его питательная ценность и сокращаются затраты корма на килограмм привеса, что имеет особо важное значение для отрасли животноводства [121].

Ряд авторов отмечает, что содержание белка у кукурузы обычно положительно коррелирует с содержанием масла в зерне, качество которого зависит от наличия в нем различных органических кислот [23;50].

По данным Покровской (1960), размер зародыша неодинаков у разных ботанических групп кукурузы. Подвиды делятся на две группы: мелкозародышевые (зародыш составляет до 8% массы всего семени) и крупнозародышевые (свыше 8% массы всего семени) [82].

В 80-е годы прошлого столетия в результате большой селекционной работы в США, Канаде, Югославии и других странах были созданы синтетические сорта, в зерне которых содержалось до 10% масла. В то же время, самое высокое (15,7%) содержание масла и максимальное количество белка (17,5%) было отмечено у образца сахарной кукурузы из США Super Shugary.

В 90-е годы XX-го века из генофонда ВИР были выделены генетические доноры высокого содержания масла в зерне: А619, В37, Т13, Т22 [145]. Они представляли значимую ценность как источники высокого качества зерна и были широко использованы в практической селекции.

В настоящее время в России широко и разнообразно представлено направление работ по селекции кукурузы зернового направления, реже силосного и почти нет работ, раскрывающих потенциальные возможности кукуруз-

ного растения на пищевые цели. Между тем, пищевая кукуруза - это ценная продовольственная культура. Особой популярностью и полезными свойствами обладает кукурузное масло - особый диетический продукт питания, который за счет содержания в нем ненасыщенных жирных кислот снижает опасность накопления липидов и другого жирового материала в артериях организма человека и животных [85].

В зародыше зубовидных форм кукурузы, которые в настоящее время используют для производства кукурузного масла, содержится 3,5 - 4,5 % масла. Селекционные работы в этом направлении позволяют увеличить уровень масла до 10 - 12%, без особых потерь в урожае зерна [84]. Для этой цели необходимо создать исходные высокомасличные линии, на основе которых получить высокомасличные и высокоурожайные гибриды универсального назначения. А широкий генетический спектр изменчивости по признаку содержания масла в зерне кукурузы, особенно в подвиде зубовидных форм, позволяет вести отбор в нужном направлении и создать формы кукурузы, имеющие высокую долю зародыша по отношению к общей массе зерновки [285].

В Краснодарском НИИСХ работы по созданию форм с улучшенным химическим составом зерна ведутся с конца 80-х годов прошлого столетия. В качестве исходного материала сначала использовали популяции США, затем Югославии и в последние годы высокомасличные популяции из международного центра по кукурузе. В настоящее время в отделе также ведутся работы по созданию, оценке и внедрению в производство высокоурожайных гибридов кукурузы с повышенным содержанием белка, масла и крахмала.

1.4 Роль цитоплазматической мужской стерильности в селекции и семеноводстве кукурузы

ЦМС в последние годы стала предметом пристального изучения селекционеров, генетиков, цитологов, биохимиков. Она обнаружена у многих с/х культур и привлекает внимание исследователей, прежде всего в связи с тем,

что позволяет полнее использовать явление гетерозиса в селекционно-семеноводческой практике.

Межлинейная гибридизация занимает ведущее место в современной селекции кукурузы, что в свою очередь позволяет создавать высокоурожайные гибриды кукурузы, отвечающие требованиям аграриев. В результате использования ЦМС, как ценного и важного биологического явления, стало возможным повсеместное распространение гибридной кукурузы [35].

При изучении наследования мужской стерильности у женских растений чабера 1904 году Корренсом была открыта цитоплазматической мужской стерильности. ЦМС была установлена к середине 70-х годов, по крайней мере, у 105 видов растений, представляющих 19 семейств однодольных и двудольных растений. У кукурузы ее выявили на много раньше, чем у ряда других культур растительного мира.

У высших растений открытие ЦМС исключило трудности, которые связаны с проведением массовой кастрации материнских форм гибридов, помогло решить задачу практического использования гетерозиса у всех сельскохозяйственных растений.

М. И. Хаджинов, работая с образцами из Азербайджана, в 1929 г. обнаружил на одном из растений кремнистой кукурузы стерильную метелку. Несколько лет спустя (1932) он описал этот признак в своих трудах. Параллельно в США этот признак был открыт и описан Родсом в 1931 г. [122].

В 1949 г. Коварским были найдены растения со стерильной метелкой среди образца кремнистой кукурузы Молдаванка Оранжевая [47;128].

В 1953 и 1954 гг. Галеев заметил это отклонение у нескольких различных образцов Молдавской желтой кремнистой и у образца белозерной полужубовидной формы из Северной Осетии [14]. Чуть позже растения с аналогичными метелками были обнаружены М. И. Хаджиновым у форм из США, В. Е. Козубенко — у формы из Закарпатья, Г. Е. Шмараевым — у образца кремнистой белозерной кукурузы к-9704 из Узбекистана и Рисовой белой (к-4512) из США [142]. Всего описано свыше 100 источников ЦМС. Каждому типу ЦМС

характерны свои особенности в проявлении, а также, что не маловажно, в наследовании мужской стерильности.

По данным ряда ученых, доминантные аллели Rf ядерных генов восстанавливают фертильность пыльцы при реализации их в стерильной цитоплазме. Комплементарные гены Rf_1 , Rf_2 являются восстановителями тexasского типа ЦМС (ЦМС-Т), ген Rf_3 молдавского (ЦМС-М), гены Rf_4 , Rf_5 —бразильского типа ЦМС (ЦМС-С), ген Rf^{var} боливийского типа ЦМС (ЦМС-Б). В природных популяциях встречаемость доминантных аллелей Rf_1 и Rf_3 значительно реже, чем рецессивных [16;100;122;128].

Значение системы ЦМС для реализации гетерозиса у растений общеизвестно. Кастрация материнской формы и восстановления фертильности будущего гибрида при этом достигается надежно и с наименьшей затратой средств по сравнению с другими системами массового получения гибридных семян, однако, долгое время открытие цитоплазматической мужской стерильности не находило широкого применения и селекции. Практическое использование в селекции гибридной кукурузы вначале нашли только два типа ЦМС: тexasский (Т) молдавский (М). Растения кукурузы с тexasским типом стерильности имеют пыльники, сильно деформированные и сморщенные. Они почти никогда не выходят наружу и остаются в цветке на всех веточках метелки. У растений кукурузы с молдавским типом стерильности пыльники выходят наружу, но с опозданием и не имеют жизнеспособной пыльцы. Пыльники имеют размеры меньше нормальных, отверстие, через которое выходит пыльца, остается закрытым. Тexasский тип менее чувствителен к влиянию абиотических факторов, поэтому шире применяется в селекции гибридной кукурузы. На протяжении длительного времени основные кукурузосеющие страны (в нашей стране более 30 лет) для получения гибридных семян использовали Т тип ЦМС. С 1990 года из-за угрозы распространения заболевания южного гельминтоспориоза, поразившего в США гибриды с Т типом, работы по производству гибридов кукурузы на тexasском типе стерильности в России были прекращены. В настоящее время семеноводство районированных гибри-

дов кукурузы отечественной селекции в основном осуществляется на стерильной основе М и С типов стерильности по схеме полного восстановления.

Результаты сравнительного изучения влияния стерильной цитоплазмы на урожайность зерна не выявили существенных различий между гибридами с нормальной и стерильными цитоплазмами М и С типов. Установлено, что существует специфичность взаимодействия генотипа гибрида и типа цитоплазмы. Многие гибриды на молдавском типе ЦМС по урожайности превышают гибриды с нормальной и С цитоплазмами. Стерильные аналоги формировали, как правило, большее число початков на растении, у некоторых наблюдался больший выход зерна за счет процента озерненности.

Для того чтобы освободить селекционеров от трудоемкой работы и значительно ускорить селекционный процесс, на первых его этапах исследуют новый исходный материал кукурузы по реакции на ЦМС и характеризуют образцы по этому признаку. Кроме того, в значительной степени повышается эффективность использования коллекций как исходного материала. При анализе данных наблюдений и учетов установлено большое разнообразие в характере реакции образцов коллекции на ЦМС. Многообразие форм, имеющих разный характер реакции, дает множество возможностей для отбора закрепителей стерильности и восстановителей фертильности по обоим типам ЦМС. Все генотипы по своей природе неоднородны по комбинационной ценности, поэтому при синтезе новых гибридов рациональное сочетание высокой комбинационной ценности с наиболее приемлемой реакцией на ЦМС значительно интенсифицирует селекционный процесс. Таким образом, назрела необходимость более полной классификации коллекций образцов растений кукурузы по реакции на ЦМС.

В Краснодарском НИИСХ им. П. П. Лукьяненко работы по изучению и селекционному применению ЦМС в семеноводстве гибридной кукурузы были начаты в 1954 году М. И. Хаджиновым. В результате широких селекционно-генетических исследований были разработаны методики создания стерильных аналогов и аналогов восстановителей фертильности, схемы ведения семено-

водства гибридов кукурузы на стерильной основе, генетика, цитология и другие вопросы, касающиеся природы ЦМС [11;122;123].

В дальнейших исследованиях Э. И. Вахрушевой проведено агро- селекционное изучение стерильных и фертильных аналогов, влияние восстановителей фертильности на продуктивность гибридов, генетика восстановления фертильности, классифицированы источники ЦМС, определен генотип линий закрепителей, созданы необходимые аналоги с ЦМС и организовано семеноводство районированных гибридов кукурузы на стерильной основе [11].

С 1954 года в КНИИСХ изучали и использовали два типа ЦМС: техасский (Т) и молдавский (М или Б), с 1975 года - С тип. За время использования ЦМС, на стерильную основу Т, М и С типов переведено семеноводство 65 гибридов кукурузы селекции КНИИСХ и созданных совместно с другими научными учреждениями.

С 1990 года работы с Т типом прекращены из-за угрозы распространения южного гельминтоспориоза расы Т на Кубани. В настоящее время семеноводство районированных гибридов кукурузы селекции Краснодарского НИИСХ осуществляется без обрывания метелок на стерильной основе М и С типов по схеме полного восстановления фертильности.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Почвенно-климатические условия

Развитие, рост и урожайность кукурузы тесно связаны с воздействием на растения тепла, влаги, света, с наличием и доступностью питательных веществ в почве. Большая часть этих факторов, с одной стороны, зависят от почвенно-климатической зоны, с другой - в значительной мере поддаются регулированию за счет различных агротехнических приемов, разрабатываемых, внедряемых и используемых человеком в сельском хозяйстве.

Экспериментальная часть исследований проводилась в Краснодарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко в 2011-2015 гг.

Согласно агроклиматическому районированию, территория института относится к центральной почвенно-климатической зоне Краснодарского края. Географические координаты института – 45°3' северной широты и 38°54' восточной долготы.

Границы землепользования института расположены в 7 км к северо-западу от г. Краснодара.

Почва опытного участка - чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый с объемной массой пахотного слоя 1,25-1,28 г/см³. Гранулометрический состав почвы однородный, количество глинистых частиц колеблется от 64 до 72 %. Мощность гумусового горизонта достигает 160 см. Исследования, проведенные агрохимической лабораторией КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко, показывают, что в последнее десятилетие содержание гумуса в пахотном горизонте в почвах опытного участка - снизилось и колеблется от 4,1 до 3,3%.

Обеспеченность пахотного горизонта общим азотом колеблется от 0,21-0,26%, с глубиной его количество постепенно убывает, подвижного фосфора

12,0-15,0 мг, обменного калия 27,0-29,0 мг на 100 г воздушно-сухой почвы, рН водной вытяжки близкая к нейтральной 6,5-6,7. Большая величина скважности почвы в пахотном слое (54-61%) с глубиной уменьшается незначительно — до 49-47%, что и является причиной, обеспечивающей хорошее впитывание дождевых и талых вод и высокую воздухоемкость. В составе катионов, кальция находится 80-87 %, что способствует образованию хорошей структуры почвы [152].

Все это говорит о том, что почвы Краснодарского края обладают большим потенциалом плодородия. По мнению Ю.И. Чиркова, при правильном использовании и своевременном внесении минеральных удобрений они обеспечивают высокие и устойчивые урожаи многих сельскохозяйственных культур возделываемых на юге России.

Климат центральной зоны Краснодарского края, как известно, в основном формируется, под влиянием средиземноморских и атлантических воздушных масс, что в свою очередь делает его умеренно континентальным с хорошей тепло обеспеченностью и умеренным увлажнением. Так же на климат Краснодарского края оказывают значимое влияние, находящиеся на юге территории Черное и на юго-западе Азовское моря. Значительное влияние на климат края оказывает главный Кавказский хребет.

Длительность солнечного освещения составляет около 2200–2400 часов в год. В центральной зоне, где находится КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко, безморозный период колеблется от 195 до 225 суток. Сумма положительных среднесуточных температур воздуха выше 10 °С варьирует от 3450 до 3750 °С. Среднемесячная температура января изменяется от - 4,2 °С на севере до - 1,1 °С на юге края. Чаще всего устойчивый переход среднесуточных температур воздуха через +5 °С происходит во второй декаде марта, а через +10 °С – в первой декаде апреля, в отдельные годы наблюдается смещение этих показателей на более ранние или поздние сроки. Почва прогревается до +10 °С в середине апреля, что в свою очередь позволяет произвести ранние посевы кукурузы. Лето жаркое, среднемесячная температура июля 23-24 °С, а максималь-

ная может повышаться до 39-41 °С. Первая половина осени характеризуется сухой и ясной погодой, вторая же наоборот, более влажной и пасмурной [3].

Почти все выращиваемые в Краснодарском крае сельскохозяйственные культуры хорошо обеспечены теплом. Среднегодовое количество осадков в Краснодарском НИИСХ составляет 609, а за время произрастания кукурузы (май-август) 240-280 мм соответственно, однако по месяцам их распределении неравномерное.

В отдельные годы, засушливость климата очень часто создает дефицит одного из важнейших факторов роста и развития растения - влаги.

Метеорологические условия за годы проведенных исследований в КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко представлены в таблице 1.

Анализ погодных условий за годы проведения исследований показал, что более неблагоприятными условиями для роста и развития кукурузы отличался 2012 год.

Вегетационный период 2012 года характеризовался аномально жарким летом, но даже те осадки, которые выпадали во время вегетации, носили ливневый характер с градом и вызывали повреждение ассимиляционной поверхности с частичным полеганием растений. При этом экстремально жаркая среднесуточная температура воздуха неблагоприятно сказалась на пылевой продуктивности растений, что отразилось на озерненности початка.

Таблица 1 - Среднесуточная температура воздуха и осадки за вегетационный период кукурузы данным метеопоста Краснодарского НИИСХ (2012-2014гг.)

Показатель	Год Изучения	Месяц				За период
		Май	июнь	июль	август	
Осадки, мм	2012	63,0	37,7	53,4	26,5	179,9
	2013	25,8	75,6	98,1	48,9	248,4
	2014	46,2	102,1	125	0,6	273,9
	Среднегодовое	69,0	82,0	58,0	51,0	260,0
Температура воздуха, °С	2012	21,5	24,7	25,7	25,3	24,3
	2013	20,9	23,0	24,0	24,8	23,1
	2014	20,0	21,9	25,4	26,8	23,5
	Среднегодовое	17,0	21,0	23,5	22,8	21,0

За вегетационный период кукурузы сумма среднесуточных температур была выше среднегодовой на 433 °С и составила 2987 °С, среднесуточная

температура 24,3 °С с относительной влажностью воздуха 59 %.

Более благоприятные погодные условия были в 2013 году. За вегетационный период роста и развития кукурузы выпало 248,4 мм осадков, которые были распределены более равномерно, чем в 2012 году. Это способствовало улучшению условий роста и развития растений кукурузы. Сумма среднесуточных температур составила 2853 °С, с суммой эффективных температур 1625 °С. Гидротермический коэффициент был 0,91.

2014 год характеризовался как самый благоприятный для роста и развития растения кукурузы. Все три декады в мае месяце были теплее многолетних значений, осадков выпало на 22,8 мм меньше при относительной влажности воздуха 64 %. По значениям среднесуточной температуры июнь 2014 года превосходил многолетние показатели на 2,5 °С, а по осадкам превосходство составило 14 мм, что положительно сказалось на признаки роста и развития ввиду равномерного распределения их по декадам. Увеличение температуры в июле до 25 °С сопровождалось обильными осадками в первой и второй декадах, и только в третьей декаде выпадали незначительные дожди (6 мм), однако опыление среднеранних и среднеспелых гибридов прошли при удовлетворительных условиях относительной влажности воздуха (59 %), что позволило получить высокую продуктивность этих гибридов. Август месяц был более жарким, чем многолетние значения, без осадков и с низкими показателями по среднесуточной относительной влажности воздуха 38-43 %.

Руководствуясь вышеизложенным можно с уверенностью сказать, что 2012 и 2013 годы были не лучшими для роста и развития самоопыленных линий и гибридов кукурузы, однако изучение материала в эти годы позволило нам отобрать устойчивые к неблагоприятным условиям внешней среды генотипы кукурузы. Но достаточное количество осадков в 2014 году в критические периоды органогенеза исследуемого материала способствовало проявлению всего потенциала лучших образцов.

2.2. Материал и методика проведения исследований

Материалом для исследований послужили 23 самоопылённые линии кукурузы, второго цикла отбора, полученные на гибридных комбинациях, с участием линий, привлеченных из генетической коллекции отдела селекции и семеноводства кукурузы КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко и линий 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 объём информации.

Опыты по исследованию растений кукурузы проводили по методике закладки полевых опытов [42,64], методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [62]. Предшествующей культурой во все годы исследований была соя. Обработка по предшественнику включала в себя следующие агроприемы: двукратное лущение стерни и внесение удобрений. Удобрения вносились непосредственно перед основной обработкой почвы из расчета N30 P60 K60 д.в. на 1 га. Вспашка проводилась на глубину 30 – 35 см с последующим выравниванием.

Весной проводили две культивации: первую на глубину 10-12 см паровым культиватором КПС-4, КПС-5У; вторую перед посевом УСМК-5,4 на глубину заделки семян. Перед второй культивацией вносили минеральные удобрения. Для борьбы с сорняками применяли почвенные гербициды Харнес, Мерлин. В случае применения Харнес, гербицид вносили перед посевом с заделкой в почву в количестве 2,5 л/га. Если применяли почвенный гербицид Мерлин, то его использовали после посева. Перед посевом поле маркировалось и разбивалось на ярусы шириной 7 м, ширину дорожек между ярусами оставляли кратной проходу минитрактора (1 или 2 метра). Посев осуществляли селекционными сеялками точного высева с междурядьями 70 см. Площадь делянок в опытах составляла - 9,8 м², повторность трехкратная. Размещение

делянок - рендомизированное. Густота стояния растений - 60 тыс./га. По мере появления сорняков в фазе 3-5 листьев вносили страховые гербициды Каллисто - 0,25 л/га в баковой смеси с Милагро - 1 л/га. Уход за посевами заключался в проведении междурядной культивации культиватором КРН-2,8 и ручных прополок (по мере необходимости). Весь набор тесткроссов (69) был высеян в контрольном питомнике с густотой 60 тыс./га.

Во всех питомниках проводились фенологические наблюдения, включающие в себя учеты дат наступления основных фаз органогенеза. Биометрические измерения растений включали в себя измерения таких признаков как высота растения и высота прикрепления початка, количество листьев. Для проведения учетов были сделаны замеры на 10 растениях каждой из изучаемых генотипов.

Так же в полевых условиях были проведены основные учеты: количества растений на делянке, поврежденных стеблевым мотыльком, совкой, пузырчатой головней и фузариоза початков. В лабораторных условиях были проведены замеры длины и диаметра початка, количества рядов зерен и количества зерен в ряду, количества зерен в початке, масса 1000 зерен, выход зерна с початка.

Жаростойкость образцов кукурузы определялась в лаборатории по методу Г. Л. Филиппова, Н. В. Вишневого, В. А. Губенко и Л. А. Максимовой [63]. В основу методики вложено определение всхожести семян кукурузы при температуре от +39°C до 43°C. Наряду с этим в период высоких температур проводилась визуальная оценка жароустойчивости самоопыленных растений кукурузы в полевых условиях.

Уборка самоопыленных линий проводилась вручную. Уборка экспериментальных гибридов осуществлялось селекционными комбайнами Wintersteiger Delta с одновременным взвешиванием зерна с делянки и определением его влажности. Урожайность приводили к стандартной 14 % влажности. В качестве стандарта, при оценке продуктивности исследуемых гибридов кукурузы был использован двойной межлинейный гибрид, с соответствующей

большинству представленных в опыте гибридов длиной вегетационного периода, Краснодарский 385 МВ.

Полученные за время исследований данные обработаны методами корреляционного, регрессионного и однофакторного дисперсионного анализа в изложении Б.А. Доспехова [34]. Комбинационную способность новых самоопыленных линий кукурузы определяли в системе топкроссных скрещиваний по В.К. Савченко [92]. Описание количественных признаков самоопыленных линий и гибридов проводили по широкому унифицированному классификатору СЭВ [141]. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием специализированных компьютерных программ Statistica 12.0 и Microsoft Excel.

ГЛАВА 3. СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СРЕДНЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

3.1 Создание новых самоопыленных линий кукурузы

Создание новых инбредных линий кукурузы при селекции высокопродуктивных гибридов является основной целью большинства научно-исследовательских учреждений работающих с данной культурой. На сегодняшний день редко элитная линия кукурузы отвечает всем требованиям селекционера. Каждый раз, при создании новых самоопыленных линий ученые сталкиваются с проблемой, когда какой - то один признак приходится улучшать, используя различные приемы. 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 2).

Таблица 2 – Линии кукурузы, привлеченные в качестве исходного материала (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 приведена характеристика исходного материала используемого в скрещиваниях при создании новых самоопыленных линий кукурузы. В основном это линии, принадлежащие к гетерозисной группе Ланкастер и несколько форм с широкой генетической основой.

В таблице 3 показана детальная схема подбора родительских форм для скрещиваний.

Таблица 3 – Перечень гибридных комбинаций и соответствующих им гетерозисных групп (2005 г.)

Блоки гетерозисных групп	Гибридные комбинации
Ланкастер × Ланкастер	Kp717×Kp195, Kp42×Kp717, Kp702×Kp244, Kp602/2×Kp720
Ланкастер × линии с широкой генетической основой	Kp161×Kp195, (Kp161×Kp195) ×Kp720, Kp225×Kp717

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.

При закладке линий на гибридах от скрещивания элитных форм самоопыление начинали во втором поколении. Самоопылению подвергались 200 – 250 лучших растений из 500 – 600 высеянных. После браковки оставляли 100 – 150 початков, семена которых на следующий год высевались посемейно. Начиная с S₁, в каждом поколении на рядке самоопылялось по 3-5 початков и проводилась жесткая браковка семей. До S₄ дошло не более 5 - 10% семей. После чего проводилось визуальное и статистическое сравнение по ряду хозяйственно ценных признаков новых самоопыленных линий кукурузы с исходными формами.

На пятом году инбридинга, когда линии достигли удовлетворительной морфологической выровненности, по результатам фенотипического скрининга и последующей селекционной оценки было отобрано 23 самоопыленные линии кукурузы. В таблице 4 представлена подробная информация касательно присвоен-

ного имени, происхождения и гетерозисной комбинации новых самоопыленных линий кукурузы использованных в нашей научной работе.

Приведенная в таблице 4 классификация нового исходного материала свидетельствует о его генетической разнородности и указывает на эффективность проведенного отбора.

Таблица 4 - Классификация самоопыленных линий кукурузы относительно их происхождения и гетерозисных групп (2011 г.)

Присвоенное имя	Происхождение	Комбинация гетерозисной группы
Ex001	(Kp161×Kp195)×Kp720 ₋₁₋₁₋₁₋₁₋₁	(Kr Syn1×L)×(PHG47×Гн12)
Ex002	(Kp161×Kp195)×Kp720 ₋₁₋₂₋₁₋₁₋₁	(Kr Syn1×L)×(PHG47×Гн12)
Ex003	(Kp161×Kp195)×Kp720 ₋₃₋₁₋₁₋₁₋₁	(Kr Syn1×L)×(PHG47×Гн12)
Ex004	(Kp161×Kp195)×Kp720 ₋₅₋₁₋₁₋₁₋₁	(Kr Syn1×L)×(PHG47×Гн12)
Ex005	(Kp161×Kp195)×Kp720 ₋₅₋₂₋₁₋₁₋₁	(Kr Syn1×L)×(PHG47×Гн12)
Ex006	(Kp161×Kp195)×Kp720 ₋₅₋₂₋₁₋₂₋₁	(Kr Syn1×L)×(PHG47×Гн12)
Ex007	(Kp161×Kp195)×Kp720 ₋₆₋₂₋₁₋₁₋₁	(Kr Syn1×L)×(PHG47×Гн12)
Ex008	(Kp161×Kp195)×Kp720 ₋₆₋₃₋₁₋₁₋₁	(Kr Syn1×L)×(PHG47×Гн12)
Ex009	(Kp161×Kp195)×Kp720 ₋₇₋₁₋₁₋₁₋₁	(Kr Syn1×L)×(PHG47×Гн12)
Ex0010	(Kp161×Kp195)×Kp720 ₋₈₋₂₋₁₋₁₋₁	(Kr Syn1×L)×(PHG47×Гн12)
Ex0011	(Kp161×Kp195)×Kp720 ₋₉₋₁₋₁₋₁₋₁	(Kr Syn1×L)×(PHG47×Гн12)
Ex0012	(Kp161×Kp195)×Kp720 ₋₃₋₂₋₁₋₁₋₁	(Kr Syn1×L)×(PHG47×Гн12)
Ex0013	(Kp161×Kp195)×Kp720 ₋₆₋₂₋₁₋₁₋₁	(Kr Syn1×L)×(PHG47×Гн12)
Ex0014	(Kp161×Kp195)×Kp720 ₋₇₋₂₋₂₋₁₋₁	(Kr Syn1×L)×(PHG47×Гн12)
Ex0015	(Kp161×Kp195) ₋₃₋₁₋₁₋₁₋₁	Kr Syn1×L
Ex0016	(Kp717×Kp195) ₋₄₋₁₋₂₋₁	L×L
Ex0017	(Kp42×Kp717) ₋₄₋₂₋₂₋₂₋₂	L×L
Ex0018	(Kp161×Kp195) ₋₁₈₋₁₋₁₋₁	Kr Syn1×L
Ex0019	(Kp225×Kp717) ₋₄₋₁₋₁₋₁	Kr Syn2/78×L
Ex0020	(Kp161×Kp195) ₋₁₀₋₁₋₁₋₃₋₁	Kr Syn1×L
Ex0021	(Kp702×Kp720) ₋₁₆₋₁₋₁	L×(PHG47×Гн12)
Ex0022	(Kp720×Kp244) ₋₂₈₋₂	(PHG47×Гн12)× B37
Ex0023	Kp602/2×Kp720/7	(PHG47×Гн12)× B37
Тестер Кр 627	W64×101	Iodent
Тестер Кр 640/3	Kp716×101	Iodent
Тестер Кр 73	Kp 73	SSS

В 2011 году были проведены скрещивания новых линий с тестерами-анализаторами. Для повышения эффективности работ по скринингу лучших линий, гибридизацию изучаемых форм осуществляли с несколькими тестерами-анализаторами, в качестве которых привлекались растения 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.

Таким образом, изучаемые нами самоопыленные линии были представлены в большинстве случаев среднеспелым линейным материалом преимущественно различного генетического происхождения, что позволило создать на его основе новые среднеспелые гибриды с необходимыми селекционными и хозяйственно-ценными признаками и свойствами.

3.2 Оценка морфо – биологических признаков новых самоопыленных линий кукурузы

Основной целью наших исследований, как упоминалось выше, было тщательное изучение нового исходного материала, что являлось началом селекционного процесса, итогом которой является получение высокопродуктивных гибридов кукурузы отвечающих всем требованиям современного сельскохозяйственного производства.

По мнению Л.Г. Романенко, 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 всходов до цветения початка» [87]. В дальнейшем урожайность кукурузы определяется степенью появления и цветения генеративных органов. При благоприятствующих условиях вегетации растений разница между цветением метелок и формированием нитей на початке может варьировать от 1 до 3 дней. А высокая температура окружающей среды и низкая относительная влажность воздуха может увеличить разницу между наступлением этих периодов до 5 дней, а в отдельных случаях может достигать 6-7 дней, что отрицательно влияет на продуктивность отдельного растения и выхода продукции с единицы площади в целом. В таблице 3 представлены продолжительность этих периодов и особенности цветения генеративных органов у новых самоопыленных линий кукурузы.

Анализ данных представленных в таблице 5 показывает, что в большинстве изучаемых инбредных линий, в среднем по годам, разрыв между цветением метелки и выходом рылец составлял 1 день, но у линии Ex0018 этот период составил 2 дня. У линии Ex006, Ex008, Ex009, Ex0010, Ex0016, Ex0023 наблюдалось одновременное цветение обоих гаметофитов, что говорит об их высокой ценности для семеноводства.

Таблица 5 - Особенности цветения генеративных органов новых линий кукурузы (среднее за 2012-2014 гг.)

Название линии	Период всходы - 50% цветения метелки, дн.	Продолжительность цветения метелки, дн.	Период всходы - 50% цветения початка, дн.	Пыльцеобразовательная способность, балл.
Ex001	55,1	5,1	56,2	5
Ex002	55,4	4,2	56,5	7
Ex003	57,3	5,1	56,2	5
Ex004	55,0	5,6	56,2	5
Ex005	56,1	5,4	57,4	7
Ex006	56,4	6,2	56,6	7
Ex007	55,2	4,0	56,4	7
Ex008	57,4	6,4	57,2	5
Ex009	56,7	7,0	56,3	7
Ex0010	56,5	5,4	56,4	7
Ex0011	55,2	5,3	56,2	7
Ex0012	58,0	4,4	59,0	7
Ex0013	57,3	5,3	58,2	7
Ex0014	55,4	5,4	56,1	7
Ex0015	56,4	5,3	57,3	7
Ex0016	56,6	5,2	56,1	5
Ex0017	56,2	5,7	55,0	5
Ex0018	55,4	4,8	57,5	7
Ex0019	56,3	6,1	57,3	5
Ex0020	56,1	5,6	58,1	5
Ex0021	55,4	6,2	56,2	7
Ex0022	55,4	7,1	56,5	7
Ex0023	57,6	4,2	57,1	7
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	56,9$\pm$0,19	5,4$\pm$0,18	57,5$\pm$0,19	-
Xmin	55	4	55	-
Xmax	58	7	59	-
Lim	3	3	4	-
CV, %	1,6	16,9	1,6	-

В своих работах Г.Е. Шмараев указывает, что период цветения мужских соцветий у кукурузы продолжается в среднем около семи дней [143]. Продолжительность периода цветения метелки у представленных линий варьировал

от 4 до 7 дней. Дольше всего цвели линии Ex009 и Ex0022, что указывает на предпочтительное использование данных линий в качестве отцовских компонентов в скрещиваниях.

При благоприятных условиях метелка кукурузы начинает зацветать на 3 - 5 день после выхода из трубки листьев [143]. В наших исследованиях были линии, которые отступили от этого правила и зацветали намного раньше или позже. Так, например линия Ex0017 начинала зацветать, будучи еще в листовой обертке, что является отрицательным признаком, так как цветущая метелка прикрыта листом, что в свою очередь, препятствует свободному распространению пыльцы. У двух линий Ex0019 и Ex0022 наблюдалось позднее цветение – через 6 и 7 дней соответственно после выхода метелки из листа. У большинства самоопыленных линий кукурузы пыльцеобразовательная способность была средняя и хорошая (5 - 7 баллов).

Подытоживая вышеизложенное, можно с уверенностью сказать, что все изучаемые линии относятся к среднеспелой группе, так как признак «количество дней от всходов до цветения метелок» равен 55-58 дней, до «цветения початков» 55-59 дней.

В настоящей работе мы также провели комплексную оценку линий по основным морфо-биологическим признакам (высота растения, высота прикрепления початка, облиственность, период «всходы – 50% цветения початков»).

Переходя к анализу таблицы 6, хотелось бы подчеркнуть важность информации, которую она содержит. Все признаки изучались с 2012 по 2014 год. Эти года были очень контрастными по климатическим условиям, что не могло не сказаться на вариабельности признаков представленных в таблице 6. Высота растения кукурузы является одним из наиболее ценных морфологических признаков, так как, по мнению многих исследователей коррелятивно связана со многими другими показателями. К таким показателям относят высоту заложения початков, облиственность, полегаемость и продуктивность.

Из трудов П.П. Домашнева, Б.В. Дзюбецкого, В.И. Костюченко следует, что между высотой растения кукурузы и скороспелостью отмечена отрица-

тельная корреляция. Вместе с тем каждый из этих двух признаков находится под сильным воздействием условий окружающей среды. Высота растения имеет большое значение при современных технологиях возделывания кукурузы, а также при выборе родительских компонентов на участках гибридизации [53,132].

По мнению Я. Грушка и П.М. Жуковского высота растений родительских форм в значительной мере влияет на проявление этого признака у гибридов F_1 [23;36]. При этом условия выращивания так же в значительной степени воздействуют на данный признак, поэтому один и тот же генотип сильно варьирует по данному признаку в разных районах возделывания [1].

В среднем по всем изучаемым самоопыленным линиям высота растений в 2012 году составила $163,5 \pm 2,7$ см, минимальное и максимальное значение по этому признаку имели линии Ex0019 и Ex005, 136 и 186 см соответственно (Таблица 6, приложение 1,2,3,4). Размах варьирования составил 50 см. В 2013 году этот признак увеличил свое среднее значение на 7,6 см и составлял $170,3 \pm 2,7$, 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 в кардинальной степени повлияло на морфологические параметры новых линий, поэтому в 2014 году выявлены более высокие значения по данному признаку.

Высота прикрепления початка является важным признаком для оценки родительских форм. От нее во многом зависит возможность механизированной уборки растений [132]. По мнению многих ученых «высота прикрепления початка» положительно коррелирует с габитусом растений и с числом зерен на початке [66].

Самоопыленные линии по признаку «высота прикрепления початка» в 2012 году имели среднее значение равное $58,4 \pm 1,6$ см, минимальное и максимальное значение по этому признаку имели линии Ex0019 и Ex0014, 45 и 70 см соответственно. Самоопыленные линии в 2013 году, аналогично признаку

«высота растений», по признаку «высота прикрепления початка» увеличили свое значение в среднем на 6,8 см, в виду более благоприятных погодных условий.

Таблица 6 - Параметры варьирования хозяйственно-ценных признаков новых самоопыленных линий кукурузы (2012-2014гг.)

Признак	Значение признака			Lim (Xmax- Xmin)	CV,%	StdDv
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Xmin	Xmax			
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
Продолжительность периода «всходы – 50% цветения початков», дн.	54,1±0,21	53,0	55,0	2,0	6,4	±3,5
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±1,71	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
Продолжительность периода «всходы – 50% цветения початков», дн.	57,4±0,21	55,0	58,0	3,0	1,7	±0,9
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
Продолжительность периода «всходы – 50% цветения початков», дн.	57,2±0,21	56,0	60,0	4,0	2,0	±1,2
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
Продолжительность периода «всходы – 50% цветения початков», дн.	55,7± 0,21	54,7	57,7	3,0	1,5	±0,6

В мае и июне 2014 года выпало на 36 мм осадков больше чем в 2013 и на 48 мм больше чем 2012 году, что не могло не сказаться на такой признак как «высота прикрепления початка», так как этот признак в значительной мере подвержен модификационной изменчивости. И так, в 2014 году по признаку «высота прикрепления початка» выделились линии Ex005 и Ex006, этот показатель у них был на уровне 77 см. Среднее значение по данному признаку за 3

года исследований составило $62,2 \pm 1,62$ см. Максимальное и минимальное значению имели линии Ex006 (73) и Ex0019 (49). По мнению А.А. Капустина при механизированной уборке минимально допустимая высота прикрепления початка должна составлять 30-50 см [44]. 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 наблюдались незначительные вариации на некоторых самоопыленных линиях ($CV = 4,9\%$). Среднее значение по данному признаку равно 17.

В виду того, что 2012 год отличался не только малым количеством осадков в первые месяцы роста и развития растений кукурузы, но и повышенными среднесуточными температурами по сравнению со среднемноголетними данными, наименьшее среднее значение за все годы исследований по признаку «всходы – 50% цветения початков» был именно в этом году ($X_{ср} \pm S_{хср} = 54,1 \pm 0,21$). В 2013 и 2014 годах данный признак увеличил свое значение на 2,1 и 3,2 дня соответственно.

В целом за годы проведенных исследований прослеживается существенное повышение средних значений габитуса растения, высоты прикрепления початка и периода всходы – 50% цветения початка, что подтверждает литературные данные о подверженности этих признаков изменению от климатических условий среды. А вот признак «количество листьев» на протяжении трех лет оставался неизменным, что говорит о высокой устойчивости генотипов к модификационной изменчивости по этому признаку. Для более наглядной интерпретации полученных данных мы провели распределение самоопыленных линий по уровню проявления каждого признака в отдельности.

На основании теоретического распределения можно сказать, что среднее значения по признаку «высота растения» для всей анализируемой выборочной совокупности линий находится в интервале $155,4 \div 181,2$ см (Рисунок 1).

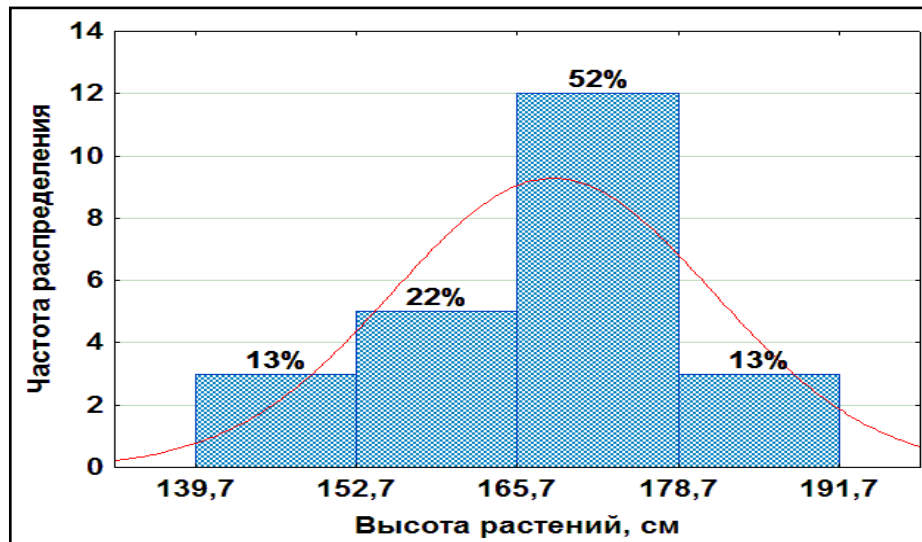


Рисунок 1 – Распределение самоопыленных линий по признаку «высота растения» (среднее за 2012-2014 гг.)

Большинство линий, судя по графику, находятся в интервале среднего значения, что составляет 74% от всей выборочной совокупности. Однако есть линии, которые имеют значения ниже и выше среднего показателя, что составляет по 13% соответственно. Анализируя распределение самоопыленных линий по признаку «высота прикрепление початка» видно, что среднее значение на 95% - ном уровне вероятности находится в интервале 54,5÷69,9 см (Рисунок 2).

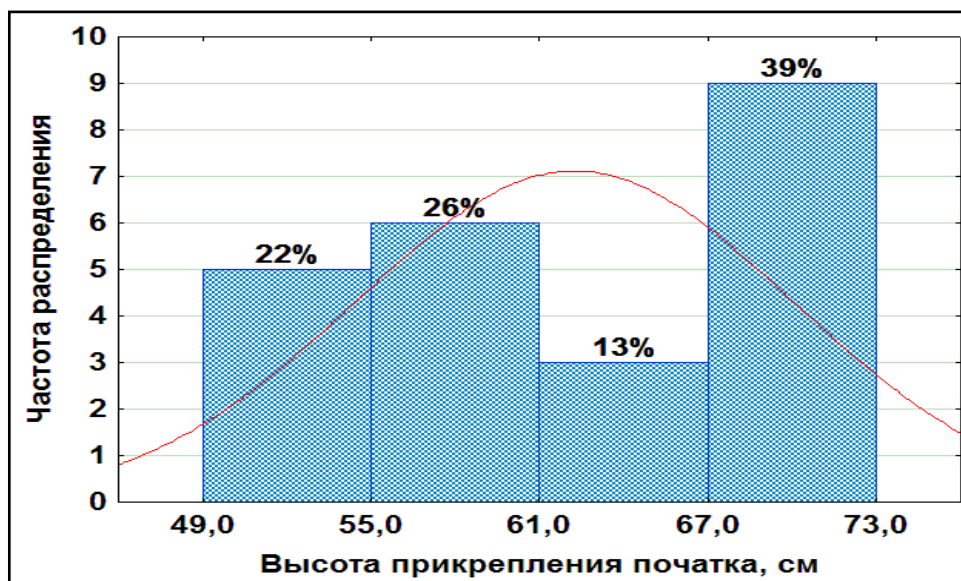


Рисунок 2 – Распределение самоопыленных линий по признаку «высота прикрепления початка» (среднее за 2012-2014 гг.)

Как видно из рисунка 2, самоопыленные линии распределились не равномерно, по причине значительной вариабельности данного признака ($CV, \% = 12,4$).

Среднее значение по признаку «количество листьев на растении», на 95% - ном уровне вероятности находится в интервале $16,3 \div 17,7$ шт. (Рисунок 3). Линии, не вошедшие в средний диапазон этого признака, составляют $\sim 40\%$ от всей изучаемой совокупности. Однако, большая часть изучаемых в опыте линий ($\sim 60\%$) находится в интервале среднего значения.

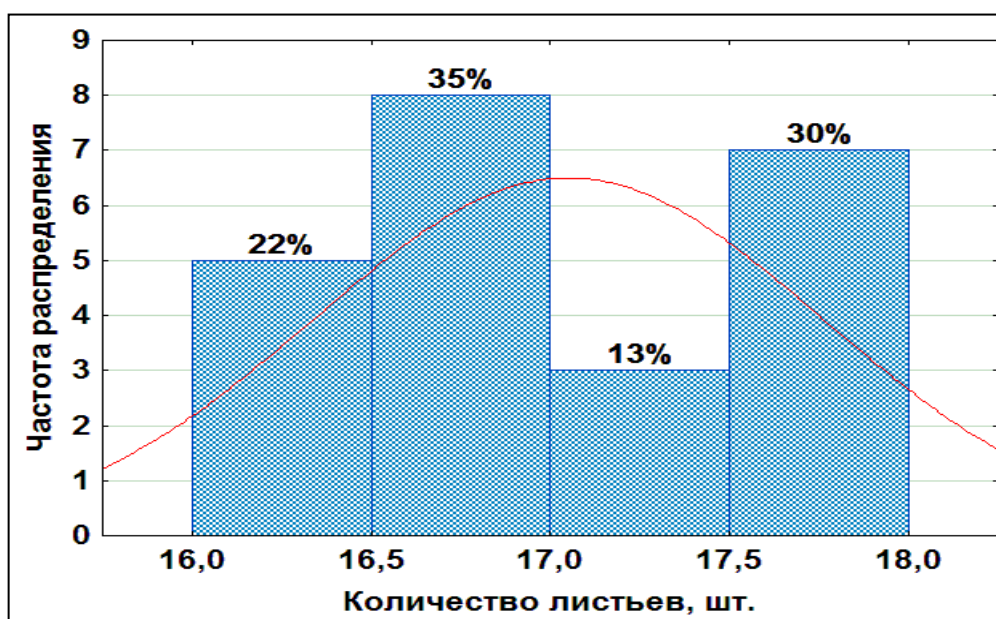


Рисунок 3 – Распределение самоопыленных линий по признаку «количество листьев на растении» (среднее за 2012-2014 гг.)

Анализ теоретического распределение линий по признаку «количество дней – 50% цветения початка» показал, что среднее значение на 95% - ном уровне вероятности находится в интервале $55,1 \div 56,3$ дней (Рисунок 4). В виду не существенной вариабельности данного признака ($CV, \% = 1,5$), большая часть линий ($\sim 70\%$), судя по графику, находятся в интервале среднего и ниже среднего значения ($54,7 \div 56,3$), но также имеются линии ($\sim 30\%$), которые находятся в интервале выше среднего ($56,4 \div 57,7$).

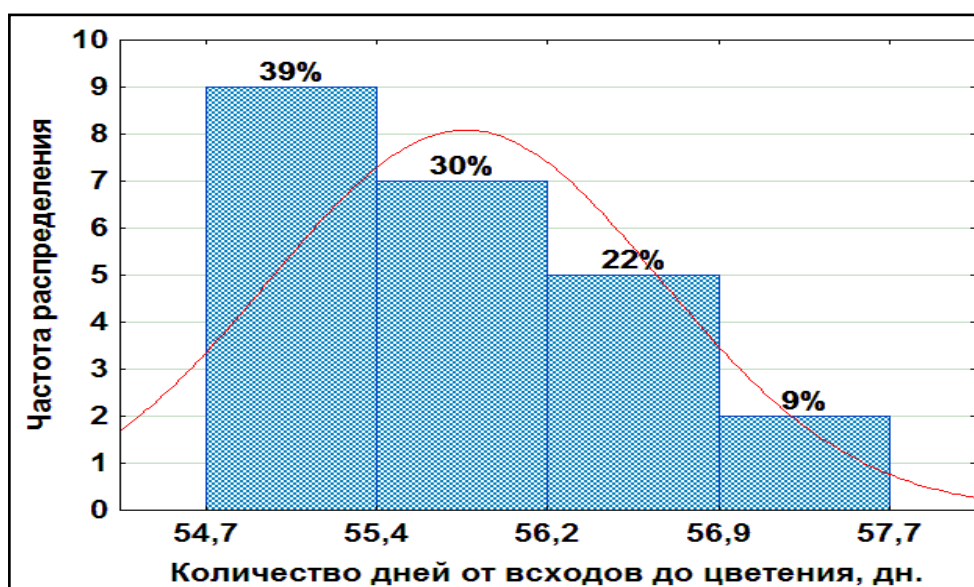


Рисунок 4 – Распределение самоопыленных линий по признаку «количество дней от всходов – 50 % цветения початка» (среднее за 2012-2014гг.)

Подводя итоги вышеизложенного, можно говорить о том, что условия возделывания культуры в значительной степени влияют на систему генетического контроля большинства количественных признаков у самоопыленных линий кукурузы. Продолжительность вегетационного периода контролируются преимущественно генами, проявляющими аддитивные эффекты.

3.3 Анализ элементов структуры урожайности и хозяйственно-ценных признаков самоопыленных линий кукурузы

Многими исследователями было доказано, что для получения высокоурожайных гибридов кукурузы надо учитывать и особенности структурных элементов [24;108;109;110]. На протяжении 3-х лет нами проводились замеры и анализ по данному признаку для выявления закономерностей влияния их на урожайность и подверженности изменению под влиянием окружающей среды.

Переходя к изучению урожайных данных, рассматриваемых самоопыленных линий, мы обратились к их основным элементам, составляющим структуру урожайности. Так «длина початка» является одним из наиболее важных количественных признаков элементов структуры урожая кукурузы,

хотя связь между ними не всегда тесная. По этой причине А. Hallauer и др. считают, что отбор по длине початка не эффективен для увеличения урожайности линий и гибридов кукурузы [174;186]. При создании новых линий в процессе самоопыления депрессия сильнее всего затрагивает признаки «длина початка» и «количество зерен в ряду початка» [130]. По другим данным инбредная депрессия по длине початка наблюдалась в 50% случаях.

Следует отметить, что «длина початка»- весьма изменчивый количественный признак кукурузы. Абсолютные значения его в растениях кукурузы сильно варьирует в зависимости от условий выращивания.

Для практической селекции ценными представляются линии, длина початков которых варьирует в пределах не меньше 12,1 см и не более 15,2 см. [132]. На основании анализа представленных в таблице 7 данных, можно сделать выводы, что большинство изучаемых самоопыленных линий имели средний размер початка, что соответствует 5-6 баллам согласно широкому унифицированному классификатору СЭВ (Приложение 5), 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 линии 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 [134]. Генетиками и селекционерами проведены многочисленные исследования по изучению характера наследования и изменчивости диаметра початка кукурузы. По результатам этих работ сделан вывод, что величина диаметра початка определяется преимущественно генами, проявляющими аддитивное действие [129;201].

В таблице 7 представлены данные, которые подтверждают технологическую ценность большинства самоопыленных линий.

Таблица 7 - Биометрический анализ початков новых самоопыленных линий кукурузы (среднее 2012-2014гг.)

Линия	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Количество рядов зерен на початке, шт.	Количество зерен в ряду, шт.
Ex001	12,8	4,8	13,6	32,6
Ex002	14,8	3,6	13,8	36,1
Ex003	12,9	4,6	13,8	33,8
Ex004	12,1	3,5	12,0	27,9
Ex005	14,1	4,8	16,0	37,0
Ex006	15,2	4,9	16,0	38,9
Ex007	14,9	5,0	15,5	33,9
Ex008	12,1	3,3	12,0	31,1
Ex009	12,7	4,8	14,2	30,6
Ex0010	13,4	3,6	16,0	30,0
Ex0011	14,1	5,0	16,0	35,6
Ex0012	14,4	4,9	16,0	36,4
Ex0013	13,6	4,1	13,4	34,2
Ex0014	12,1	4,5	15,0	30,0
Ex0015	13,2	3,9	13,4	35,6
Ex0016	13,5	3,8	13,6	34,3
Ex0017	12,7	3,9	13,8	30,2
Ex0018	14,1	4,3	14,2	36,2
Ex0019	14,4	4,2	13,2	38,9
Ex0020	14,2	4,7	16,0	35,7
Ex0021	13,9	4,0	14,4	34,0
Ex0022	14,0	5,0	16,0	36,2
Ex0023	13,2	4,8	16,0	35,0
$\bar{x}$	13,6	4,4	14,5	34,1
НСР ₀₅	0,36	0,07	0,28	0,9
X _{min}	12,1	3,3	12,0	27,9
X _{max}	15,1	5,0	16,0	38,9
CV,%	6,6	12,7	9,2	8,7

Среднее значение признака «диаметр початка» за годы исследований равнялось 4,4см. 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 сильной изменчивости по данному признаку среди изучаемых генотипов. Все это подтверждает тот факт, что большинство инбредных линий имели средний диаметр початка (5 баллов), но также присутствовали генотипы, имевшие толстый початок ($\geq 4,1$ см).

По утверждению многих исследователей признак «число рядов зерен на початке» формируется на более ранних этапах органогенеза. Ф. М. Куперман

и А.Э. Панфилов указывают на незначительную вариабельность данного признака как под влиянием биотических, так и абиотических факторов [57;77].

По мнению многих исследователей, связь между признаками «число рядов зерен на початке» и урожайностью непостоянна. В опытах М. А. Fakorede и Г. П. Котовой урожайность зерна самоопыленных линий кукурузы положительно коррелировал с признаком «число рядов зерен на початке» [53;169].

Э. Тарзихан, П.И. Скоробреха и В.П. Захоба считают, что многорядные линии обладают высокой ОКС по урожаю зерна [95;112]. Г. С. Галеев в своих работах писал о необходимости отбора по числу рядов зерен при селекции новых линий [13].

В наших исследованиях «количество рядов зерен на початке» имел среднее значение равное 14,5шт. 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 уровень урожайности зерна одного растения и соответственно урожая зерна с единицы площади [52].

Очень важные сведения о наличии связи между ОКС линий по признаку «число зерен в ряду» и их ОКС по урожаю зерна были представлены М. Вонсафом и С. Рехманом [133]. Несмотря на важность значения изучаемого признака, система генетического контроля изучена недостаточно [45]. Количество зерен в ряду початка самоопыленных линий и среднегрупповые значения этого признака, по данным Г. И. Веденеева различаются существенно [12]. 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 имели в ряду 31-35 зе-

рен (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, стабильность изучаемого признака при этом очень высока. Это говорит о возможности селекции на максимальную выраженность данного признака.

В наших исследованиях масса початка растений, которая состоит из массы стержня и зерна, характеризовалась как средняя и высокая (5,6 и 7 баллов). Среднее значение данного признака было близко к $107,7 \pm 2,2$ грамм, вариация данного признака составила 31,2 грамма (Таблица 8, приложение 6).

Масса зерна с початка является одним из главных компонентов продуктивности кукурузы [106]. Система генетического контроля массы зерна с одного початка кукурузы изучена недостаточно. Отмечено преобладающее влияние на этот показатель доминантных генов [170;185]. Большую роль аддитивных эффектов, по сравнению с не аддитивными, в контроле изучаемого признака выявили в своих экспериментах L. Luchsinger, M. Violici B. Barnier [187]. Данный признак, считают многие ученые, связан с условиями роста растений в период перед цветением, с количеством цветков на початках и определяется количеством зерен в ряду початка и количеством рядов зерен на початке [38]. За годы проведения исследований наблюдалась значительная вариация данного признака среди изучаемых линий (32,1 грамма), коэффициент вариации был на уровне 12,8 %, что подтверждает генетическое разнообразие анализируемого материала. Линии Ex005, Ex006, Ex0011, Ex0023 имели наибольшее значение по данному признаку (100 – 110 грамм). Среднее значение находилось на уровне $88,8 \pm 2,4$ грамм.

Во многих работах по кукурузе отмечается, что в контроле признака «масса 1000 зерен» первостепенную роль играют доминантные генные эффекты [40;129]. Степень доминирования варьирует от не полного доминирования [29] до сверхдоминирования [115;193].

Таблица 8 - Характеристика новых самоопыленных линий кукурузы по основным элементам продуктивности (среднее за 2012-2014 гг.)

Линия	Масса початка, г	Масса зерна с початка, г	Выход зерна с початка, %	Масса 1000 зерен, г
Ех001	91,8	76,8	83,7	340,6
Ех002	91,1	62,3	68,4	276,2
Ех003	90,7	76,7	84,6	289,4
Ех004	105,9	81,9	77,3	280,4
Ех005	118,8	101,1	85,1	338,5
Ех006	129,1	110,7	85,7	300,0
Ех007	119,1	96,4	80,9	295,5
Ех008	99,4	79,1	79,6	251,7
Ех009	107,3	93,5	87,1	293,2
Ех0010	105,2	89,7	85,3	282,0
Ех0011	126,7	108,2	85,4	269,0
Ех0012	110,9	92,8	83,7	271,8
Ех0013	99,4	79,7	80,2	268,4
Ех0014	100,3	82,1	81,9	273,3
Ех0015	99,5	79,9	80,3	317,8
Ех0016	108,1	92,1	85,2	258,2
Ех0017	101,5	83,2	82,0	327,6
Ех0018	109,1	94,6	86,7	293,2
Ех0019	106,9	82,7	77,4	336,0
Ех0020	115,7	97,7	84,4	286,1
Ех0021	104,9	84,4	80,5	306,9
Ех0022	116,5	95,1	81,6	255,2
Ех0023	118,6	101,3	85,4	277,8
$\bar{x}$	107,7	88,8	82,3	290,8
НСР ₀₅	8,1	7,8	2,7	17,4
Xmin	90,7	62,3	68,3	251,7
Xmax	129,1	110,7	87,1	340,6
CV, %	9,9	12,8	5,0	9,1

В других работах наблюдали существенность аддитивных и доминантных генетических компонентов или преобладающее влияние аддитивных генных эффектов на развитие признака «масса 1000 зерен» у кукурузы [197;206]. В наших исследованиях признак «масса 1000 зерен» имела среднее значение равное $290,8 \pm 5,5$ (5 – 6 баллов по широкому унифицированному классификатору СЭВ). В ходе исследований были выделены генотипы с крупным зерном – линии Ех001, Ех005, Ех006, Ех0015, Ех0017, Ех0019 и Ех0021 (300 – 340

грамм). Было определено, что абиотический фактор значительно влияет на величину массы 1000 зерен самоопыленных линий.

Ряд авторов отмечаю, что признак «выход зерна с початка» в значительной степени коррелирует с урожайностью зерна [198;202]. В опытах Г. Н. Веденеева различия между отдельными формами у самоопыленных линий кукурузы по признаку «выход зерна с початка» во всех вариантах были существенны [12].

В наших исследованиях было установлено, что у всех изучаемых генотипов был высокий процент выхода зерна с початка. Среднее значение по данному признаку было на уровне 82,3%. У линий Ex003, Ex006, Ex009, Ex0010, Ex0011, Ex0017, Ex0018 и Ex0023 этот показатель превысил 85%, что вызывает к этим генотипам особый интерес.

В своих работах О. Н. Панфилова и А. А. Романова неоднократно упоминали о том, что – «продуктивность самоопыленных линий и гибридов кукурузы является наиболее объективным показателем толерантности или восприимчивости генотипа к постоянно изменяющимся условиям внешней среды» [78].

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 9 самоопыленные линии достоверно превысили средние показатели урожайности по опыту.

В 2014 году средняя урожайность изучаемых линий была выше по сравнению с предыдущими годами (Приложение 7). Коэффициент вариации по признаку «урожайность зерна» на протяжении трех лет был на уровне 16-19%, что говорить о достаточно высокой вариабельности данного признака в зависимости от изучаемого генотипа. 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. Следовательно, можно предположить, что более продуктивные линии будут иметь и хорошие показатели эффектов ОКС.

Таблица 9 – Результаты изучения лучших новых самоопыленных линий кукурузы по признакам «урожайность зерна» и «уборочная влажность зерна» (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
$\bar{X}$	2,31	2,49	2,81	2,54	16,5	17,6	16,3	16,8
HCP ₀₅	0,41	0,36	0,44	0,40	1,18	1,75	0,83	1,19
Xmin	1,6	1,8	2,1	1,8	15,2	15,6	15,4	15,4
Xmax	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

Создание гибридов с быстровысыхающим зерном – важная народнохозяйственная задача не только с точки зрения экономии энергетических ресурсов, но исходя из возможности их более ранней уборки [33;155]. Уборочная влажность зерна изучаемого набора линий значительно варьировала по годам исследований. В 2012 году средняя влажность зерна по опыту была на уровне 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 «уборочная влажность зерна» и дать наиболее точные рекомендации по направлению использования того или иного материала при вовлечении его в топкроссные скрещивания.

Сортовая устойчивость кукурузы к болезням, наблюдаемая в природных условиях, обуславливается целым рядом морфологических, физиологических, биохимических и других особенностей растений [69;117;118].

Исследователями также установлено, что заражение растений кукурузы различными видами болезней определяют, в некоторой мере, экологические условия. Метеорологические факторы благоприятствуют или же препятствуют развитию той или иной болезни [102].

Под влиянием внешних условий растение может быть более восприимчивым или, наоборот, устойчивым [22]. Засушливые условия снижают устойчивость кукурузы к пузырчатой головне [93] и наоборот повышают к фузариозу. Развитию головни также способствует чрезмерное количество азота в почве при внесении навоза в большом количестве. В естественных условиях, иногда, наблюдается большое поражение головней раннеспелых форм кукурузы [39;113;114;137;153], а в отдельные годы более позднеспелых [91].

Как упоминалось выше, их распространение зависит от многих факторов, в том числе от поврежденности кукурузным мотыльком и хлопковой совкой. По степени влияния на посевные качества семян, пищевые достоинства зерна и продуктов его переработки болезни початков считаются наиболее распространенными и вредоносными [103].

В условиях 2012 – 2014 гг. при обильном заселении початков кукурузным мотыльком и хлопковой совкой более вредоносным было второе поколение кукурузного мотылька, повреждавшего в основном стебли и початки. Максимальная поврежденность насекомыми была в 2013 году, в среднем за 3 года исследований поврежденность кукурузным мотыльком и хлопковой совкой была на уровне 4,3% - 21,5% и 4,3% - 8,7% соответственно.

Степень распространения фузариоза початков и пузырчатой головни в зависимости от их поврежденности вредителями была достаточно тесной (Таблица 10).

У изучаемых самоопыленных линий эти показатели по годам варьировали от 4,3% до 8,7% и от 12,9 до 21,5% соответственно. В среднем за 3 года исследований поражаемость пузырчатой головней была на уровне 5,8%, а фузариозом початков поражались до 17,2% линий кукурузы. В виду более засушливого

2012 года пораженность пузырчатой головней была наивысшей (8,7%) по сравнению со всеми годами.

Таблица 10 – Поражаемость самоопыленных линий кукурузы болезнями и вредителями по годам исследований (2012-2014гг.)

Год исследования	Количество образцов, шт.	Пораженность болезнями, %		Поврежденность насекомыми, %	
		Пузырчатая головня, %	Фузариоз початков, %	Кукурузным мотыльком, %	Хлопковой совкой, %
2012	23	8,7	12,9	17,2	4,3
2013		4,3	21,5	25,8	12,9
2014		4,3	17,2	21,5	8,7
В среднем	23	5,8	17,2	21,5	8,7

В России, и особенно в южных регионах, часто повторяющиеся засушливые условия в сочетании с высокими температурами отрицательно сказывается на урожайность кукурузы. Поэтому актуальным является создание гибридов кукурузы с высоким адаптивным потенциалом в жестких гидротермических условиях [136]. Успех селекции в этом направлении зависит, прежде всего, от наличия исходного материала, обладающего признаками устойчивости к экстремальным условиям выращивания [131].

Н. С. Петин отмечает, что в условиях поливного земледелия единственным неблагоприятным климатическим фактором, снижающим урожай зерна, являются высокие температуры воздуха, приводящие к перегреву листовой поверхности.

По данным В. Г. Шахбазова и А. Т. Попеля, теплоустойчивость определяет общую генотипическую и фенотипическую жизнеспособность семян. Это в дальнейшем проявляется в устойчивости растений к жаре и засухе [78;117].

Исходя из выше изложенного, нами была поставлена задача провести оценку самоопыленных линий кукурузы на жароустойчивость.

В наших исследованиях жаростойкость образцов кукурузы определялась в лаборатории по методу Г. Л. Филлипова и Н. В. Вишневого. В основу методики положено определение всхожести семян кукурузы путем проращивания их при температуре 43°C. Наряду с этим в период высоких температур проводилась визуальная оценка жароустойчивости растений самоопыленных

линий в полевых условиях. Показатель жароустойчивости отражает степень снижения процента прорастания семян при критических температурах [146]. По характеру прорастания семян образцы были распределены на 3 группы (Таблица 11, приложение 8).

Таблица 11 – Результаты изучения жароустойчивости самоопыленных линий кукурузы (2014 г.)

Группа жаростойкости	Интервал прорастания, %	Количество образцов
Высокая	70 – 100	8
Средняя	25 – 69	15
Низкая	9 – 24	0

При анализе данных наших исследований видно, что в группу с высокой жароустойчивостью отнесено 8 самоопыленных линий. В группу со средней жароустойчивостью отнесены самоопыленные линии, всхожесть семян которых при температуре 43°C колебалась в пределах 25% - 70%. Эти линии также можно назвать устойчивыми к высоким температурам.

Для более точного изучения данного признака, необходимо применять этот метод только в комплексе с полевым изучением растений, так как критерий оценки прорастания семян при воздействии высокой температуры в большей степени характеризует устойчивость на первых этапах роста, поскольку рост не всегда соответствует степени устойчивости в период всей вегетации растений [145].

Перечисленные самоопыленные линии кукурузы по данным визуальной оценки в полевых условиях отличались также жароустойчивостью. Образцы с низкой жароустойчивостью в нашей работе не обнаружены. Самоопыленные линии кукурузы, характеризующиеся высокой жароустойчивостью, отличались также и другими ценными признаками и свойствами (Таблица 12).

Выделившиеся по жароустойчивости самоопыленные линии кукурузы, в большинстве случаев, имели и самые высокие показатели урожайности зерна. Отличались такими показателями, как высота растения, выход зерна с початка и масса 1000 зерен. Это говорит о тесной связи между этими показателями.

Таблица 12 – Характеристика самоопыленных линий кукурузы, выделенных по жароустойчивости (2014 г.)

Линия	Урожайность зерна, т/га	Высота растения, см	Количество листьев, шт.	Выход зерна с початка, %	Масса 1000 зерен, г
Ех001	2,84	161,1	16,0	84,7	344,6
Ех003	3,10	185,5	18,0	83,6	287,4
Ех006	3,73	178,6	17,0	84,7	307,0
Ех007	3,32	164,0	17,7	81,9	298,5
Ех0011	3,71	173,3	16,8	84,4	279,0
Ех0012	3,14	165,7	16,0	84,7	276,8
Ех0017	3,19	175,6	17,7	83,0	317,6
Ех0023	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	-	-	-	-

Обобщая все вышеизложенное, следует отметить, что выделенные нами в процессе изучения жароустойчивые самоопыленные линии кукурузы (Ех001, Ех003, Ех006, Ех007, Ех0011, Ех0012, Ех0017 и Ех0023) могут служить ценным исходным материалом при создании высокопродуктивных гибридов для условий жаркого климата различных регионов кукурузосеяния.

3.4 Анализ зависимости урожайности самоопыленных линий кукурузы от структурных элементов продуктивности

Продуктивность растений кукурузы, как упоминалось выше, определяется ее структурными элементами, такими как длина и диаметр початка, количеством рядов зерен на початке, крупностью зерна, числом зерен на початке, процентом выхода зерна с початка. В связи с этим всестороннее изучение инбредных линий кукурузы с целью выявления закономерностей зависимости урожайности от структурных элементов продуктивности является актуальной задачей, имеющей большое теоретическое и практическое значение.

Переходя к изучению урожайных данных, рассматриваемых самоопыленных линий кукурузы, мы провели корреляционный анализ элементов продуктивности. Корреляционный анализ дает возможность выделить наиболее важные признаки, на которые необходимо обращать особое внимание в процессе анализа самоопыленных линий кукурузы [33;132].

В наших исследованиях корреляции между урожайностью и основными элементами ее структуры имели дифференцированный характер (Таблица 13). 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». Незначительная связь наблюдалась между показателями «урожайность - диаметр початка» и «урожайность – количество рядов зерен».

Большой интерес также представляют данные, полученные при определение корреляционных связей в различающихся условиях выращивания.

Таблица 13 – Коэффициенты корреляции между урожайностью зерна и элементами её структуры у изучаемых самоопыленных линий кукурузы (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 5%-ном уровне значимости $P < 0,05$				

Как видно из таблицы 13 признак «масса 1000 зерен» в 2014 году имел более высокий коэффициент корреляции с урожайностью по сравнению с предыдущими годами. Так же прослеживается варьирование корреляционной зависимости между изучаемыми признаками по годам.

В частности, в 2012 - 2013 годах признак длина початка имел наибольшую степень сопряженности 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 генотипа изучаемой формы, а в 56% обусловлено влиянием других факторов. Приведенные данные показыва-

ют, что повышение продуктивности кукурузы достигается в основном за счет увеличения длины початка, массы зерна и количеством зерна в ряду.

На основании корреляционных связей, для большей наглядности, мы построили трёхмерные графики зависимости урожайности от ее структурных элементов.

Графическая интерпретация множественной корреляционной зависимости урожайности самоопыленных линий кукурузы от совместного воздействия основных структурных элементов початка представлена на рисунке 5.

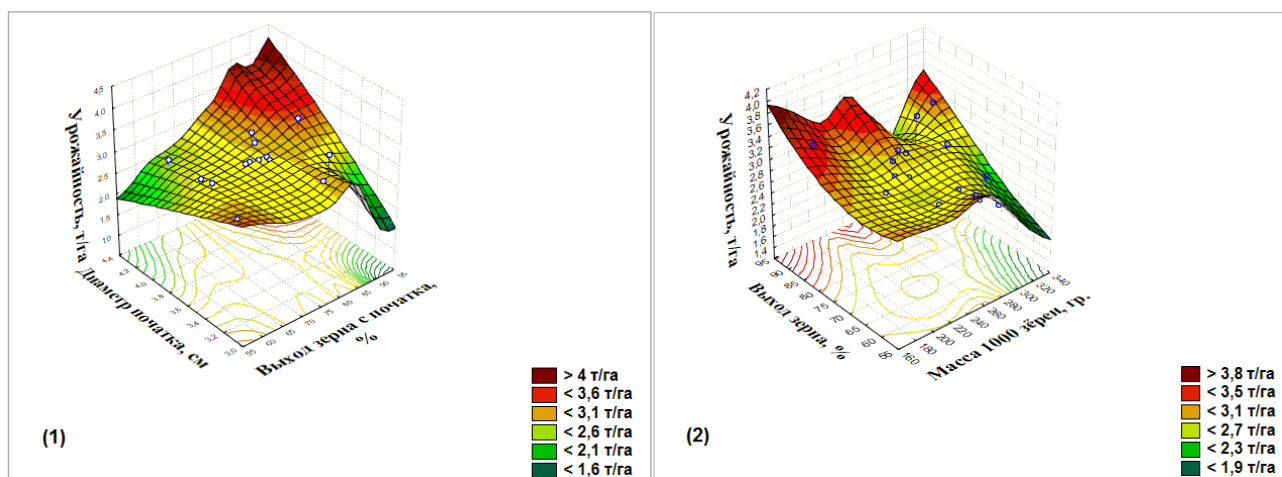


Рисунок 5 – Множественная зависимость между урожайностью самоопыленных линий кукурузы (т/га) и диаметром початка (см), массой 1000 зёрен (г), выходом зерна с початка (%) (среднее за 2012-2014 гг.)

Анализируя изображение на рисунке 5 ясно, что существует явная зависимость урожая кукурузы от совместного действия массы 1000 зёрен и выхода зерна с початка, а также диаметра початка и выхода зерна с початка. Легко убедиться, что совместное действие этих признаков сильно отражается на урожайности.

Для лучшего понятия принципов, закономерностей взаимодействия и влияния структурных элементов продуктивности на урожайность, мы провели регрессионный анализ данных, показывающий, насколько меняется признак «урожайность зерна» самоопыленных линий кукурузы при изменении другого на 1 единицу измерения. Регрессионный анализ данных изображен на рисунке 6.

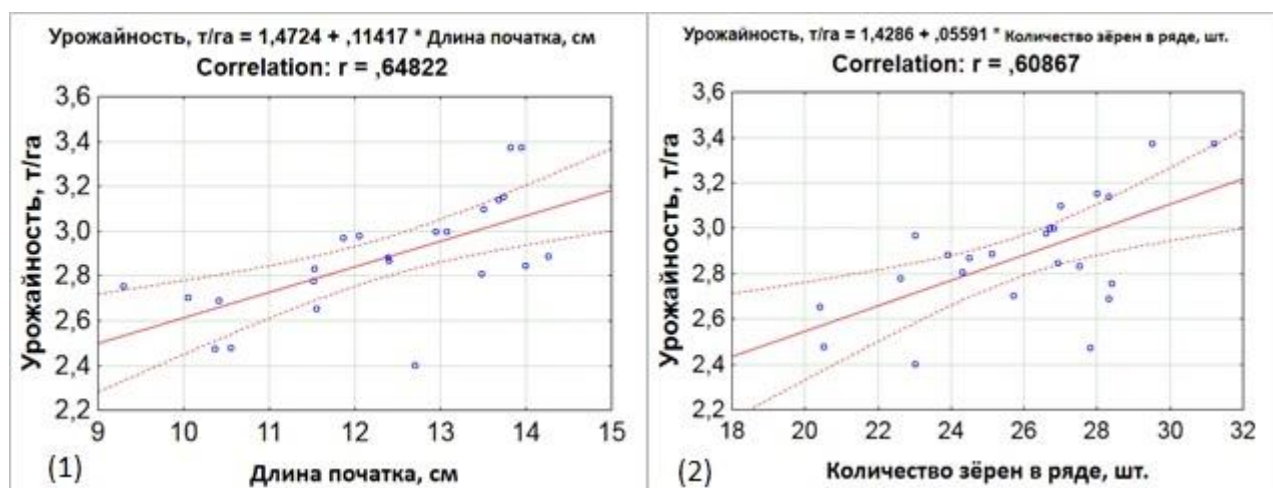


Рисунок 6 – Регрессионная зависимость урожайности самоопыленных линий кукурузы от ее структурных показателей (среднее за 2012-2014 гг.)

Регрессионный анализ полученных данных при оценке изучаемых самоопыленных линий кукурузы показал, что при увеличении длины початка на 1 см., урожайность, в среднем по изучаемым линиям, увеличивается на 0,11 тонны с 1 га (Рисунок 6.1). Зависимость здесь средняя, положительная $r = 0,65$. При увеличении количества зерен в ряду на 2 шт., урожайность также в среднем меняется на 0,11 тонны с 1 га (Рисунок 6.2). Коэффициент корреляции в этом случае равен 0,6.

Резюмируя результаты изучения корреляционных зависимостей между урожайностью зерна и элементами ее структуры у самоопыленных линий кукурузы при их выращивании в варьирующих условиях окружающей среды, можно сделать следующие выводы:

1. Величина корреляций варьировала в зависимости от года изучения, условий окружающей среды и генотипа испытываемых линий.
2. В разные годы изучения выделяются различные элементы структуры урожая, оказывающие наибольшее влияние на его величину.
3. Поскольку не обнаружено стабильно высоких по годам положительных коэффициентов корреляции между урожайностью зерна инбредных линий кукурузы и элементами ее структуры, при селекции кукурузы на высокую урожайность необходимо стремиться к максимальной экспрессии в селек-

тируемых генотипах всех элементов структуры урожая, поскольку очевидно аддитивное влияние каждого элемента структуры урожая на его величину.

Регрессионный анализ полученных данных наглядно показал нам механизмы изменения одного показателя при изменении другого.

3.5 Комбинационная способность новых самоопыленных линий кукурузы

Общая комбинационная ценность. Создание высокоурожайных гибридов – это, прежде всего подбор родительских пар с высокой комбинационной способностью. В то же время, оценка инбредных линий кукурузы по этому признаку – одна из главных задач для селекционера. Результаты оценки комбинационной способности позволяют сосредоточить усилия по работе только с перспективными формами, более целенаправленно подбирать компоненты для получения новых гибридов и, в конечном итоге, более успешно создавать высокогетерозисные гибридные комбинации [35, 135].

Наложение неблагоприятных факторов внешней среды в критические периоды органогенеза кукурузы в 2012, 2013 годы не могло не сказаться на оценках ОКС и СКС. Несмотря на контрастные условия выращивания, как отмечают некоторые исследователи, все-таки возможно выделить лучшие линии по ряду признаков [75, 135].

Однофакторный дисперсионный анализ полученных данных показал достоверные генотипические различия между гибридами топкроссной схемы по урожаю 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 14, приложение 9,10,11,12,13,14). Анализ приведенных в таблице 14 данных показал неоднородность в отношении средних квадратов изменчивости ОКС и СКС ($ms_{\text{ОКС}} / ms_{\text{СКС}}$) по годам. В 2014 году этот показатель равнялся 1,15, что указывает на преобладание в ге-

нетическом контроле рассмотренного признака аддитивных эффектов генов над неаддитивными.

Таблица 14 - Анализ вариантов комбинационной способности родительских форм по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

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
(F _{факт.} > F _{теор.})				

Об аналогичных результатах сообщали и другие исследователи [192;195]. Однако, данные полученные в 2012 – 2013 годах продемонстрировали совершенно противоположный результат ($msОКС / msСКС < 1$), который также наблюдала в своих исследованиях И. Генова [19].

Общую комбинационную способность самоопыленных линий определяли по величине оценок эффектов ОКС.

В таблице 15 представлены лучшие самоопыленные линии кукурузы, которые по двум годам исследований показали положительные и высокие эффекты ОКС.

Таблица 15 - Эффекты ОКС лучших самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

Название линии	Эффекты ОКС линий		
	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Ex004	0,18	0,43	-0,91
Ex006	0,43	0,29	0,43
Ex007	0,21	-0,20	0,40
Ex0010	0,13	0,23	1,15
Ex0012	0,84	0,51	-0,22
Ex0014	0,79	-0,55	0,56
Ex0015	-0,81	0,28	0,90
Ex0017	0,42	0,57	0,50
Ex0018	-0,80	0,18	0,34
Ex0022	0,24	-0,33	0,58
НСР ₀₅	0,28	0,27	0,3

Анализ данных самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» показал, что высокой и стабильной оценкой ОКС в 2012 году обладали линии: Ех006, Ех0012, Ех0014 и Ех0017, однако только три из этих линий показали такой же результат, линия Ех0014 в 2013 году имела низкую оценку ОКС (-0,55). 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 кукурузы изучаемых в опыте. Линии Ех006, Ех007, Ех0010, Ех0014, Ех0015, Ех0017, Ех0018 и Ех0022 имели высокие эффекты ОКС достоверно превосходящие среднее значение.

В главе «материалы и методика исследований» нами было детально описано происхождение линий использованных в качестве тестеров в нашей исследовательской работе. В настоящем разделе мы хотели бы показать результаты изучения их комбинационной способности.

Общую комбинационную способность тестеров определяли так же по величине оценок эффектов ОКС (Таблица 16).

Лучшей среди изучаемых тестеров оказалась линия: Кр627 с наиболее высокими оценками ОКС по признаку «урожайность зерна». Тестер Кр 640/з в 2013 так же показал достоверно высокий эффект ОКС.

Таблица 16 - Оценка общей комбинационной способности тестеров по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

Тестер	Эффекты ОКС		
	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Кр 627	0,23	0,72	0,50
Кр 640/з	-0,10	0,49	0,13
Кр 73	-0,13	-1,21	-0,63
НСР ₀₅	0,17	0,28	0,20

Также стоит отметить, что за годы исследований значения эффектов ОКС по признаку «урожайность зерна» у самоопыленной линии Кр627 используемой в качестве тестера не изменялась.

По результатам наших исследований выделено две линии кукурузы Ех006 и Ех0017 ОКС которых была постоянно высокой по всем трем годам

изучения. В связи с этим отметим, что эти линии обладают достаточно высокой генетической стабильностью по данному показателю. У линии Ех0010 эффекты ОКС были положительными во все годы изучения, но 2012 эффект ОКС был средним (0,13) т.к. не превысил $HCP_{05}(0,28)$.

Специфическая комбинационная ценность. При анализе эффектов ОКС изучаемых линий невозможно получить конкретных ответов об их селекционной ценности, так как в этом случае происходит усреднение возможных отклонений проявления анализируемого признака, вызываемого специфическим взаимодействием генов в конкретных комбинациях скрещиваний, которые отражаются только величиной вариантов СКС [71, 101, 135]. Однако при определении лучших гибридных комбинаций проводят их сравнение через константы специфической комбинационной способности по изучаемым признакам [73].

Учитывая вышеизложенное, мы провели анализ специфической комбинационной способности и в таблице 17 представили эффекты СКС новых самоопыленных линий кукурузы.

Таблица 17 - Константы и варианты СКС лучших новых линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2012г.)

Родительская форма	Константы СКС (S_{ij})			Вариансы СКС ($\sigma^2 Si$)
	Кр 627	Кр 640/3	Кр 73	
Ех005	0,57	-0,79	0,22	0,47
Ех006	0,81	-0,59	-0,23	0,50
Ех0010	0,98	-0,47	-0,51	0,68
Ех0013	-0,62	0,50	0,12	0,29
Ех0014	0,77	0,13	-0,89	0,67
Ех0015	-0,95	0,19	0,75	0,72
Ех0016	0,25	-1,16	0,92	1,09
Ех0017	-0,74	-0,29	1,03	0,81
Ех0018	-0,99	0,54	0,45	0,70
Ех0020	0,12	1,30	-1,42	1,84
Ех0021	-0,27	0,57	-0,30	0,21
Ех0022	-0,09	-0,47	0,56	0,24
Ех0023	0,92	-0,15	-0,77	0,70
Средняя	-	-	-	0,46
HCP_{05}	0,55			

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/з, Ех0018×Кр640/з, Ех0020×Кр640/з, Ех0021×Кр640/з, Ех001×Кр73, Ех0016×Кр73, Ех0017×Кр73, Ех0022×Кр73 (Таблица 17, приложение 15). Эти гибриды можно назвать высокогетерозисными.

Из данных таблицы 18 видно, что высокая вариация СКС в 2013 году была свойственна линиям: Ех004, Ех009, Ех0016, Ех0021, Ех0022, Ех0023.

Таблица 18 - Константы и варианты СКС лучших новых линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2013 г.)

Родительская форма	Константы СКС (S_{ij})			Вариансы СКС ($\sigma^2 S_i$)
	Кр 627	Кр 640/з	Кр 73	
Ех001	-0,16	0,59	-0,43	0,25
Ех004	-0,92	0,31	0,60	0,62
Ех006	0,61	-0,49	-0,13	0,29
Ех007	0,75	-0,36	-0,39	0,39
Ех009	0,72	0,39	-1,10	0,91
Ех0015	-0,17	0,52	-0,35	0,19
Ех0016	-0,62	1,12	-0,50	0,91
Ех0017	0,17	-0,70	0,53	0,34
Ех0021	-0,63	-0,27	0,90	0,61
Ех0022	1,01	-1,44	0,42	1,60
Ех0023	-2,53	1,35	1,18	0,78
Средняя	-	-	-	0,49
НСР ₀₅	0,52			-

К тому же 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/з, Ех0015×Кр640/з, Ех0016×Кр640/з, Ех0023×Кр640/з, Ех004×Кр73, Ех0017×Кр73, Ех0021×Кр73, Ех0023×Кр73 (Приложение 16).

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 (Таблица 19, приложение 17). 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, Ех0023×Кр73. Также следует выделить комбинации Кр627×Ех006, Кр73×Ех0017 у которых константы СКС по урожаю в годы исследований были стабильно высокими.

Таблица 19 - Константы и варианты СКС лучших линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2014 г.)

Родительская форма	Константы СКС (S_{ij})			Вариансы СКС ($\sigma^2 S_i$)
	Кр 627	Кр 640/3	Кр 73	
Ех001	0,66	-0,79	0,13	0,50
Ех006	1,56	-0,73	-0,83	1,80
Ех0010	0,76	0,08	-0,84	0,61
Ех0011	0,46	-1,34	0,88	1,34
Ех0014	1,13	0,11	-1,24	1,37
Ех0017	-0,57	-1,12	1,68	0,65
Ех0018	-0,94	0,72	0,22	0,70
Ех0020	-0,29	0,82	-0,53	0,48
Ех0022	-0,92	1,13	-0,21	1,04
Ех0023	-0,85	-0,13	0,98	0,82
Средняя	-	-	-	0,43
НСР ₀₅	0,61			-

Оценка эффектов СКС позволила выделить линии с высокими вариансами СКС, что в свою очередь способствовало идентифицировать дальнейшие пути использования изучаемых линий. На основании этого анализа мы с уверенностью можем сказать, что эти линии более пригодны для селекции простых гибридов, так как они могут дать выдающиеся комбинации с какой-либо другой линией кукурузы.

В наших исследованиях также наблюдались низкие значения вариантов СКС (Приложение 15,16,17). Это говорит о том, что эти линии ровно передают урожайность при их скрещивании с другими генотипами. Такие линии, как говорилось выше, наиболее подходят для вовлечения их в селекционные программы по созданию синтетических популяций.

Более тщательный анализ полученных результатов, позволил выявить линии с высокими эффектами ОКС и вариансами СКС одновременно (Ex004, Ex0010, Ex0014, Ex0016, Ex0018). А по утверждению ряда исследователей, в гибридных комбинациях с высокими вариансами СКС и значениями эффектов ОКС можно получить значительное количество высокогетерозисных гибридов кукурузы [209].

Полученные в ходе изучения материала, константы СКС представляют значительный интерес, с точки зрения практической селекции, так как на их основе можно выделить ту часть урожая у конкретной гибридной комбинации, которая определяется специфическими взаимодействиями.

3.6 Изучение реакции новых самоопыленных линий на ЦМС

Семеноводство большинства гибридов кукурузы отечественной селекции ведется на стерильной основе. А как известно, для успешного ведения семеноводства кукурузы на стерильной основе помимо полной стерильности материнской формы важным является интенсивное цветение отцовской формы на участках гибридизации, полное восстановление фертильности в производственных посевах [119].

Поэтому, учитывая вышеизложенное, в задачи наших исследований входило изучение и анализ реакции на ЦМС новых линий кукурузы для дальнейшего определения путей использования исследуемого набора генотипов.

В ходе проведенных исследований была проанализирована реакция на ЦМС у новых самоопыленных линий кукурузы, выделившихся в результате исследований по КС и хозяйственно-ценным 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% самоопыленных линий являются полными закрепителями стерильности, в тоже время

18,5 % линий - полувосстановителями фертильности и 43,75 % - естественными восстановителями фертильности. По сравнению с М типом восстановители фертильности С типа составили более высокий процент (Таблица 20, приложение 18).

Таблица 20 – Реакция новых самоопыленных линий кукурузы на ЦМС С и М-типа (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 А. И. Супрунова, что классификация линий только по количеству стерильных, полуфертильных и фертильных растений не может дать полную характеристику изучаемого материала, нами была проведена более полная классификация самоопыленных линий кукурузы (Таблица 21) [106].

Как видно из представленной таблицы более детальная (бальная) оценка позволяет выделить образцы с самой низкой фертильностью и формы с высокой восстановительной способностью. Так, из 6 линий закрепителей стерильности только у 4 форм наблюдалось 100% проявление данного признака. Однако у всех 7 линий восстановителей фертильности наблюдалось интенсивное цветение.

Таблица 21 – Детальная классификация новых линий кукурузы по степени проявления ЦМС М-типа стерильности в F1 (2013г.)

Классификация линий по реакции на ЦМС	Кол-во линий, шт.	Оценка в баллах	Характеристика проявления признака
Закрепители	4	0	пыльники не выходят из чешуи
	1	1	единичный выход стерильных пыльников (1 - 3%)
	1	2	массовый выход стерильных пыльников (20 %)
Полувосстановители	2	3	массовый выход стерильных пыльников и до 25 % фертильных пыльников
	1	4	выход 45 % стерильных пыльников и 55 % фертильных пыльников
Восстановители	7	6	интенсивное нормальное цветение

Анализ результатов классификации линий кукурузы по проявлению ЦМС С типа стерильности (Таблица 22) позволяет сделать вывод, что большинство изученных особей являются восстановителями фертильности. Причем из 16 линий только 12,5 % в первом поколении дали потомство на 100 % стерильное. На М-типе стерильности данную реакцию показало 25 % линий кукурузы.

Таким образом, на С-типе ЦМС изученные нами линии кукурузы характеризовались более высокой концентрацией гомозиготных доминантных генов восстановления фертильности (Rf4 и Rf5), чем на молдавском типе (Rf3).

Таблица 22 – Детальная классификация самоопыленных линий кукурузы по степени проявления ЦМС С-типа стерильности в F1 (2013г.)

Классификация линий по реакции на ЦМС	Кол-во линий, шт.	Оценка в баллах	Характеристика проявления признака
Закрепители	2	0	пыльники не выходят из чешуи
	1	1	наблюдается единичный выход стерильных пыльников (1 %)
Полувосстановители	1	3	массовый выход стерильных пыльников и до 25 % фертильных пыльников
	2	4	выход 45 % стерильных пыльников и 55 % фертильных пыльников
Восстановители	3	5	выход 55% < 75% фертильных пыльников
	7	6	интенсивное нормальное цветение

На основании данных по изучению реакции самоопыленных линий кукурузы на типы ЦМС, после их классификации на закрепители стерильности или восстановители фертильности, нами были намечены конкретные пути использования тех или иных форм в дальнейших селекционных программах. По результатам наших исследований рекомендуется: линии, как полные закрепители стерильности (Ex005 и Ex0011), так и частичные и полные восстановители фертильности (Ex004, Ex007, Ex0010, Ex0013, Ex0018) по обоим типам ЦМС.

3.7 Эффекты 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. У гибридов кукурузы проявление гетерозиса заключается не только в увеличении продуктивности зерна. Явление гетерозиса может выражаться в увеличении роста растений, повышении урожая зеленой массы, белка и жира в семенах и т. д. Гетерозисные формы более жизнеспособны и лучше противостоят неблагоприятным условиям среды.

С использованием гетерозиса кукурузы были решены такие важные задачи, как продвижение культуры в более северные районы, улучшение морфологических и биологических признаков и свойств растений (прямостоячий неполегающий стебель, хорошая облиственность, равномерная высота расположения початков и выравненность початков, повышенная холодостойкость и жаростойкость, а также улучшенная питательная ценность зерна).

Однако, как известно, на проявление гетерозиса оказывает влияние направление скрещивания, условия выращивания гибридов F_1 , а также комбинационная способность линии, то есть способность образовывать продуктивные гибриды.

По этой причине, большое внимание в научных исследованиях уделяют изучению степени и характера проявления гетерозиса у гибридов первого поколения. Их оценивают по элементам продуктивности и устанавливают степень проявления истинного, гипотетического и конкурсного гетерозиса.

Мы в своих исследованиях изучали только конкурсный гетерозис т. к. истинный и гипотетический гетерозис не характеризуют практическую ценность той или иной комбинации.

В связи с этим нами был проведен сравнительный анализ уровня проявления гетерозиса у экспериментальных гибридов кукурузы по отношению к стандарту Краснодарский 385 МВ. Его рассчитывали по формуле [107]:

$$\Gamma_{\text{конк}} = \frac{F_1}{St.} \times 100\%,$$

где $\Gamma_{\text{конк}}$ – значение конкурсного гетерозиса, выраженная в процентах;

F_1 – значение изучаемого признака тесткрасса;

$St.$ – значение признака стандарта.

Анализ эффектов конкурсного гетерозиса проводили на основании трех-летних данных (2012-2014 гг.)

При анализе средних показателей варьирования эффектов гетерозиса, в целом за три года исследований, показывают положительный сдвиг результатов в 2013 году по отношению к 2012 году (Таблица 23, приложение 19,20,21).

Таблица 23 – Параметры варьирования эффектов конкурсного гетерозиса в анализируемых гибридных комбинациях, Краснодар, 2012-2014гг.

Гибрид	Эффекты конкурсного гетерозиса, %		
	2012 год	2013 год	2014 год
N	69	69	69
$\bar{X} \pm s_x, \%$	93,1 $\pm$ 3,4	88,9 $\pm$ 3,3	91,5 $\pm$ 2,6
$X_{\min}, \%$	57,0	61,1	71,9
$X_{\max}, \%$	119,7	115,3	117,9
$Lim, \%$	62,7	54,2	46
$CV \pm s_v, \%$	15,3 $\pm$ 1,7	14,9 $\pm$ 1,6	11,9 $\pm$ 1,3
StdDv	14,3	13,3	10,9

Однако значения конкурсного гетерозиса 2014 года показали регресс среднего значения к 2013 году, но при этом минимальное значение этого года было выше двух предыдущих годов исследований на 14,9% и 10,8% соответственно (Рисунок 7).

Значимость коэффициентов вариации ($CV > 10$) свидетельствует о сильной вариабельности эффектов гетерозиса по данному показателю, подтверждая литературные данные, что условия произрастания и генотипы, используемые в качестве родительских форм, оказывают большое воздействие на проявления эффектов гетерозиса.

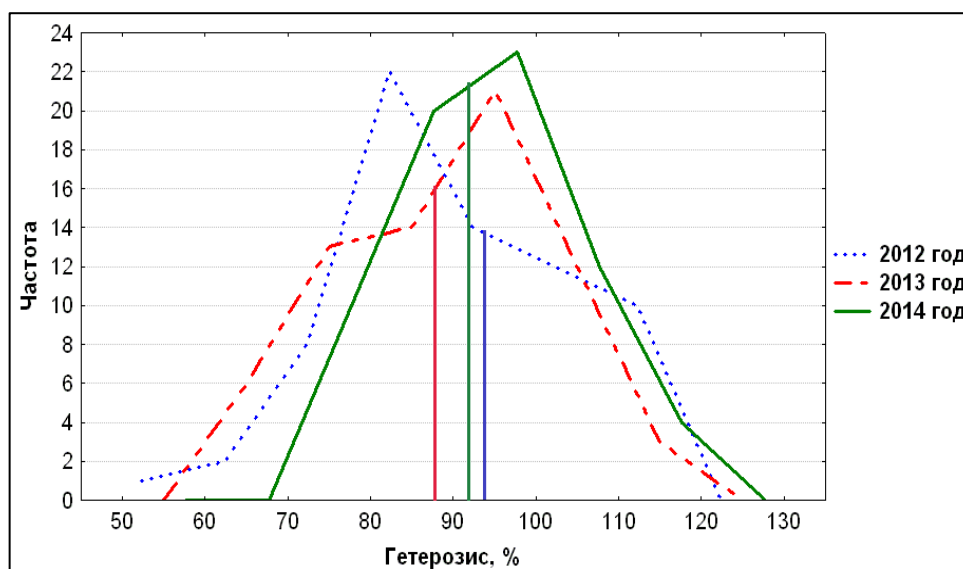


Рисунок 7 – Распределение частот конкурсного гетерозиса гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

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 скрининга форм с высоким выражением данного признака.

На основании оценки эффектов конкурсного гетерозиса по «признаку урожайность зерна» за три года исследований, как было сказано выше, была выявлена неоднородность в проявлении этого признака у тесткроссов. Для конкретизации вышеизложенного нами была проведена работа по выделению лучших гибридных комбинаций превосходящих по эффекту гетерозиса используемый в исследованиях стандарт Краснодарский 385 МВ, то есть, на сколько процентов тот или иной гибрид превосходил стандарт (Таблица 24).

У большинства гибридных комбинаций не наблюдалось высокого эффекта гетерозиса за все годы исследований. Так гибриды Ех0023×Кр 627 (Гконк.= 15,82%), Ех0021×Кр 640/3 (Гконк.= 18,44%) имея довольно высокие и к тому же положительные эффекты по данному признаку в 2012 году, показали кардинально противоположную картину в последующих 2013 и 2014 годах.

Таблица 24 - Результаты изучения конкурсного гетерозиса лучших гибридов кукурузы (2012-2014гг.)

Гибрид	Эффекты конкурсного гетерозиса, отклонение от стандарта, %		
	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Краснодарский 385 (St.)	100	100	100
Ех006×Кр 627	+18,91	+9,49	+14,54
Ех0010×Кр 627	+15,56	+2,44	+17,88
Ех0014×Кр 627	+19,70	-5,31	+15,51
Ех0023×Кр 627	+15,82	-22,13	-15,47
Ех0021×Кр 640/3	+18,44	-17,90	-7,45
Ех0017×Кр 73	+18,28	+14,55	+9,95
Ех003×Кр 627	-16,86	+12,6	-16,11
Ех009×Кр 627	-4,07	+15,29	-15,54
Ех009×Кр 640/3	-7,38	+9,35	-7,36
Ех0022×Кр 640/3	-11,47	-28,27	+10,54
НСР ₀₅	11,86	7,99	8,33

Такие же результаты показали гибриды Ех003×Кр 627 и Ех009×Кр 627 , 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 СКС.

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».

3.8 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.

Совершенствование методик селекционного процесса и развитие технологий способствовали значительно увеличить темпы создания новых высокоурожайных гибридов кукурузы, что позволило практически полностью обновить гибридный состав кукурузы в основных кукурузосеющих зонах страны.

Между тем в различные годы в силу абиотических факторов и биологических особенностей генотипов наблюдается сильное варьирование урожайности кукурузы. Неоднородность урожайности кукурузы по отдельным областям, районам и в частности хозяйствам приводят к тому, что средние ее показатели в целом по стране, а также в Краснодарском крае остаются невысокими.

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.

Для сравнительной характеристики новых гибридов кукурузы был взят районированный стандарт: среднеспелый гибрид селекции Краснодарского НИИСХ, Краснодарский 385 МВ.

Представленные в таблице 25 новые гибриды кукурузы достоверно превосходили по продуктивности зерна представленный стандарт. Наивысшей урожайностью в 2012 (6,89 тонны с 1 га.) обладал гибрид Ех0014×Кр 627, в 2013 году Ех009×Кр 627 (9,26 тонны с 1 га.) и в 2014 году гибрид Ех0010×Кр 627 (10,88 тонны с 1 га.). Также прослеживается стабильно высокая урожайность по годам изучения у гибридов Ех006×Кр 627, Ех0010×Кр 627, Ех0014×Кр 627 и Ех0017×Кр 73.

По уборочной влажности зерна на протяжении трех лет показывали очень ценные результаты две гибридные комбинации Ех006×Кр 627 и Ех0017×Кр 73. Они имели существенно низкую по сравнению со стандартом уборочную влажность зерна (Приложение 22,23,24,25,26,27).

Высота растения большинства сельскохозяйственных культур в значительной степени зависит от биологических особенностей генотипа. Конечная высота растения, высота и характер прикрепления початка - величины не стабильные и сильно изменяются от условий возделывания [24].

Наблюдения за высотой изучаемых гибридов кукурузы показали, что дифференциация климатических условий в период наиболее активного роста весьма заметно сказывается на общей высоте растений. Анализируя показате-

ли высоты растения и высоты прикрепления початка новых гибридов кукурузы в таблице 25, видно, что наивысшие показатели по данным признакам были в 2014 году. Все анализируемые формы представляют собой высокую ценность с точки зрения технологичности.

При сравнительной характеристике образцов по признаку «высота растения», следует учитывать продолжительность вегетационного периода анализируемых генотипов.

Проведенное нами изучение варьирования продолжительности длины вегетационного периода, на образцах кукурузы, в течение трехлетнего периода (2012-2014) показало, что в зависимости от погодных условий года и биологических особенностей гибрида данный показатель колеблется в значительных пределах: изменение продолжительности межфазного периода всходы – 50% цветение женских соцветий по генотипам достигало 2 – 3 дней.

Анализируя продолжительность второй половины вегетационного периода изучаемых гибридов кукурузы в условиях недостаточного увлажнения (2014 год), нами было установлено, что признак «цветение – полная спелость зерна» может в значительной степени изменяться под воздействием внешних условий. Недостаток влаги в сочетании с высокими температурами воздуха второй половины лета 2014 года способствовало ускоренному созреванию растений кукурузы и, наоборот избыточное увлажнение 2013 года увеличили этот период. Разница в количестве дней от цветения до полной спелости зерна в годы проведения исследований достигала у отдельных гибридов 5 - 7 дней, а различия в общей продолжительности вегетационного периода у одних и тех же гибридов достигала 10 – 12 дней.

Как известно, формирование листьев у растений кукурузы заканчивается ко времени наступления фазы цветения. Поскольку эта фаза у различных по скороспелости гибридов кукурузы наступает неодновременно, общая продолжительность процесса листообразования находится в прямой зависимости от длины периода всходы – цветение. Поэтому эти два показателя являются основными при определении конкретного генотипа к группе спелости.

Таблица 25 - Характеристика перспективных среднеспелых гибридов кукурузы по основным хозяйственно-ценным признакам, (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

Анализ урожайности и хозяйственно – важных признаков наглядно продемонстрировал нам всю ценность созданных гибридов кукурузы. Выделив-

шиеся гибридные комбинации не только достоверно превышали стандарт по урожайности зерна, но и имели существенно низкую уборочную влажность зерна при созревании, что в настоящее время является актуальной проблемой отечественных гибридов кукурузы по сравнению с зарубежными.

У изучаемых нами новых гибридов кукурузы абсолютно не наблюдалось естественного полегания растений, однако, обильные осадки и сильные ветра в конце августа – начале сентября 2013 года способствовали незначительному полеганию, правильнее будет сказать, ломкости стебля из-за негативных климатических условий и как следствие, перестоя растений. Но так как это было вызвано абиотическими факторами, мы сочли неуместным в нашей работе приводить детальную оценку полегания растений кукурузы.

Судя по данным приведенным в таблице 25 (приложение 28 - 36) так же можно сделать вывод, что весь набор гибридов изучаемых в нашей работе принадлежит к среднеспелой группе (ФАО 300 – 399).

Б. П. Гурьев писал, что «урожайность является одним из основных показателей определяющих результативность селекции той или иной формы». Однако продуктивность – это сложный признак, находящийся в зависимости от большого количества структурных элементов. Поэтому многие исследователи указывают, что при оценке гибридов кукурузы необходимо учитывать структурные особенности определяющие продуктивность [27]. В связи с этим, для выполнения более глубокого анализа продуктивности, изучаемых гибридов кукурузы, мы рассмотрели основные элементы, составляющие структуру их урожайности.

Анализ данных таблицы 26 (приложение 37) позволяет установить довольно строгую зависимость между средними показателями большинства изучаемых признаков в благоприятные и засушливые годы и коэффициентом вариации.

Таблица 26 – Статистическая характеристика морфо-биологических особенностей початков перспективных гибридов кукурузы (2012-2014 гг.)

Гибрид	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Количество рядков зерен, шт.	Количество зерен в ряду, шт.	Масса 1000 зерен, г	Выход зерна с початка, %
2012						
Краснодарский 385 МВ (ст.)	20,2	4,5	16,1	40,1	294,1	83,1
Ех006×Кр 627	22,4	4,6	16,4	44,2	284,5	85,3
Ех0010×Кр 627	22,4	4,7	17,2	41,2	261,2	81,6
Ех0014×Кр 627	22,1	4,3	15,2	42,3	281,9	84,2
Ех0023×Кр 627	18,1	4,5	17,6	31,2	264,0	83,8
Ех0021×Кр 640/3	22,9	4,3	15,2	39,7	313,1	82,0
Ех0017×Кр 73	20,2	4,6	18,4	44,8	280,6	84,1
Среднее	20,5±0,14	4,4±0,03	16,9±0,21	39,9±0,38	226,1 ±3,91	83,5±0,25
НСР ₀₅	1,7	0,2	1,1	1,9	21,2	1,6
CV, %	7,2	4,4	8,6	7,8	10,6	3,5
StdDv	1,5	0,2	1,5	3,1	28,3	2,9
2013						
Краснодарский 385 МВ (ст.)	19,7	4,4	15,9	18,4	298,4	82,8
Ех003×Кр 627	21,3	4,5	15,2	38,8	306,0	86,9
Ех006×Кр 627	21,3	4,9	17,0	37,8	314,5	86,8
Ех009×Кр 627	19,7	4,6	18,0	32,0	253,9	83,9
Ех009×Кр 640/3	17,9	4,8	19,2	36,7	279,2	86,1
Ех0017×Кр 73	19,4	4,2	16,0	33,9	262,9	84,2
Среднее	19,1±0,15	4,7±0,04	16,8±0,23	36,2±0,36	303,1±4,46	84,7±0,32
НСР ₀₅	1,3	0,2	1,5	1,8	17,4	1,7
CV, %	6,5	6,4	9,5	8,3	11,2	3,1
StdDv	1,2	0,3	1,7	3,0	37,1	2,6
2014						
Краснодарский 385 МВ (ст.)	20,0	4,3	15,8	37,3	311,5	82,4
Ех006×Кр 627	21,5	4,7	16,7	44,7	288,1	85,3
Ех007×Кр 627	19,8	4,5	15,3	33,3	284,3	87,3
Ех0010×Кр 627	19,2	4,3	14,8	34,0	329,6	83,6
Ех0014×Кр 627	18,3	4,5	17,3	28,0	271,3	86,1
Ех0022×Кр 640/3	20,8	4,7	18,0	38,0	246,0	87,9
Ех0017×Кр 73	19,7	4,5	16,3	36,0	290,0	84,5
Среднее	19,3±0,15	4,5±0,02	16,7±0,22	36,9±0,48	258,5±3,77	85,3±0,22
НСР ₀₅	1,2	0,2	1,3	2,4	23,4	1,4
CV, %	6,6	3,9	10,2	10,8	12,1	2,1
StdDv	1,3	0,2	1,7	3,9	31,3	1,8

Так, например в 2014 году при среднем выходе зерна с початка равной 85,3 %, коэффициент вариации составил 2,1 %, в более засушливые 2013 и 2012 годы коэффициент вариации повысился до 3,1 и 3,5 % соответственно,

средний выход зерна с початка, при этом, снизился в 2013 году на 0,6%, а в 2012 году на 1,8%.

В зависимости от года исследований наблюдалось сильное варьирование среднего показателя признака «массы 1000 зерен» у изучаемых гибридов. Аномально засушливое лето 2012 года и вторая половина лета 2014 года оказали значительное влияние на этот показатель. По годам исследований признак «масса 1000 зерен» имел следующие средние значения: 2012 год - 226,1 грамм, 2013 - 303,1 и 2014 год - 258,5 грамм.

При более детальном анализе изучаемых показателей у одних и тех же гибридов кукурузы в разные годы исследований видно, что признак «количество рядов зерен на початке» в меньшей степени поддавался модификационной изменчивости, однако признаки «длина початка» и «диаметр початка» у гибридов Ex006×Кр 627 и Ex0017×Кр 73 сильно изменялись, что подтверждает исследования многих ученых, утверждающих значительное влияние факторов внешней среды на данные показатели структуры урожая кукурузы.

Дифференцированных характер проявления корреляционных связей между урожайностью и ее структурными элементами наблюдался и в новых гибридных комбинациях. Высокие коэффициенты корреляции за годы исследований были между урожайностью зерна, длиной початка ($0,70 \pm 0,13$) и количеством зерен в ряду ($0,66 \pm 0,12$). Тесные корреляционные связи наблюдались и между самими структурными элементами. В частности, сильную положительную связь имели признаки «ширина початка» и «количество рядов зерен на початке» ($r = 0,85 \pm 0,12$), масса початка и масса зерна с початка ($r = 0,96 \pm 0,06$). В остальных же случаях связь была средней или вовсе незначительной.

Подводя итоги статистического анализа морфо-биологических особенностей початков новых гибридов кукурузы, можно с уверенностью сказать о значительной зависимости урожайности изучаемых образцов от этих показателей, которые в свою очередь подвержены влиянию неблагоприятных условий внешней среды.

3.9 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. Наибольшее развитие к настоящему времени получила селекция на химический состав зерна в отношении углеводов.

Основными продуктами, вырабатываемыми крахмалопаточной промышленностью являются крахмал, масло и белковые корма.

В связи с этим нами был заказан в ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ в НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции биохимический анализ зерна, выделившихся в 2014 году гибридных комбинаций, для определения массовой доли белка и крахмала (Рисунок 8, 9, приложение 38).

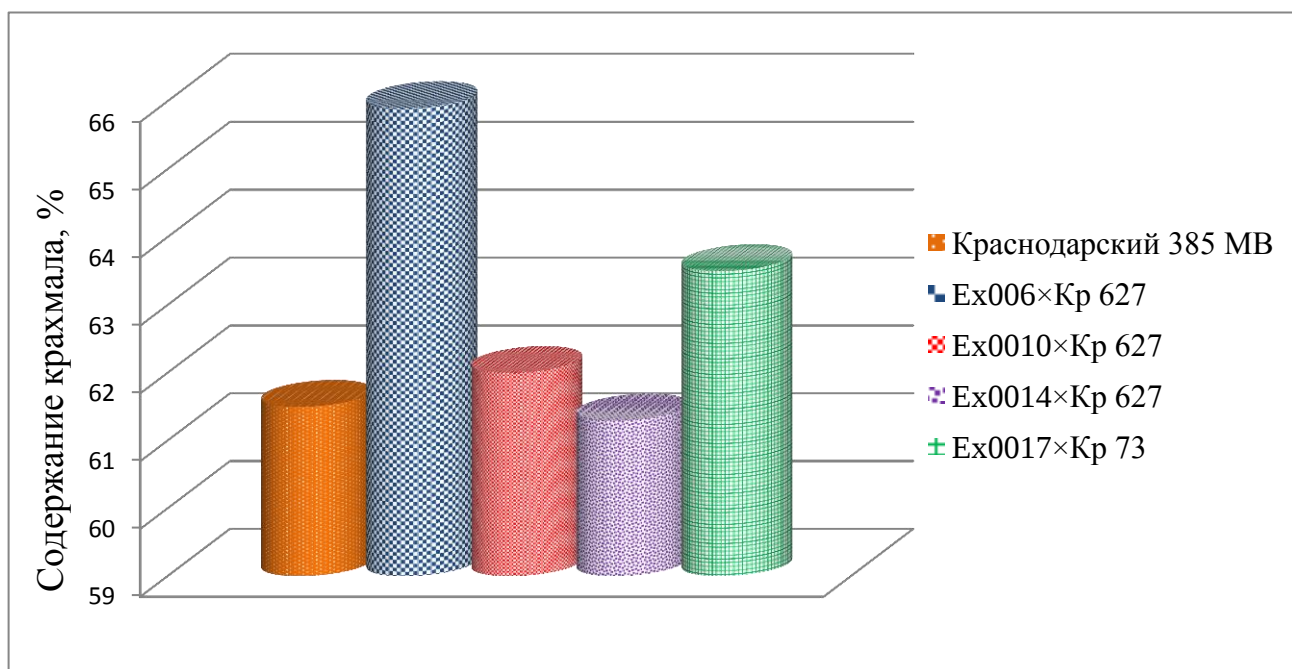


Рисунок 8 – Содержание крахмала в зерне выделившихся по признаку «урожайность зерна» гибридов кукурузы (2014 г.)

Изучение признака «содержание крахмала» показал, что почти у всех анализируемых гибридов (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 у изучаемых форм 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 (Рисунок 9). Выход белка с единицы площади варьировал от 1,1 т (Ех0014×Кр 627, Ех0017×Кр 73) до 1,16 т (Ех006×Кр 627).

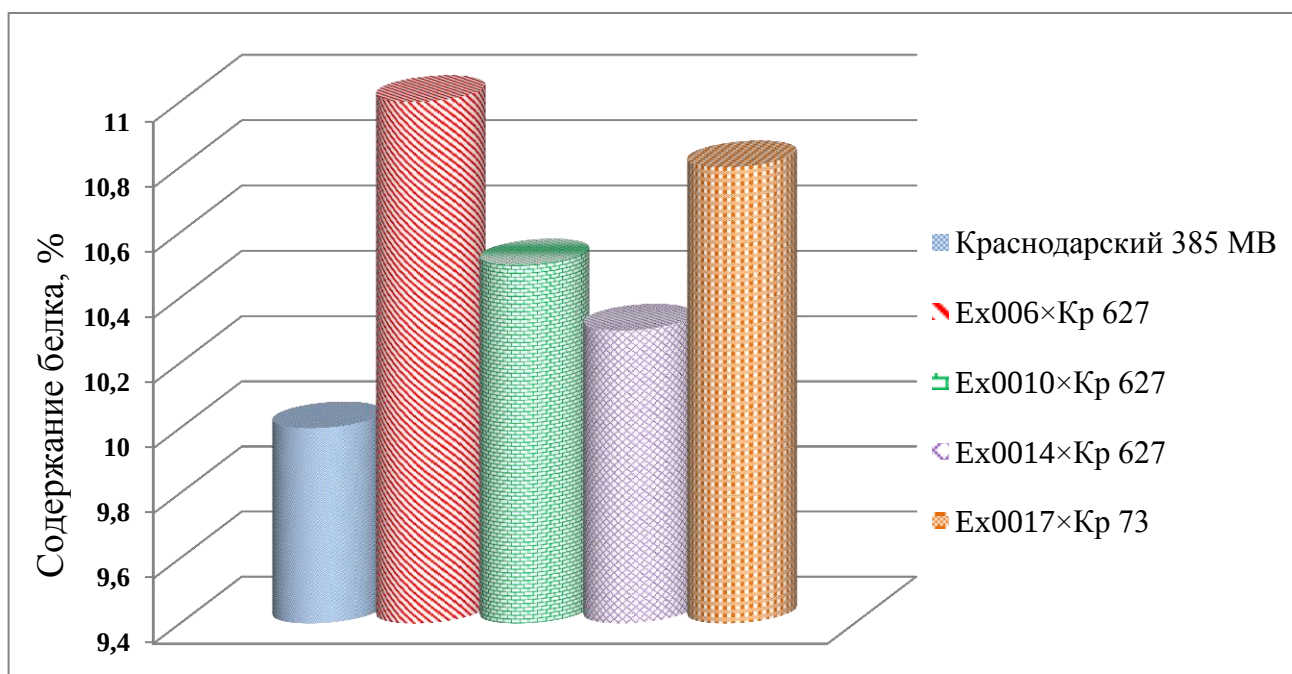


Рисунок 9 – Содержание белка в зерне выделившихся по признаку «урожайность зерна» гибридов кукурузы (2014 г.)

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

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

Повышение эффективности производства при всех формах социально-экономического устройства является конечной целью всякой материальной деятельности. В условиях быстро меняющейся конъюнктуры рынка, любой аграрий в нашей стране будет производить сельхоз продукцию только при условии, если она принесет ему прибыль, то есть будет эффективной.

Для определения экономической эффективности производства сельскохозяйственных культур применяется следующая система показателей: урожайность, производственные затраты, себестоимость продукции в текущих ценах, валовой доход, прибыль, рентабельность [5].

Урожайность выступает как один из важнейших и результативных показателей сельскохозяйственного производства. На урожайность оказывают влияние те же факторы, что и на рост производительности труда: естественное плодородие почвы, система земледелия, специализация и механизация производства. В нашей научной работе для расчета экономической эффективности мы использовали данные урожайности гибридов кукурузы за 2012-2014 годы.

Экономическая оценка является заключительным этапом комплексной оценки созданного и рекомендуемого к внедрению в производство гибрида.

Начальным этапом при определении экономической эффективности предлагаемых к внедрению гибридов - является определение базы сравнения. В нашем случае - это стандарт (Краснодарский 385 МВ).

Применение оценки экономической эффективности в селекции и семеноводстве становится оправданным уже на этапе конкурсного испытания лучших гибридов, а также является необходимым для улучшения селекционных программ с целью придания им вектора ведущему к энергосберегающей направленности [74].

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.

Производственные затраты на возделывание используемых гибридов кукурузы определили на основании технологической карты возделывания гибридов кукурузы.

Анализируя данные таблиц 27, 28 и 30 видно, что производственные затраты по годам исследований у стандарта Краснодарский 385 МВ варьировали от 19172 рублей в 2012 году до 21383 и 21992 рублей в 2013 и 2014 году соответственно. Прежде всего, это связано с удорожанием ГСМ и СЗР, а также с затратами на сушку зерна.

Себестоимость продукции - это выраженные в денежной форме затраты на ее производство и реализацию. Себестоимость - одна из основных экономических категорий, используемая при решении вопроса эффективности производства. В условиях рыночной экономики себестоимость продукции является важнейшим показателем эффективности возделывания сельскохозяйственных культур. Этот показатель определили как отношение суммы производственных затрат на один гектар к урожайности.

Так как стандарт Краснодарский 385 МВ уступал по урожайности, по годам исследований, гибридам приведенных в таблицах 27, 28 и 30, то соответственно и себестоимость произведенной продукции была выше по сравнению с лучшими гибридными комбинациями.

Самой низкой себестоимостью за годы исследования обладал гибрид Ех006×Кр 627 – 1809 рублей за 1 тонну произведенной продукции.

Таблица 27 – Экономическая эффективность возделывания новых лучших среднеспелых гибридов кукурузы
(2012 г.)

Гибрид Показатель	Краснодарский 385 MB St	Ex006×Kp 627	Ex0010×Kp 627	Ex0014×Kp 627	Ex0023×Kp 627	Ex0021×Kp 640/3	Ex0017×Kp 73
Урожайность, т/га	5,31	6,32	6,14	6,89	6,16	6,29	6,28
Себестоимость, руб./т	3611	2896	3127	2817	3119	3089	3059
Производствен- ные затраты, руб.	19172	18304	19198	19407	19210	19431	19210
Цена реализации, руб./т	9000						
Стоимость про- изведенной про- дукции, руб.	47790	56880	55260	62010	55440	56610	56520
Условно чистый доход, руб.	28618	38576	36062	42603	36230	37179	37310
Рентабель- ность, %	149	210	188	220	189	191	194
Экономический эффект, руб.	-	9958	7444	13985	7612	8561	8692

Таблица 28 – Экономическая эффективность возделывания новых лучших среднеспелых гибридов кукурузы
(2013 г.)

Гибрид Показатель	Краснодарский 385 MB St	Ех003×Кр 627	Ех006×Кр 627	Ех009×Кр 627	Ех009×Кр 640/3	Ех0017×Кр73
Урожайность, т/га	8,05	9,07	8,84	9,26	8,80	9,22
Себестоимость, руб./т	2656	2535	2316	2486	2500	2207
Производствен- ные затраты, руб.	21383	22989	20474	23023	22000	20350
Цена реализации, руб./т	7000					
Стоимость произ- веденной продук- ции, руб.	56350	63490	61880	64820	61600	64540
Условно чистый доход, руб.	34967	40501	41406	41797	39600	44190
Рентабельность, %	163	176	202	182	180	217
Экономический эффект, руб.	-	5534	6439	6830	4633	9223

Таблица 29 – Экономическая эффективность возделывания новых лучших среднеспелых гибридов кукурузы
(2014 г.)

Гибрид Показатель	Краснодарский 385 MB St	Ех006×Кр 627	Ех007×Кр 627	Ех0010×Кр 627	Ех0014×Кр 627	Ех0022×Кр 640/3	Ех0017×Кр 73
Урожайность, т/га	9,24	10,58	9,99	10,88	10,65	10,20	10,24
Себестоимость, руб./т	2380	1809	2006	2050	2086	2041	1890
Производствен- ные затраты, руб.	21992	19142	20038	22308	22217	20815	19352
Цена реализа- ции, руб./т	7500						
Стоимость про- изведенной про- дукции, руб.	69300	79350	74925	81600	79875	76500	76800
Условно чистый доход, руб.	47308	60208	54887	59292	57658	55685	57448
Рентабель- ность, %	215	314	274	266	260	268	297
Экономический эффект, руб.	-	12900	7579	11984	10350	8377	10140

Реализованный хозяйством чистый доход нередко называют прибылью. Прибыль представляет собой разницу между денежной выручкой, полученной от реализации продукции и затратами на ее производство и реализацию. В настоящей работе за основу расчёта принимали показатель условно чистого дохода, поскольку исходили из объёма реализации равного урожайности.

Наивысший условно чистый доход был у гибрида Ex006×Кр 627 – 60208 руб./га. Это связано с высоким уровнем урожайности и низкой уборочной влажностью в 2014 году.

Показатель рентабельности отражает окупаемость всех текущих затрат на производство продукции, составляющих ее себестоимость. Определяется он как отношение прибыли от реализации продукции к реализованной продукции. В связи с тем, что при расчёте данного показателя были использованы производственные затраты, значение его отражает реально складывающиеся в производстве ситуации и он может быть использован для проведения сравнительной характеристики изучаемых гибридов со стандартом.

За годы исследований стандарт Краснодарский 385 МВ имел рентабельность 149%, 163% и 215% в 2012, 2013 и 2014 году соответственно. Наивысшей рентабельностью обладал гибрид Ex006×Кр 627 – 314% в 2014 году. Этому способствовали сразу несколько причин. Во-первых, этот гибрид имел наименьшие производственные затраты в виду самой низкой уборочной влажности зерна. Во-вторых, имел одну из самых высоких урожайностей в этом году среди изучаемых гибридов.

Итоговым показателем для экономической оценки новых гибридов предлагается использовать годовой экономический эффект, который может быть получен благодаря внедрению его в производство в сравнении с базовым (стандартом). Он определяется как разность между условно чистым доходом, полученным при возделывании стандарта и других исследуемых гибридов.

В 2012 году наивысший экономический эффект был у гибрида Ex0014×Кр 627 – 13985 рублей, в 2013 гибрид Ex009×Кр 627 – 6830 рублей и

наконец, в 2014 году по этому показателю отличился гибрид Ех006×Кр 627 – 12900 рублей.

Для конкретизации выводов полученных на основании трехлетних данных мы решили посчитать показатели экономической эффективности гибридов кукурузы давших стабильно высокие урожаи зерна по всем трем годам исследований. Данная информация представлена в таблице 30.

Таблица 30 – Экономическая эффективность возделывания лучших среднеспелых гибридов кукурузы (среднее 2012-2014 гг.)

Гибрид Показатель	Краснодарский 385 MB 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 проведённых расчётов 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.

Таким образом, проведенная оценка экономической эффективности, а также анализ результатов и сравнение новых среднеспелых гибридов со стандартом, позволили выявить рентабельность их выращивания и окупаемость дополнительных затраченных средств.

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 Ех003, Ех006, Ех009, Ех0010, Ех0011, Ех0017, Ех0018 и Ех0023 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 Ех006, Ех0011 и Ех0023. Максимальную урожайность за все годы исследований имела линия Ех0011(3,46т/га).

4. Выделенные нами в процессе изучения жароустойчивые самоопыленные линии кукурузы (Ех001, Ех003, Ех006, Ех007, Ех0011, Ех0012, Ех0017, Ех0023), 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 (Ех006, Ех0012, Ех0014 и Ех0017) с высокой и стабильной оценкой ОКС в 2012 году. В 2013 году по данному признаку выделились линии Ех004, Ех006, Кр 0015, Ех0017. Линии Ех006, Ех007, Ех0010, Ех0014, Ех0015, Ех0016, Ех0018 и Ех0022 имели высокие эффекты ОКС в 2014 году. Наивысшая константа СКС за три года испытаний была отмечена в гибридных комбинациях Ех0014×Кр627, Ех0020×Кр640/з, Ех0022×Кр640/з, Ех0022×Кр640/з, Ех0023×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 (Ех004, Ех0010, Ех0014, Ех0016 и Ех0018).

7. По результатам изучения реакции новых самоопыленных линий на М и С типе ЦМС были идентифицированы линии Ех005 и Ех0011, как полные закрепители стерильности. Линии Ех004, Ех007, Ех0010, Ех0013 и Ех0018 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 тесткроссов, которые обеспечили высокие значения эффектов гетерозиса по признаку «урожайность зерна».

9. На основании оценок хозяйственно-ценных признаков созданных тест-кроссов 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 Ех0014×Кр 627, в 2013 году Ех009×Кр 627 (9,26 тонны с 1 га.) и в 2014 году гибрид Ех0010×Кр 627 (10,88 тонны с 1 га.). Также прослеживались стабильно высокая урожайность по годам изучения в гибридах Ех006×Кр627, Ех0010×Кр627, Ех0014×Кр627 и Ех0017×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 Ех006×Кр627 - 9729 рублей и Ех0017× 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×Kp627 и Ex0017× Kp73 рекомендуются для дальнейшего изучения в системе конкурсного сортоиспытания с целью их последующей передачи в ГСИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверьянова, А. Ф. О природе взаимодействия генотип – среда у растений / А. Ф. Аверьянова, В. А. Драгавцев // Взаимодействие генотип – среда и его роль в селекции. – Краснодар, 1988. – С. 5 - 18.
2. Агафонова, З. Я. Агротехника против стебельного мотылька / З. Я. Агафонова, Н.П. Агафонов // Защита растений. – 1965. – №4. – С. 24 - 25.
3. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края / Отв. ред.: З.М. Русеева, Ш.Ш. Народецкая. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 276 с.
4. Александров, В. Я. Цитоплазматический анализ теплоустойчивости растительных клеток и некоторые задачи цитозкологии / В. Я. Александров // Ботанический журнал. – 1956. – Т. XII, вып. 7. – С. 16 – 21.
5. Анипенко, Л. Н. Оценка эффективности возделывания сельскохозяйственных культур по критерию энергозатрат / Л. Н. Анипенко.– Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2007. – 56 с.
6. Багринцева, В. Н. Урожайность зерна гибридов кукурузы при раннем посеве / В. Н. Багринцева, Г. Н. Сухоярская // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 5(11). – С. 23-27.
7. Браун, У. Л. Создание и улучшение зародышевой плазмы современной кукурузы / Матер. IX заседания Букарпии. – Краснодар, 1979. – С. 81-98.
8. Брюбейкер, Д. М. Сельскохозяйственная генетика / Д. М. Брюбейкер – М.: Колос, 1966. – 224с.
9. Вавилов, Н. И. Избранные сочинения / Н.И. Вавилов – М.: Колос. – 1966. – 556 с.
10. Васильева, Н. Г. Влияние высокой температуры и влажности почвы на изменение физиологических показателей водного режима / Н. Г. Васильева. – Сб.: Биологические основы орошаемого земледелия. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 156 с.
11. Вахрушева, Э. И. Генетика / Э. И. Вахрушева // Краснодар. – 1975. Т. 11, №12. С. 9 – 14.

12. Веденеев, Г. И. Селекция раннеспелых гибридов кукурузы в Поволжье: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / Веденеев Григорий Иванович. – Саратов, 1965. – 48с.
13. Галеев, Г. С. Гетерозис и повышение продуктивности кукурузы / Г. С. Галеев // Гетерозис служит человеку. М., – 1968. – С. 24 – 31.
14. Галеев, Г. С. Использование в селекции мужской стерильности кукурузы / Г. С. Галеев // Селекция и семеноводство. – 1956. – №1. – С. 19 – 24.
15. Галеев, Г. С. Развитие работ по межлинейной гибридизации кукурузы на Кубанской опытной станции / Г. С. Галеев // Тр. Кубанской опыт. ст. ВИР. Краснодар, 1961. – Вып. 1. – С. 28 – 44.
16. Галеев, Г. С. Результаты изучения и селекционного использования цитоплазматической мужской стерильности кукурузы на Кубанской опытной станции ВИР / Г. С. Галеев // Цитоплазматическая мужская стерильность в селекции и семеноводстве кукурузы. Киев, – 1962. – С. 8 – 38.
17. Галеев, Г. С. Результаты некоторых исследований по изучению и использованию гетерозиса на Кубанской опыт. ст. ВИР / Г. С. Галеев, В. С. Сотченко, Л. А. Таова // Кукуруза. – 1970. – №2. – С. 26 – 31.
18. Генкель, П. А. Физиология устойчивости растительных организмов / П. А. Генкель // Физиология с.-х. растений. – 1967. Т. 3. – С. 87 – 265.
19. Генова, И. Комбинационная способность у местных и интродуцированных популяций / И. Генова // Генет. и селек. – 1988. – Т.21. – №6. – С. 494 - 498.
20. Горбачева, А. Г. Реакция гибридов кукурузы на температурный режим в период прорастания/ А. Г. Горбачева, И. А. Ветошкина, А. Э. Панфилов, Е. С. Иванова // Кукуруза и сорго. – 2014. – № 2. – С. 20-25.
21. Горбачева, А. Г. Спирторастворимые белки зеленой кукурузы / А. П. Горбачева // Доклады ВАСХНИЛ, – 1958. – № 11. – С. 62 – 70.
22. Горленко, М. В. Влияние экологических факторов на развитие пузырчатой головки кукурузы / М. В. Горленко // Сб. науч. тр. Вып. 8. Минск, – 1961. – С. 33 – 39.

23. Грушка, Я. Монография о кукурузе: Пер. с чешского М.П. Умнова / Я. Грушка. – М.: Колос, 1965. – 723 с.
24. Гужва, Д. В. Разработка и использование генотипической классификации самоопыленных линий кукурузы в селекции на гетерозис: автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Д. В. Гужва. – Одесса, 1997. – 18с.
25. Гульяншин, А. В. Оценка комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы / А. В. Гульяншин, И. М. Чилашвили, Н. Н. Шкриптиенко // Материалы Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и бизнеса для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации» - пос. Персиановский, 2010. – С. 142 - 144.
26. Гульяншин, А. В. Оценка комбинационной способности новых самоопыленных линий в топкросных скрещиваниях / А.В. Гульяншин, 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.
27. Гурьев, Б. П. Селекция кукурузы на раннеспелость / Б. П. Гурьев, И. А. Гурьева // М.: – 1990. – 173с.
28. Гурьев, Б. П. Проблемы сбора, хранения, воспроизводства и использования генофонда в селекции растений / Б.П. Гурьев, П.П. Литун, И.А. Гурьева, Л.В. Бондаренко // Генетич. ресур. растен. и животн. УССР – К.: Наукова думка, 1987. – С. 57-72.
29. Даниель, Л. Изучение наследования массы и формы зерна у кукурузы в диаллельном скрещивании / Л. Даниэль // Генетика. 1971. Т. 7, – № 3. – С. 37 – 50.
30. Дзюбецкий, Б. В. Оценка комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы при различных густотах стояния растений / Б.В. Дзюбецкий, В.А. Хаджиматов // Бюлл. ВНИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1991. – № 71. – С. 27-31.

31. Дик, Ф. Ф. Наиболее важные вредители кукурузы / Ф. Ф. Дик // Кукуруза и её улучшение. М.: – 1957. – С. 55 – 66.
32. Добродеев, А. И. Просяной или кукурузный мотылек / А. И. Добродеев // Труды Всерос. энтофитопат. съезда. СПб.: – 1921. – С. 44 – 54.
33. Домашнев, П. П. Селекция кукурузы / П.П. Домашнев, Б.В. Дзюбецкий, В.И. Костюченко. – М.: Агропромиздат, 1992. – 204 с.
34. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.
35. Жуковский, П. М. Гетерозис как эволюционное явление в растительном мире и проблемы его использования в сельском хозяйстве / П. М. Жуковский // Вестник с.-х. наук. – 1967. – № 3. – С. 39 – 48.
36. Жуковский, П. М. Культурные растения и их сородичи / П. М. Жуковский. – М.: Колос, 1971. – 752 с.
37. Жученко, А. А. Адаптивный потенциал культурных растений / А. А. Жученко. – Кишнев: Штиинца, 1988. – 766 с.
38. Зозуля, А. Л. Оценка потенциальной продуктивности кукурузы из коллекции ВИР / А. Л. Зозуля // Тр. По прикл. бот., ген. и сел. 1980. Т. 69, вып. 1. – С. 116 – 118.
39. Ивахненко, А. Н. К изучению головневых болезней кукурузы / А. Н. Ивахненко, Н. Ф. Разуваева // Селекция и семеноводство. – Киев. – 1974. – № 27. – С. 28 – 33.
40. Иващенко, В. Г. Устойчивость кукурузы к основным болезням и разработка методов ее повышения: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.01.11 Иващенко Владимир Гаврилович. – СПб., 1992. – С. 38.
41. Иващенко, В. Г. Совершенствование системы оценок кукурузы на устойчивость к засухе и фузариозу початков /В.Г. Иващенко, Е.Ф. Сотченко, Ю.В. Сотченко // Вестник защиты растений. – 2006. – №1. – С. 16-20.
42. Изучение и поддержание образцов коллекции кукурузы: Методические указания.- Л.: ВИР, 1985. – 50с.

43. Калашников, К. Я. Вредители и болезни кукурузы. / К. Я. Калашников, И. Д. Шапиро. – М.: – 1962. – 215с.
44. Капустин, А. А. Оценка районированных сортов и гибридов кукурузы на пригодность к механизированной уборке / А.А. Капустин // Сб. тр. по прик. бот., ген. и сел.– Л.: ВИР, 1981. – Т.70, вып.1. – С.113-117.
45. Климашевский, Э. Л. Генетический аспект минерального питания растений / Э. Л. Климашевский. – М.: Агропромиздат, 1991. – 415 с.
46. Клименко, А. Н. Аминокислотный состав белка в зависимости от сорта / А. Н. Клименко. – Кишинёв, 1955. – 321с.
47. Коварский, А. Е. Генетико-селекционная работа с кукурузой / А. Е. Коварский // Кукуруза. – 1959. – № 10. – С. 32 – 39.
48. Коварский, А. Е. Подбор компонентов для гибридных популяций кукурузы на основании определения комбинационной ценности самоопыленных линий при свободном опылении / А. Е. Коварский, Б. М. Будак // Тр. Юбил. Дарвин. Конф. – Кишинев, 1960. – С. 45 – 55.
49. Кожухов, И. В. Сахарная кукуруза: руководство по апробации с.-х. культур. / И. В. Кожухов, Н. Н. Ткаченко. – М.: – Т. 5. – 1948. – 312с.
50. Козьмина, Н. П. Биохимия зерна и продуктов переработки / Н. П. Козьмина, Б. Л. Кретович. – М.: – Заготиздат, 1950. – 284с.
51. Конарев, В. Г. Биохимия и молекулярная биология в решении проблем растениеводства / В. Г. Конарев // Вестник с.-х. науки. – 1981. – № 12. – С. 18 – 24.
52. Котова, Г. П. Корреляционные зависимости между некоторыми признаками у линий и простых гибридов кукурузы / Г.П. Котова, Н. Ф. Шохов, Н. И. Мусторин // Сб. науч. работ НИИСХ Центр.-Чернозем. полосы. – 1986. – Вып. 11, №3. – С. 47-52.
53. Кривошеев, Г. Я. Оценка общей и специфической комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы в системе топкроссных скрещиваний / Г. Я. Кривошеев, А. С. Игнатьев // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 6(18). – С. 41-45.

54. Кудина, Ж. Д. Размножение кукурузного мотылька на различных сортах / Ж. Д. Кудина // С.-х. биология. – 1967. Т. 11, – №1. – С. 29 – 36.
55. Кузнецова, Е. И. Борьба с кукурузным мотыльком / Е. И. Кузнецова // Защита растений. – 1959. – № 4. – С. 32 – 39.
56. Кукуруза и ее улучшение / Под ред. П.М. Жуковского – Москва, 1957. – 557 с.
57. Куперман, Ф. М. Использование морфологических приемов исследования в селекции кукурузы. / Ф. М. Куперман // Сб. материалов науч. – метод. Сопровождение по вопросам селекции пшеницы и кукурузы. Харьков. – 1957. – С. 64 – 77.
58. Купцов, О. Е. Географические концепции Н. И. Вавилова и современность / О. Е. Купцов, М. Е. Раменская // Вавиловское наследие в современной биологии. – Наука Москва: – 1989. – С. – 169-175.
59. Курсанов, А. Л. Корневая система растений как орган обмена веществ / А. Л. Курсанов // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1957. – №6. – С. 123 – 131.
60. Кушнер, Х. Ф. Использование гетерозиса в семеноводстве гибридной кукурузы и другие вопросы селекции растений / Х. Ф. Кушнер // Изв. АН СССР. Сер. Биологическая. – 1961. – № 1. – С. 69 – 74.
61. Лебедев, Л. В. Моногибридный гетерозис у самоопыляющихся растений / Л. В. Лебедев // Природа. – 1948. – №5. – С. 56 – 66.
62. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: – 1989. – 194 с.
63. Методика диагностики селекционного материала для отбора кукурузы на адаптивную устойчивость / Г. Л. Филиппова, Н. В. Вишневого, В. А. Губенко и Л. А. Максимовой – Днепропетровск, – 1989. – 20 с.
64. Методические рекомендации по проведению опытов с кукурузой. – Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1980. – 36 с.
65. Микенас, Г. С. Азотистые вещества семян инцухт-линий кукурузы и их гибридного потомства / Г. С. Микенас // Ученые записки Кишиневского гос. университета. – 1957. Т. 28. – С. 45 – 66.

66. Мустяца, С. И. Селекция раннеспелых гибридов кукурузы: автореф. ... докт. с.-х. наук: 06.01.05 / С.И. Мустяца. – Кишинев, 1993. – 37с.
67. Мустяца, С. И. Влияние засухи на некоторые признаки скороспелой кукурузы и селекция на засухоустойчивость / С.И. Мустяца // Кукуруза и сорго. – 2005. - № 5. – С. 6-12.
68. Мустяца, С. И. Использование зародышевой плазмы гетерозисной группы Ланкастер в селекции раннеспелой кукурузы / С.И. Мустяца, С.И. Мистрец, Л.П. Нужная // Кукуруза и сорго. – 2001. - № 1. – С. 6-10.
69. Немлиенко, Ф. Е. Устойчивость кукурузы к болезням и задачи селекции / Ф. Е. Немлиенко, Г. В. Грисенко // Бюл. ВНИИ кукурузы. – 1969. Вып. 2. – С. 26 – 37.
70. Новоселов, С.Н. Сахарная кукуруза: история, селекция, экономика / С.Н. Новоселов. – Пятигорск, РИА-КМВ, 2007. – 564 с.
71. Нужная, Л. П. Комбинационная способность раннеспелых линий кукурузы / Л. П. Нужная, С. И. Мустяца // Селекционно-генетические исследования кукурузы и сорго в Молдавии. - Кишинев, – 1989. – С. 11-19.
72. Олейникова, Т. В. Изменения в изоферментных спектрах и активности пероксидазы в листьях пшеницы при действии повышенных температур / Т. В. Олейникова, Р. И. Пушина // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1979. Т. 64, вып. 3. – С. 23 – 28.
73. Орлянский, Н. А. Определение селекционной ценности самоопыленных линий кукурузы / Н.А. Орлянский, Н.А. Орлянская // Сб. науч. трудов международной научно-практической конференции «Золотое наследие академика ВАСХНИЛ М.И. Хаджинова» – Краснодар. – 2009. – С. 82-88.
74. Орлянский, Н.А. Селекция и семеноводство зерновой кукурузы на повышение адаптивности в условиях Центрального Черноземья: автореф. дис. ... д. – ра. с.-х. наук: 06.01.05 / Н. А. Орлянский. – Воронеж, 2004. – 46 с.
75. Пакудин, В. З. Оценка комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы в диаллельных скрещиваниях / В. З. Пакудин // Вопросы се-

- лекции зерновых, зернобобовых культур и трав. Сб. науч. тр. Краснодарского НИИСХ. Краснодар. – 1977. Вып. XIV. – С. 125-140.
76. Палилова, А. Н. Восстановление пыльцевой фертильности у гибридов кукурузы, полученных на стерильной основе / А. Н. Палилова, В. П. Желудева // Цитология и генетика. – 1969. Т. 3. – № 1. – С. 76 - 82.
77. Панфилов, А. Э. Агроэкологическое обоснование зональной классификации гибридов кукурузы по скороспелости [Электронный ресурс] / А.Э. Панфилов / Известия Челябинского научного центра. – 2004. Выпуск 4(26). – Режим доступа: <http://www.csc.ac.ru/news>.
78. Панфилова, О. Н. Селекция засухоустойчивых гибридов кукурузы для условий Нижнего Поволжья / О. Н. Панфилова, А. А. Романова // Современные методы адаптивной селекции зерновых и кормовых культур: Материалы международной науч.-практ. конф. Кинель. 23-25 июля 2002 г. – Самара. – 2003. – С.142-152.
79. Парамонов, Ф. Ф. Некоторые биохимические особенности сортов, гибридов и линий мировой коллекции сахарной кукурузы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Ф. Ф. Парамонов. Л., 1965. – 23с.
80. Переверзев, Д. С. Радикальная защита от стеблевого мотылька / Д. С. Переверзев, И. Д. Шапиро // Защита растений. – 1980. – № 12. – С. 28 – 32.
81. Петин, Н. С. Жароустойчивость растений и пути ее повышения / Н. С. Петин, Ю. Г. Молотковский // Вестник АН СССР. – 1962. – № 8. – С. 33 – 39.
82. Покровская, Н. Ф. Химический состав зерна различных сортов кукурузы / Н. Ф. Покровская // Вестник с.-х. науки. – 1960. – № 12. – С. 32 – 36.
83. Радочинская, Л. В. Мутация опейк - 2 – полвека на службе селекции кукурузы / Л. В. Радочинская // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы: сборник научных трудов международной научно-практической конференции «Золотое наследие академика ВАСХНИЛ М. И. Хаджинова», посвященной 110-летию со дня его рождения. – Краснодар: «Эдви». – 2009. – С. 122 – 128.

84. Радочинская, Л. В. Создание и изучение высокомасличных форм кукурузы / Л. В. Радочинская // Кукуруза и сорго. – 2001. – № 5. – С. 12 – 13.
85. Радочинская, Л. В. Генетические возможности кукурузы при создании высокомасличных гибридов / Л. В. Радочинская, Г. И. Букреева // Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы: Материалы научно-практической конференции, посвященной 20-летию ГНУ ВНИИ кукурузы. – Пятигорск. – 2009. – С.157 – 163.
86. Редько, В. В. Сохранение и использование биологического разнообразия растений / В. В. Редько // Методолог, основы формир. ведения и использов. коллекций ген. рес. раст. – Харьков. – 1996. – С. 20 – 25.
87. Романенко, Л. Г. Вегетационный период / Л. Г. Романенко // Основы селекции и семеноводств гибридов кукурузы. – М.: Колос. – 1968. – С. 89-94.
88. Рундфельд, Г. Гибридная кукуруза: использование эффекта гетерозиса в селекции кукурузы / Г. Рундфельд. – М.: ИЛ, – 1955. – 313с.
89. Рябчун, В. К. Методолог, основы формир., ведения и использов. коллекций ген. рес. раст. / В.К. Рябчун – Харьков, 1996. – С. 133.
90. Сабиров, З. С. Особенности биологии и экологии стеблевого мотылька в условиях Ташкентской и Сырдарьинской областей и методика прогнозирования его развития: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / З. С. Сабиров. – Ташкент, 1968. – 23с.
91. Савельев, В. Ф. О поражаемости сортов и гибридов кукурузы пузырчатой головней в орошаемых условиях юга Украины / В. Ф. Савельев, Т. Б. Немоловская // Тез. Док. IV Всесоюз. совещ. по иммунитету с.-х. раст. Кишинев. – 1965. – С. 32 – 39.
92. Савченко, В.К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов родительских форм. / В.К. Савченко // Методики генетико-селекционного и генетического экспериментов. – Минск, 1973. – С. 48-77.
93. Серебряков, А. И. Кукуруза (биология, селекция и агротехника) : болезни и вредители кукурузы / А. И. Серебряков. – Краснодар. – 1964. – 278с.

94. Сказкин, Ф. Д. Критический период у растений к недостаточному водоснабжению / Ф. Д. Сказкин // Тр. Темерязев. чтения. Т. XXI. Изд-во АН СССР. – 1961. – С. 33 – 47.
95. Скоробреха, П. И. Важный селекционный признак / П. И. Скоробреха, В. П. Захоба // Селекция и семеноводство. – 1982. – № 6. – С. 18 - 21.
96. Смирнова – Иконникова, М. И. Химический состав зерна пищевой кукурузы / М. И. Смирнова – Иконникова, Ф. Ф. Парамонов // Кукуруза. – 1963. – № 6. – С. 36 – 33.
97. Соколов, Б. П. Комбинационная ценность сортов популяций / Б. П. Соколов, В. И. Бокань // Кукуруза. – 1965. – № 1. – С. 41 – 47.
98. Соколов, Б. П. Важный принцип селекции и семеноводства / Б. П. Соколов // Вестн. с.-х. науки. – 1958. – №7. – С. 35 – 42.
99. Соколов, Б.П. Состояние и методы селекции кукурузы на засухоустойчивость / Б.П. Соколов // Проблема борьбы с засухой и рост производства с.-х. продукции. – 1974. – С. 396 - 400.
100. Соколов, Б. П. Селекция кукурузы с использованием цитоплазматической мужской стерильности / Б. П. Соколов, М. Н. Падалка // Стерильность в селекции и семеноводстве кукурузы. – Киев. – 1962. – С. 201 – 209.
101. Сотченко, В. С. Сравнительная оценка методов изучения комбинационной способности линий кукурузы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 6 06.01.05 / Владимир Семенович Сотченко – Л., 1970. – 23с.
102. Сотченко, В. С. Селекция и семеноводство раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы: атореф. дис ... д-ра. с.-х. наук: 06.01.05 / Владимир Семенович Сотченко // С.-П.б., 1992. – 48с.
103. Сотченко Е. Ф. Фузариоз початков кукурузы в предгорной зоне Ставропольского края: этиология болезни, сортоустойчивость. автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / Елена Федоровна Сотченко. – Краснодар., 2004. – 22с.

104. Спрэг, Э. Получение новых источников генетической изменчивости для Европы / Э. Спрэг // Матер. IX заседания Еукарпии.- Краснодар, 1979. – Ч. 1. – С. 99 - 114.
105. Спрэг, Г. Ранние испытания и периодический отбор / Г. Спрэг // Гибридная кукуруза. – М.: И.Л., – 1955. – С. 262-283.
106. Супрунов, А. И. Эффективность рекуррентного отбора на раннее цветение в позднеспелых популяциях кукурузы: автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Анатолий Иванович Супрунов. – Краснодар, 2002. – 19 с.
107. Супрунов, А. И. Периодический отбор в популяциях кукурузы / А. И. Супрунов, М. А. Чуприна. – Краснодар: «Эдви», 2010. – 158 с.
108. 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.
109. Супрунов, А. И. Оценка нового исходного материала для селекции среднеспелых и среднепоздних гибридов кукурузы / А. И. Супрунов, И. М. Чилашвили, С. С. Анашенков // Кукуруза и сорго. – 2013. – № 4. – С. 24-29.
110. 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.
111. Тарасенко, Н. Д. Генетические аспекты охраны генофонда, интродукции и акклиматизации растений / Н. Д. Тарасенко // Генетика и цитология. – 1996. – №8. – С. 41 – 47.
112. Тархизан, Э. Продуктивность гибридов кукурузы от родительских форм с разными элементами структуры урожая / Э. Тархизан // Биол. основы повышения урожайности с.-х. культур. – Киев. – 1977. – С. 50 – 52.

113. Тихонов, С. П. К вопросу устойчивости кукурузы к пузырчатой головне / С. П. Тихонов // Сб. работ аспирантов молодых научных сотрудников. Л.: – 1959. – С. 48 – 56.
114. Ткачева, Н. А. Некоторые вопросы возделывания сахарной и лопающейся кукурузы в Ростовской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Н. А. Ткачева. – Л., 1961. – 22с.
115. Томов, Н.И. Новые направления и шиеквания към селекцията на царевичата / София. – 1993. –131 с.
116. Турбин, Н. В. Генетика гетерозиса и методы селекции растений на комбинационную ценность / Н. В. Турбин // Вестник с.-х. наук. – 1967. – №3. – С. 31 – 36.
117. Удовенко, Г. В. Использование критериев физиологической оценки при селекции сортов на устойчивость к неблагоприятным условиям среды. / Г. В. Удовенко // Физиология и биохимия сорта. – Иркутск, 1969. – С. 122 – 127.
118. Удовенко, Г. В. Влияние экстремальных условий среды на структуру урожая сельскохозяйственных культур / Г. В. Удовенко, Э. А. Гончарова. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 144 с.
119. Франковская, М. Т. Оценка качества семян родительских форм гибридов кукурузы / М. Т. Франковская, Л. Г. Огняник, Р. А. Лемещенко // Кукуруза и сорго. – 2010. – № 1. – С. 12-15.
120. Фомин, Л. А. Особенности проявления устойчивости кукурузы к стеблевому мотыльку в условиях Краснодарского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / Л. А. Фомин. – Л., 1967. – 23с.
121. Хаджинов, М. И. Направления и методы селекции на повышение количества протеина, лизина и других аминокислот в зерне / М. И. Хаджинов // Селекция и семеноводство кукурузы. М.: – 1971. – С. 17 - 32.
122. Хаджинов, М. И. Цитоплазматическая мужская стерильность кукурузы и использование ее в селекции и семеноводстве: Цитоплазматическая муж-

- ская стерильность в селекции и семеноводстве кукурузы / М. И. Хаджинов. – Киев, 1962. – 215с.
123. Хаджинов, М. И. Селекция кукурузы / М. И. Хаджинов // Кукуруза. – 1958. – №1. – С. 34 – 39.
124. Хатефов, Э. Б. Селекция генетических источников признака засухоустойчивости для создания новых гибридов тетраплоидной кукурузы / Э. Б. Кагермазов, Б. Р. Карданова // Кукуруза и сорго. – 2012. – № 3. – С. 11-15.
125. Хомякова, В. О. Кукурузный мотылек / В. О. Хомякова // Тр. ВИЗР. – 1965. Вып. 25. – С. 44 – 49.
126. Хотылева, Л. В. Генетический анализ самоопыленных линий кукурузы / Л. В. Хотылева, Л. А. Тарутин // Мат. IX заседания ЕУКАРПИИ, селекция кукурузы и сорго. Краснодар. – 1979. – С. 37 – 47.
127. Цаган – Манджиев, Н. Л. Комбинационная способность самоопыленных линий и прогнозирование гетерозиса у раннеспелых гибридов кукурузы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Н. Л. Цаган – Манджиев. – Л.: 1987. – 17 с.
128. Чалык, Т. С. ЦМС в селекции и семеноводстве кукурузы / Т. С. Чалык. – Кишинев: Штинца, 1974. – 245с.
129. Чалык, Т. С. Закономерности проявления элементов структуры урожая кукурузы и влияние их урожайность гибрида первого поколения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Т. С. Чалык. – Харьков, 1986. – 22 с.
130. Черномыз, А. Изменение элементов структуры урожая у кукурузы при инцукте / А. Черномыз // Селекция и семеноводство. Вып. 30. Киев. – 1975. – С. 22 – 29.
131. Черчель, В. Ю. Оценка и отбор исходного материала кукурузы на жароустойчивость по физиологическим признакам / В.Ю. Черчель, И.В. Вишневский, Л.А. Максимова // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – Майкоп: РИПО «Адыгея», – 1999. – С. 136 - 139.
132. Чилашвили, И. М. Оценка нового исходного материала для селекции ранних и среднеранних гибридов кукурузы / И. М. Чилашвили // Политема-

- тический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №79 (05). С. 1 – 16. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/05/pdf/01.pdf>
133. Чилашвили, И. М. Оценка комбинационной способности лучших самоопыленных линий и получение высокогетерозисных гибридов кукурузы / И. М. Чилашвили // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №80 (06). С. 1 – 19. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/05.pdf>
134. 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/>
135. 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.
136. Чистяков, С. Н. Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы с быстрой влагоотдачей зерна при созревании / С. Н. Чистяков, А. И. Супрунов, И. М. Чилашвили // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №88 (04). С. 1 – 10. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/21.pdf>
137. Шапиро, И. Д. Факторы устойчивости кукурузы к вредителям / И. Д. Шапиро // Доклад ВАСХНИЛ. – 1963. Вып. 2. – С. 89 – 93.

138. Шахбазов, В. Г. Теплоустойчивость гибридных семян и методика её определения / В. Г. Шахбазов, А. Т. Попель // Биол. основы повышения качества семян с. – х. растений. – 1964. – С. 29 - 33.
139. Шахов, Н. Ф. Анализ корреляции у самоопыленных линий кукурузы между элементами продуктивности и другими признаками / Н. Ф. Шахов // Бюл. ВИР. – 1975. Вып. 53. – С. 28 - 72.
140. Шевелуха, В. С. Физиология растений и адаптивное растениеводство / В. С. Шевелуха // Вестник с.-х. наук. – 1991. – №4. – С. 22 - 32.
141. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ видов *Zea mays* L. – Л., 1977. – 80с.
142. Шмараев, Г. Е. Селекция пищевой кукурузы / Г. Е. Шмараев // ВИНТИ. – 1966. – С. 114 – 115.
143. Шмараев, Г. Е. Кукуруза: Филогения, классификация, селекция / Г. Е. Шмараев. – Москва: Колос, 1975. – 274 с.
144. Шмараев, Г. Е. Исходный материал кукурузы для селекции на устойчивость к вредителям / Г. Е. Шмараев // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1987. Т. 105. – С. 11 - 15.
145. Шмараев, Г. Е. Генофонд и селекция кукурузы: Теоретические основы селекции / Г. Е. Шмараев. – Т. IV. – СПб.: ВИР, 1999. – 390 с.
146. Шмараев, Г. Е. Оценка образцов кукурузы на засухоустойчивость и отзывчивость на орошение / Г. Е. Шмараев, Н. В. Лейзерсон // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1971. Т. 44, вып. 2. – С. 203 - 209.
147. Шмараев, Г. Е. Устойчивость линий кукурузы к пузырчатой головне / Г. Е. Шмараев, Л. С. Мельник // Тез. Докл. Всесоюз. Конф. «Устойчивость растений к болезням». – 1981. – С. 213 – 224.
148. Шмараев, Г. Е. Экзотические расы кукурузы Латинской Америки и их использование в селекции / Г. Е. Шмараев, П. С. Тараканов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1980. Т. 69, вып. 1. – С. 8 - 14.

149. Шмараев, Г. Е. Генетика количественных и качественных признаков у кукурузы / Г. Е. Шмараев, О. М. Шалыгина // Тез. докл. конф. по ген. раст. – 1989. Т. 2. – С. 127 - 136.
150. Щелокова, З. И. Использование избирательности оплодотворения в гибридизации кукурузы: Вопросы методики селекции пшеницы и кукурузы / З. И. Щелокова. – Харьков, 1957. – 215с.
151. Югенхеймер, Р. У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование / Р. У. Югенхеймер. – М.: Колос, 1979. – 519с.
152. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1989. – 693 с.
153. Яковлева, Н. П. О некоторых особенностях пузырчатой головни кукурузы / Н. П. Яковлева // Докл. ТСХА. – 1959. Вып. 41. – С. 44 – 49.
154. Bertolini, M. Selezione ricorrente in una varieta sintetica di mais (*Zea mais* L.) a base genetica stretta / M. Bertolini, G.V. Brandolini, C. Lorenzoni // Riv. Agron. – 1989. – V. 23. - № 3. – P. 249 – 254.
155. Brooking, I. R. Maize ear moisture during grain-filing, and its relation to physiological maturity and grain-filling / I. R. Brooking // Field Crops Res. 1990. – P. 55-68.
156. Bruce, A. B. The Mendelian theory of heredity and the augmentation of vigour / A. B. Bruce // Science. 1910. – P. 627 – 628.
157. Butron, A. Recurrent selection for corn earworm resistance in three corn synthetics / A. Butron, N.W. Widstrom, M.E. Snook, B.R. Wiseman // Maydica. - 2000. – V. 45. – №4. – P. 295 - 300.
158. Coors, J. G. Twelve cycles of mass selection for prolificacy in maize. Direct and correlated responses / J. G. Coors, M. C. Mardones // Crop Sci. – 1989. – V. 29. – № 2. – P. 262 - 266.
159. Creech, J. L. Plant germplasm — now and for tomorrow / J. L. Creech, L. P. Reitz. – Adv. Agron 23. 1971. – 233p.

160. Cross, H. Z. Interrelationships among plant height, number of leaves, and flowering dates in maize / H. Z. Cross, M. S. Zuber // *Agron.* 65. – 1973. – P. 71-74.
161. Cross, H. Z. Evolution of field dry-down rates in early maize / H. Z. Cross, K. M. Kabir // *Crop. Sci.* –1989. V. 29. – №1. – P. 54-58.
162. Dicke, F. F. Breeding for resistance to European corn borer / F. F. Dicke // *Proc. 9th Corn Res. Conf.* – 1954. – P. 44 – 53.
163. Dicke, F. F. Built – in resistance helps corn fight borers / L. H. Penny // *Crop and Soils.* – 1952. – P. 9 - 11.
164. Dudley, J. W. Genetic improvement of modified protein maize / J. W. Dudley, D. E. Alexander, R. J. Lambert // *Proc. of CIMMYT.* – 1975. – P. 120 – 135.
165. Dudley, J.W. Evaluation of maize populations as sources of favorable alleles / J.W. Dudley // *Crop Sci.* – 1988. V. 28. – № 3. – P. 486 - 491.
166. Duvic, D. N. Genetic contribution to advance in yield of U.S. maize / D.N. Duvic // *Mayadica.* – 1992. V. 37 – № 1. – P. 69 - 80.
167. East, E. M. Heterosis / E. M. East // *Genetics.* – 1936. – P. 375 – 397.
168. Edwards, J. W. Quantitative genetics of inbreeding in a synthetic maize population / J. W. Edwards, K. R. Lamkey // *Crop Sci.* – 2002. V. 42. – № 4. – P. 109 - 110.
169. Fakorede, M. A. / M. A. Fakorede // *Mayadica.* – 1979. V. 24. – N. 3. – P. 181 – 192.
170. Goomber, T. S. Corn plants / T. S. Goomber, J. Res. // *Crop Sci.* – 1973. V. 10/ – N 4. P. 388 – 393.
171. Gustafsson, A. Mutations in agricultural plants / A. Gustafsson // *Hereditas.* – 1947. P. 89 -100.
172. Hall, D. M. The relationship between certain morphological characters and lodging in corn / D. M. Hall. – 1934. – 333p.
173. Hallauer, A. R. Potential of exotic germplasm for maize improvement / A. R. Hallauer // *Maize breeding and genetics.* – 1978. – P. 73 – 82.

174. Hallauer, A. R. Corn breeding / A.R. Hallauer, W.A. Russell, K.R. Lamkey // Corn and corn improvement. – 3-rd end. – Agron. Monogr. – 1988. – P. 463-564.
175. Harvver, J. Impacts on Canadian agriculture of the convention on Biological Diversity / J. Harvver, L. Bryan, B. Fraleigh // Plant Sci. – 1995. – №1.– P.17-21.
176. Hayes, H. K. Development of the Heterosis concept / H. K. Hayes // Iowa State Col. Press. – 1952. – P. 84 – 92.
177. Helms, T. C. Genetic drift and selection evaluated from recurrent selection programs in maize / T.C. Helms, A.R. Hallauer, O.S. Smith // Crop Sci. – 1989. V. 29. – № 4. – P. 602 - 607.
178. Hooker, A. L. Genetics of disease resistance in maize / A. L. Hooker // Maize breeding and genetics. – 1978. – P. 319 - 332.
179. Hull, F. H. Recurrent selection and overdominance / F. H. Hull // Heterosis. Iowa State Col. Press, Ames. – 1952. – P. 88 – 94.
180. Hunter, R. B. Effect of cytoplasmic source on the performance of double cross hybrids in maize / R. B. Hunter, E. E. Gamble // Crop Sci. – 1968. – P. 278 - 280.
181. Hunter, R. B. Inbred performance following tassel and leaf removal / R. B. Hunter, C. G. Mortimore, L. W. Kannenburg // Agron. J. – 1973. – P. 471 - 472,
182. Jones, D. F. Dominance of linked factors as a means of accounting for heterosis / D. F. Jones // Genetics. – 1917. – P. 466 - 479.
183. Jones, D. F. Double-crossed Burr - Leaming seed / D. F. Jones // Con. Agr. – 1927. – P. 100 - 108.
184. Jugenheimer, R. W. Breeding for extremes in lodging resistance in corn by reciprocal recurrent selection / R. W. Jugenheimer, P. S. Bhatnagar // Eucarpia. – 1962. – P. 56 - 60.
185. Kumar, S. // Madras Arg. J. 1974. V. 61. N5. – P. 111 – 117.
186. Lamkey, K. R. Fifty years of recurrent selection in the Iowa Stiff Stalk Synthetic maize population / K.R. Lamkey // Maydica. – 1992. – № 37. – P. 19 - 28.

187. Luchsinger, L. A. / L. A. Luchsinger, M. A. Violic, B. R. Barnier // *Agric. Tecn.* – 1971. V. 31, – N 3. P. 144 – 150.
188. Malvar, R.A. Performance of crosses among French and Spanish maize populations across environments / R.A. Malvar, P. Revilla, A. Burton, B. Gouesnard, A. Boyat, P. Soengas, A. Alvarez, A. Ordas // *Crop Sci.* – 2005. V. 45 – № 6. – P. 1052 - 1057.
189. Mertz, E. T. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm / E. T. Mertz, L. S. Bates, O. E. Nelson // *Science.* – 1964. – P. 270 - 280.
190. Messmer, M.M. Relationships among early European maize inbreds: Comparison of pedigree and RFLP data / M.M. Messmer, A.E. Melchinder, R.G. Herrmann, J. Boppenmaier // *Crop Sci.* – 1993.– P. 944-950.
191. Miranda L. T. Genetics of insect resistance and super – genes // *MNL.* – 1982. – P. 30 – 32.
192. Misevic, D. Population cross diallel among high oil populations of maize / D. Misevic, A. Maric, D. E. Alexander, J. Dumanovic, S. Ratkovic // *Crop science.* – 1989. – №3. – P. 613 – 617.
193. Motto, M. / M. Motto, L. Corino // *Maydica.* 1972. V. 17. – N 1. – P. 3 – 30.
194. Nelson, O. E. Genetic modification of protein quality in plants / O. E. Nelson // *Adv. Agron.* – 1969. – P. 171 - 194.
195. Nevado, M. E. Combining ability related to reduced gene flow among maturity groups within maize populations / M.E. Nevado, H.Z. Cross, K.M. Johnson // *Crop science.* – 1989. Vol.29. – №4. – P. 928 – 932.
196. Patch, L. H. Survival weight and location of European corn borer feeding on resistant and susceptible field corn / L. H. Patch // *J. Agr. Res.* – 1943. – P. 7 – 19.
197. Piovarci, A. Genetic in science / A. Piovarci // *Genet. a slechteni.* – 1975. – P. 3 - 8.

198. Russell, W.A. Improvement of maize populations for sources of inbred lines / W.A. Russell // Meeting of Eucarpia Maize and Sorghum Section. – 1973. – P. 34 – 49.
199. Russell, W.A. Evaluation of a modified reciprocal recurrent selection procedure for maize improvement / W.A. Russell, D.J. Blackburn, K.R. Lamkey // Maydica. – 1992. V. 37. – № 1. – P. 61 - 68.
200. Saint, S. World list of germplasm collections — maize. Plant Genet. Resources News Let. – 1972. – P. 22 - 33
201. Sanghi, A. K. Corn breeding / A. K. Sanghi, K. N. Agarwal, M. I. Qadri // Indian J. Genet. Plant Breed. – 1982. V. 42. – N 3. – P. 360 - 363.
202. Schuster, W. / W. Schuster, Z. Cernjul, U. Posselt // Theor. Appl. Genet. – 1979 V. 55. – N 1. – P. 35-47.
203. Selamani, A. Daytime chlorophyll fluorescence measurement in field – growth maize and its genetic variability under well-watered and water-stressed conditions /A. Selamani C.E. Wassom // Field Crops Res. – 1993. – P. 173-184.
204. Shands, H. L. The US Nationale Plant Germplasm System / H. L. Shands // Can. J. Plant Sc. – 1995. – № 1. – P. 9 -15.
205. Shull, G. H. Beginning of the heterosis concept / G. H. Shull // Heterosis. Iowa State Col. Press, Ames. – 1952. – P. 81 – 89.
206. Singh, B., Singh J. / B. Singh // Indian J. Genet. Plant Breed. – 1980. V 40. – N 1. – P 157 - 165.
207. Sprague, G. F. Genetic vulnerability in corn and sorghum / G. F. Sprague // 26 Annual Corn and Sorghum Research conference. – 1971. – P. 96-104.
208. Sprague, G. F. Corn and corn improvement. – 3-rd end. / G. F. Sprague, J.W. Dudley // – Agron. Monogr. – 1988. – P. 463-564.
209. Sprague, G. F. / G. F. Sprague, L. A. Tatum // J. Amer. Soc. Agron. – 1942. V. 34. – N 10. – P. 923-932.
210. Taba, S. Conservation and use of maize genetic resources at CIMMYT / S. Taba // Maydica. – 1990. – №2. – P. 183-186.

211. Troyer, A. F. The effects of diplodia stalk rot on some agronomic characteristics of several corn inbreds and hybrids / A. F. Troyer. – Univ. III. M. S. Thesis, 1956. – 412p.
212. Troyer, A. F. Background of U. S. hybrid corn / A.F. Troyer // Crop Sci. – 1999. – P. 601-625.
213. Troyer, A. F. Temperature corn – background, behavior and breeding / A.F. Troyer // Speciality corn. Second edition. CBS Press. – 2000. – P. 393 - 466.
214. Wellhausen, E. J. Heterosis in a new population / E. J. Wellhausen // Heterosis. Iowa State Col. Press. – 1952. – P. 99 – 108.
215. Williams, W. A. Canopy architecture at various population densities and the growth and grain yield of corn / W. A. Williams, R. S. Loomis, W. G. Duncan // Crop Sci. – 1968. – P. 303 - 308.

Приложения

Приложение 1 - Морфология новых самоопыленных линий кукурузы (2012 г.)

Название линии	Высота растений, см	Высота при-крепления початка, см	Количество листьев, шт.	Количество дней от всходов до цветения, дн.
Ex001	160,1	46,1	16,5	53,1
Ex002	138,2	49,5	17,1	53,0
Ex003	174,4	63,2	18,2	55,0
Ex004	161,0	50,3	17,1	55,0
Ex005	186,3	65,7	17,2	54,0
Ex006	178,1	67,1	17,2	54,1
Ex007	158,5	50,2	18,2	53,1
Ex008	137,6	46,4	17,1	55,2
Ex009	169,4	59,1	18,8	52,0
Ex0010	156,2	59,5	18,0	55,0
Ex0011	169,1	54,1	16,2	53,0
Ex0012	161,7	59,4	16,1	55,0
Ex0013	168,4	62,2	18,0	53,2
Ex0014	178,2	70,0	16,0	56,1
Ex0015	169,4	57,0	18,1	55,0
Ex0016	171,4	65,2	17,6	55,1
Ex0017	171,2	66,3	18,1	55,1
Ex0018	148,1	54,1	17,3	54,1
Ex0019	136,0	45,0	16,4	53,2
Ex0020	166,3	67,2	18,2	54,0
Ex0021	170,1	62,1	18,1	53,0
Ex0022	164,3	58,3	16,4	53,1
Ex0023	167,2	65,1	16,0	55,1
Среднее	163,5	58,4	17,3	54,1

Приложение 2 - Морфология новых самоопыленных линий кукурузы (2013 г.)

Название линии	Высота растений, см	Высота при-крепления початка, см	Количество листьев, шт.	Количество дней от всходов до цветения, дн.
Ex001	161,1	51,1	16,1	55,0
Ex002	139,5	57,2	17,2	55,1
Ex003	188,1	73,1	18,1	57,2
Ex004	164,0	58,5	17,1	56,0
Ex005	194,0	76,0	17,2	55,0
Ex006	179,4	76,0	17,1	55,1
Ex007	166,3	61,0	17,2	55,1
Ex008	150,5	54,3	17,1	57,2
Ex009	176,2	65,5	18,4	55,0
Ex0010	163,4	60,4	16,1	56,1
Ex0011	174,1	54,2	16,2	56,2
Ex0012	167,2	61,3	16,1	58,0
Ex0013	175,3	69,1	16,0	58,0
Ex0014	180,2	72,2	18,0	56,1
Ex0015	177,8	58,2	17,2	57,2

Продолжение приложения 2				
Ex0016	180,4	69,1	18,1	56,0
Ex0017	177,4	70,2	17,3	56,1
Ex0018	159,6	60,1	16,0	56,1
Ex0019	146,1	50,0	18,2	57,0
Ex0020	171,2	70,3	18,1	56,0
Ex0021	177,4	71,2	18,1	55,0
Ex0022	172,1	63,1	16,2	56,1
Ex0023	175,3	72,2	16,1	57,0
Среднее	170,3	64,1	17,1	56,2

Приложение 3 - Морфология новых самоопыленных линий кукурузы (2014 г.)

Название линии	Высота растений, см	Высота при-крепления початка, см	Количество листьев, шт.	Количество дней от всходов до цветения, дн.
Ex001	163,1	52,5	16,0	56,0
Ex002	142,0	57,2	17,2	56,0
Ex003	195,5	74,2	18,0	58,5
Ex004	165,4	59,4	17,3	57,2
Ex005	195,2	77,0	17,5	56,1
Ex006	179,3	77,0	17,4	56,1
Ex007	168,4	61,3	17,9	56,2
Ex008	151,2	55,4	17,5	58,0
Ex009	178,1	67,1	18,0	56,0
Ex0010	165,2	62,2	18,0	57,5
Ex0011	176,4	55,4	16,1	57,4
Ex0012	170,4	61,2	16,2	60,0
Ex0013	177,2	70,4	17,8	60,0
Ex0014	184,1	73,3	16,1	57,6
Ex0015	179,3	59,1	18,0	58,4
Ex0016	184,1	70,4	17,2	57,7
Ex0017	179,1	71,2	17,8	57,0
Ex0018	161,4	61,1	17,5	57,1
Ex0019	151,2	51,5	16,0	58,8
Ex0020	173,3	72,1	17,9	57,4
Ex0021	178,2	72,2	18,0	56,6
Ex0022	172,1	65,2	16,5	57,3
Ex0023	176,3	73,3	16,2	58,4
Среднее	172,5	65,2	17,2	57,4

**Приложение 4 - Морфология новых самоопыленных линий кукурузы
(среднее 2012-2014 гг.)**

Название линии	Высота растений, см	Высота при-крепления початка, см	Количество листьев, шт.	Количество дней от всходов до цветения, дн.
Ex001	161,1	49,3	16,0	54,7
Ex002	139,7	53,8	17,0	54,7
Ex003	185,5	69,5	18,0	56,7
Ex004	163,0	55,5	17,0	56,0
Ex005	191,7	72,7	17,0	55,0
Ex006	178,6	73,0	17,0	55,0
Ex007	164,0	57,0	17,7	54,7
Ex008	145,8	51,5	17,0	56,7
Ex009	174,2	63,3	18,0	55,0
Ex0010	161,1	60,2	17,3	56,0
Ex0011	173,0	54,2	16,0	55,3
Ex0012	165,7	60,2	16,0	57,7
Ex0013	173,4	66,7	17,3	57,0
Ex0014	180,5	71,7	16,7	56,3
Ex0015	174,8	57,8	17,7	56,7
Ex0016	178,1	67,8	17,3	56,0
Ex0017	175,6	68,7	17,7	56,0
Ex0018	156,0	58,3	16,7	55,7
Ex0019	144,4	49,0	16,7	56,0
Ex0020	169,9	69,5	18,0	55,7
Ex0021	175,0	68,3	18,0	54,7
Ex0022	169,1	61,8	16,0	55,3
Ex0023	172,3	69,8	16,0	56,7
Среднее	168,3	62,1	17,4	55,8

Приложение 5 – Результаты биометрического анализа початков, новых самоопыленных линий кукурузы (среднее 2012-2014гг.)

Название линии	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Количество рядков, шт.	Кол. зерен в ряду, шт.
Ex001	12,8	4,8	13,6	32,6
Ex002	14,8	3,6	13,8	36,1
Ex003	12,9	4,6	13,8	33,8
Ex004	12,1	3,5	12,0	27,9
Ex005	14,1	4,8	16,0	37,0
Ex006	15,2	4,9	16,0	38,9
Ex007	14,9	5,0	15,5	33,9
Ex008	12,1	3,3	12,0	31,1
Ex009	12,7	4,8	14,2	30,6
Ex0010	13,4	3,6	16,0	30,0
Ex0011	14,1	5,0	16,0	35,6
Ex0012	14,4	4,9	16,0	36,4
Ex0013	13,6	4,1	13,4	34,2

Продолжение приложения 5				
Ex0014	12,2	4,5	15,0	30,0
Ex0015	13,2	3,9	13,4	35,6
Ex0016	13,5	3,8	13,6	34,3
Ex0017	12,7	3,9	13,8	30,2
Ex0018	14,1	4,3	14,2	36,2
Ex0019	14,4	4,2	13,2	38,9
Ex0020	14,2	4,7	16,0	35,7
Ex0021	13,8	4,0	14,4	34,0
Ex0022	14	5,0	16,0	36,2
Ex0023	13,2	4,8	16,0	35,0
CV,%	6,6	12,7	9,2	8,7
$\bar{X}_{cp} \pm S_{\bar{X}_{cp}}$	13,6 $\pm$ 0,2	4,4 $\pm$ 0,1	14,5 $\pm$ 0,3	34,1 $\pm$ 0,6
Xmin	12,1	3,3	12,0	27,9
Xmax	15,2	5,0	16,0	38,9
Std.Dev.	0,9	0,6	1,3	2,9

Приложение 6 - Характеристика самоопыленных линий кукурузы по основным структурным элементам продуктивности (среднее 2012-2014 г.)

Линия	Масса початка, гр.	Вес зерна с початка, гр.	Выход зерна с початка, %	Масса 1000 зерен, г
Ex001	91,8	76,8	83,7	340,6
Ex002	91,1	62,3	68,4	276,2
Ex003	90,7	76,7	84,6	289,4
Ex004	105,9	81,9	77,3	280,4
Ex005	118,8	101,1	85,1	338,5
Ex006	129,1	110,7	85,7	300,0
Ex007	119,1	96,4	80,9	295,5
Ex008	99,4	79,1	79,6	251,7
Ex009	107,3	93,5	87,1	293,2
Ex0010	105,2	89,7	85,3	282,0
Ex0011	126,7	108,2	85,4	269,0
Ex0012	110,9	92,8	83,7	271,8
Ex0013	99,4	79,7	80,2	268,4
Ex0014	100,3	82,1	81,9	273,3
Ex0015	99,5	79,9	80,3	317,8
Ex0016	101,5	83,2	82,0	327,6
Ex0017	108,1	92,1	85,2	258,2
Ex0018	109,1	94,6	86,7	293,2
Ex0019	106,9	82,7	77,4	336,0
Ex0020	115,7	97,7	84,4	286,1
Ex0021	104,9	84,4	80,5	306,9
Ex0022	116,5	95,1	81,6	255,2
Ex0023	118,6	101,3	85,4	277,8
$\bar{X}_{cp}$	107,7	88,8	82,3	290,8
HCP ₀₅	8,1	7,8	2,7	17,4
Xmin	90,7	62,3	68,3	251,7
Xmax	129,1	110,7	87,1	340,6
CV,%	9,9	12,8	5,0	9,1

Приложение 7 – Результаты изучения новых самоопыленных линий кукурузы по
основным хозяйственно ценным признакам (среднее 2012-2014гг.)

Линия	Урожайность зерна, т/га.				Уборочная влажность зерна, %			
	2012 год	2013 год	2014 год	Среднее	2012 год	2013 год	2014 год	Среднее
Ex001	2,52	2,62	2,84	2,66	16,3	17,7	16,2	16,7
Ex002	2,11	2,22	2,40	2,24	16,9	18,4	16,6	17,3
Ex003	2,21	2,45	2,84	2,50	16,1	16,6	15,8	16,2
Ex004	1,94	2,23	2,50	2,22	17,1	19,1	16,1	17,4
Ex005	2,81	2,86	3,10	2,92	16,6	18,2	16,5	17,1
Ex006	2,89	2,96	3,73	3,19	16,6	17,2	15,7	16,5
Ex007	2,62	2,89	3,32	2,94	16,1	16,4	15,9	16,1
Ex008	1,59	1,81	2,05	1,82	15,6	15,6	16,2	15,8
Ex009	2,11	2,43	2,83	2,46	16,6	17,2	15,6	16,5
Ex0010	1,97	2,13	2,58	2,23	15,6	16,7	16,2	16,2
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
Ex0013	2,10	2,19	2,44	2,24	16,5	17,3	16,2	16,7
Ex0014	1,98	2,21	2,50	2,23	15,6	16,9	15,9	16,1
Ex0015	1,89	1,96	2,35	2,07	16,8	17,7	16,8	17,1
Ex0016	1,76	1,97	2,26	2,00	18,2	19,2	17,1	18,2
Ex0017	2,14	2,67	2,80	2,54	15,4	16,7	15,9	16,0
Ex0018	2,41	2,54	2,88	2,61	16,2	17,5	16,4	16,7
Ex0019	2,24	2,45	2,78	2,49	18,1	20,5	17,8	18,8
Ex0020	2,77	2,79	3,19	2,92	15,8	16,2	16,1	16,0
Ex0021	1,76	2,10	2,27	2,04	17,4	19,1	17,2	17,9
Ex0022	2,54	2,71	3,00	2,75	15,2	15,7	15,4	15,4
Ex0023	2,79	2,91	3,31	3,00	16,5	17,4	16,2	16,7
Xcp	2,31	2,49	2,81	2,54	16,5	17,6	16,3	16,8
HCP ₀₅	0,41	0,36	0,44	0,40	1,18	1,75	0,83	1,19
Xmin	1,6	1,8	2,1	1,8	15,2	15,6	15,4	14,4
Xmax	3,2	3,4	3,7	3,5	18,2	20,5	17,8	17,8
CV,%	18,7	16,1	16,0	16,6	5,8	7,5	3,6	5,4

**Приложение 8 - Результаты изучения самоопыленных линий кукурузы на жаро-
устойчивость (2014 г.)**

Группа жаростойкости	Интервал прорастания, %	Линия
Высокая	70 - 100	Ех001, КрЕх003, Ех006, Ех007, Ех0011, Ех0012, Ех0017, Ех0023
Средняя	25 - 69	Ех002, Ех004, Ех005, Ех008, Ех009, Ех0010, Ех0013, Ех0014, Ех0015, Ех0016, Ех0018, Ех0019, Ех0020, Ех0021, Ех0022.
Низкая	9 - 24	-

**Приложение 9 - Результаты дисперсионного анализа гибридов кукурузы по при-
знаку «урожайность зерна» (2012 г.)**

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (ms)	F-крит	F-теор
Общая	206,00	142,05	-	-	-
Повторностей	2,00	0,23	0,11	0,59	3,10
Вариантов	68,00	115,70	1,70	8,86	1,45
Остаточная	136	26,12	0,19	-	-

**Приложение 10 - Результаты дисперсионного анализа гибридов кукурузы по при-
знаку «урожайность зерна» (2013 г.)**

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (ms)	F-крит	F-теор
Общая	206,00	299,55	-	-	-
Повторностей	2,00	0,13	0,06	0,37	3,10
Вариантов	68,00	275,80	4,06	23,34	1,45
Остаточная	136	23,63	0,17	-	-

**Приложение 11 - Результаты дисперсионного анализа гибридов кукурузы по при-
знаку «урожайность зерна» (2014 г.)**

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (ms)	F-крит	F-теор
Общая	206,00	237,18	-	-	-
Повторностей	2,00	4,48	2,24	9,87	3,10
Вариантов	68,00	201,86	2,97	13,09	1,45
Остаточная	136	30,85	0,23	-	-

Приложение 12 - Результаты дисперсионного анализа комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2012г.)

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (ms)	F-крит	F-теор
ОКС линий	22,00	14,24	0,65	10,11	1,66
ОКС тестеров	2,00	1,86	0,93	14,53	3,10
СКС	44,00	22,47	0,51	7,98	1,51
Остаточная	136,00	8,71	0,06	-	-

Приложение 13 - Результаты дисперсионного анализа комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2013г.)

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (ms)	F-крит	F-теор
ОКС линий	22,00	16,59	0,75	13,02	1,66
ОКС тестеров	2,00	51,53	25,76	444,88	3,10
СКС	44,00	23,81	0,54	9,34	1,51
Остаточная	136,00	7,88	0,06	-	-

Приложение 14 - Результаты дисперсионного анализа комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2014г.)

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (ms)	F-крит	F-теор
ОКС линий	22,00	24,65	1,12	14,82	1,66
ОКС тестеров	2,00	21,20	10,60	140,22	3,10
СКС	44,00	21,44	0,49	6,44	1,51
Остаточная	136,00	10,28	0,08		

Приложение 15 – Эффекты СКС самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2012 г.)

Родительские формы	Константы СКС (Sij)			Вариансы СКС ($\sigma^2 S_i$)
	Кр 627	Кр 640/3	Кр 73	
Ех001	-0,80	0,33	0,47	0,45
Ех002	0,01	-0,39	0,39	0,12
Ех003	-0,53	0,47	0,06	0,22
Ех004	0,34	-0,59	0,25	0,23
Ех005	0,57	-0,79	0,22	0,47
Ех006	0,81	-0,59	-0,23	0,50
Ех007	0,15	-0,30	0,15	0,04
Ех008	0,04	0,39	-0,42	0,13
Ех009	0,17	0,32	-0,49	0,16

Продолжение приложения 15				
Ех0010	0,98	-0,47	-0,51	0,68
Ех0011	-0,25	0,04	0,21	0,02
Ех0012	-0,26	0,33	-0,07	0,06
Ех0013	-0,62	0,50	0,12	0,29
Ех0014	0,77	0,13	-0,89	0,67
Ех0015	-0,95	0,19	0,75	0,72
Ех0016	0,25	-1,16	0,92	1,09
Ех0017	-0,74	-0,29	1,03	0,81
Ех0018	-0,99	0,54	0,45	0,70
Ех0019	0,39	0,08	-0,47	0,16
Ех0020	0,12	1,30	-1,42	1,84
Ех0021	-0,27	0,57	-0,30	0,21
Ех0022	-0,09	-0,47	0,56	0,24
Ех0023	0,92	-0,15	-0,77	0,70
Средняя	-	-	-	0,46
НСР ₀₅	0,55			

Приложение 16 – Эффекты СКС самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2013 г.)

Родительские формы	Константы СКС (S_{ij})			Вариансы СКС ($\sigma^2 S_i$)
	Кр 627	Кр 640/3	Кр 73	
Ех001	-0,16	0,59	-0,43	0,25
Ех002	0,22	-0,22	0,00	0,02
Ех003	0,28	-0,01	-0,27	0,05
Ех004	-0,92	0,31	0,60	0,62
Ех005	-0,03	0,01	0,02	-0,03
Ех006	0,61	-0,49	-0,13	0,29
Ех007	0,75	-0,36	-0,39	0,39
Ех008	-0,17	-0,21	0,38	0,08
Ех009	0,72	0,39	-1,10	0,91
Ех0010	0,24	0,05	-0,29	0,04
Ех0011	0,10	-0,10	0,00	-0,02
Ех0012	-0,01	0,13	-0,12	-0,01
Ех0013	0,11	-0,21	0,11	0,01
Ех0014	0,40	-0,02	-0,37	0,12
Ех0015	-0,17	0,52	-0,35	0,19
Ех0016	-0,62	1,12	-0,50	0,91
Ех0017	0,17	-0,70	0,53	0,34
Ех0018	0,37	-0,18	-0,20	0,07
Ех0019	-0,01	-0,08	0,09	-0,02
Ех0020	0,28	-0,21	-0,06	0,03

Продолжение приложения 15				
Ех0021	-0,63	-0,27	0,90	0,61
Ех0022	1,01	-1,44	0,42	1,60
Ех0023	-2,53	1,35	1,18	4,78
Средняя	-	-	-	0,49
НСР ₀₅	0,52			-

Приложение 17 – Эффекты СКС самоопыленных линий кукурузы по признаку
«урожайность зерна» (2014 г.)

Родительские формы	Константы СКС (S _{ij})			Вариансы СКС (σ ² S _i)
	Кр 627	Кр 640/3	Кр 73	
Ех001	0,66	-0,79	0,13	0,50
Ех002	0,38	-0,34	-0,04	0,09
Ех003	1,01	-0,46	-0,55	0,74
Ех004	0,31	-0,02	-0,29	0,05
Ех005	-0,06	-0,01	0,07	-0,03
Ех006	-0,33	0,22	0,11	0,05
Ех007	0,54	-0,05	-0,48	0,22
Ех008	-0,37	0,40	-0,04	0,11
Ех009	-0,76	0,46	0,30	0,40
Ех0010	0,76	0,08	-0,84	0,61
Ех0011	0,46	-1,34	0,88	1,34
Ех0012	-0,52	0,18	0,34	0,17
Ех0013	0,14	-0,17	0,03	-0,01
Ех0014	1,13	0,11	-1,24	1,37
Ех0015	-0,62	0,49	0,13	0,29
Ех0016	-0,03	0,51	-0,48	0,21
Ех0017	-0,10	-0,78	0,88	0,65
Ех0018	-0,94	0,72	0,22	0,70
Ех0019	-0,23	0,02	0,21	0,01
Ех0020	-0,29	-0,53	0,82	0,48
Ех0021	-0,33	0,28	0,05	0,06
Ех0022	-0,92	1,13	-0,21	1,04
Ех0023	-0,85	-0,13	0,98	0,82
Средняя	-	-	-	0,43
НСР ₀₅	0,61			-

Приложение 18 – Характеристика самоопыленных линий кукурузы на стерильную цитоплазму (2013г.)

Линия	2013 г.		Линия	2013 г.	
	Тип ЦМС			Тип ЦМС	
	М	С		М	С
Ех004	В	В	Ех0014	В	П/В
Ех005	З	З	Ех0015	З	В
Ех006	П/В	В	Ех0016	П/В	В
Ех007	В	В	Ех0018	В	В
Ех009	З	П/В	Ех0020	З	П/В
Ех0010	В	В	Ех0021	П/В	В
Ех0011	З	З	Ех0022	З	В
Ех0013	В	В	Ех0023	В	З

Приложение 19 - Результаты дисперсионного анализа значений конкурсного гетерозиса новых среднеспелых гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2012 г.)

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (mS)	F-расч	F-теор
Общая	209,00	51026,72	-	-	-
Повторений	2,00	32,07	-	-	-
Вариантов	69,00	43550,30	631,16	11,70	1,40
Ошибки	138,00	7444,35	53,94	-	-

Приложение 20 - Результаты дисперсионного анализа значений конкурсного гетерозиса новых среднеспелых гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2013 г.)

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (mS)	F-расч	F-теор
Общая	209,00	42566,60	-	-	-
Повторений	2,00	170,45	-	-	-
Вариантов	69,00	39012,00	565,39	23,06	1,40
Ошибки	138,00	3384,15	24,52	-	-

Приложение 21 - Результаты дисперсионного анализа значений конкурсного гетерозиса новых среднеспелых гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2014 г.)

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (mS)	F-расч	F-теор
Общая	209,00	28035,12	-	-	-
Повторений	2,00	370,18	-	-	-
Вариантов	69,00	23993,88	347,74	13,07	1,40
Ошибки	138,00	3671,05	26,60	-	-

Приложение 22 - Результаты дисперсионного анализа новых среднеспелых гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2012 г.)

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (mS)	F-расч	F-теор
Общая	209,00	144,29	-	-	-
Повторений	2,00	0,20	-	-	-
Вариантов	69,00	122,95	1,78	11,63	1,40
Ошибки	138,00	21,14	0,15	-	-

Приложение 23 - Результаты дисперсионного анализа новых среднеспелых гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2013 г.)

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (mS)	F-расч	F-теор
Общая	209,00	275,41	-	-	-
Повторений	2,00	0,23	-	-	-
Вариантов	69,00	253,16	3,67	23,00	1,40
Ошибки	138,00	22,02	0,16	-	-

Приложение 24 - Результаты дисперсионного анализа новых среднеспелых гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна» (2014 г.)

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (mS)	F-расч	F-теор
Общая	209,00	239,66	-	-	-
Повторений	2,00	4,65	-	-	-
Вариантов	69,00	204,09	2,96	13,20	1,40
Ошибки	138,00	30,92	0,22	-	-

Приложение 25 - Результаты дисперсионного анализа новых среднеспелых гибридов кукурузы по признаку «уборочная влажность зерна» (2012 г.)

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (mS)	F-расч	F-теор
Общая	209,00	301,78	-	-	-
Повторений	2,00	6,06	-	-	-
Вариантов	69,00	261,14	3,78	15,11	1,40
Ошибки	138,00	34,57	0,25	-	-

Приложение 26 - Результаты дисперсионного анализа новых среднеспелых гибридов кукурузы по признаку «уборочная влажность зерна» (2013 г.)

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (mS)	F-расч	F-теор
Общая	209,00	200,11	-	-	-
Повторений	2,00	2,45	-	-	-
Вариантов	69,00	177,77	2,58	17,88	1,40
Ошибки	138,00	19,88	0,14	-	-

Приложение 27 - Результаты дисперсионного анализа новых среднеспелых гибридов кукурузы по признаку «уборочная влажность зерна» (2014 г.)

Дисперсия	Степень свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (mS)	F-расч	F-теор
Общая	209,00	386,38	-	-	-
Повторений	2,00	3,52	-	-	-
Вариантов	69,00	363,05	5,26	36,67	1,40
Ошибки	138,00	19,80	0,14	-	-

Приложение 28 - Характеристика гибридов кукурузы с участием тестера Кр627 по основным хозяйственно-ценным признакам (2012 г.)

Гибрид	Высота растения, см	Высота при-крепления початка, см	Всходов - цветения 50% початков/полная спелость, дн.	Количество листьев на стебле, шт.
Краснодарский 385 МВ (ст.)	220,0	90,0	57,3/119,5	17,8
Ех001 × Кр627	205,6	83,8	57,4/118,3	17,2
Ех002 × Кр627	198,3	78,4	57,1/117,4	16,8
Ех003 × Кр627	200,0	95,0	58,0/119,3	18,2
Ех004 × Кр627	200,0	91,1	57,6/117,4	17,6
Ех005 × Кр627	208,9	94,4	56,9/116,2	17,4
Ех006 × Кр627	205	90,0	57,2/117,4	17,2
Ех007 × Кр627	207,7	96,1	57,1/119,2	16,8
Ех008 × Кр627	204,9	92,7	56,4/116,3	17,4
Ех009 × Кр627	213,0	92,4	57,7/117,4	18,2
Ех0010 × Кр627	190,0	80,0	58,1/119,4	18,1
Ех0011 × Кр627	177,1	73,3	58,0/119,0	18,1
Ех0012 × Кр627	191,2	82,9	57,1/116,9	17,6
Ех0013 × Кр627	201,2	99,6	56,9/117,2	17,5
Ех0014 × Кр627	195,0	85,0	56,2/120,2	18,2
Ех0015 × Кр627	195,6	89,3	58,0/119,2	17,6
Ех0016 × Кр627	196,6	85,6	57,0/117,0	17,4

Продолжение приложения 28				
Ех0017 × Кр627	199,3	100,0	57,3/118,1	16,9
Ех0018 × Кр627	188,5	82,0	56,8/116,2	17,2
Ех0019 × Кр627	195,2	77,8	57,4/115,8	17,5
Ех0020 × Кр627	209,5	107,2	57,1/117,4	18,1
Ех0021 × Кр627	215,0	106,2	58,0/118,4	17,6
Ех0022 × Кр627	211,7	90,0	58,1/119,2	17,5
Ех0023 × Кр627	190,0	90,0	58,4/122,2	17,5
Среднее	277,9	89,7	57,4/118,1	17,56

Приложение 29 - Характеристика гибридов кукурузы с участием тестера Кр640/3
по основным хозяйственно-ценным признакам (2012 г.)

Гибрид	Высота растения, см	Высота при-крепления початка, см	Всходов - цветения 50% початков/полная спелость, дн.	Количество листьев на стебле, шт.
Краснодарский 385 МВ (ст.)	220,0	90,0	57,3/119,5	17,8
Ех001 × Кр640/3	217,1	97,8	57,1/117,6	16,8
Ех002 × Кр640/3	215,0	95,5	57,4/118,4	17,4
Ех003 × Кр640/3	215,0	96,1	58,0/119,2	17,5
Ех004 × Кр640/3	205,0	81,8	56,9/116,2	17,6
Ех005 × Кр640/3	210,0	98,2	57,1/117,2	17,4
Ех006 × Кр640/3	222,0	93,9	56,8/116,4	18,1
Ех007 × Кр640/3	205,0	99,8	57,2/118,2	16,8
Ех008 × Кр640/3	213,4	101,1	56,9/116,2	17,4
Ех009 × Кр640/3	231,1	105,6	57,6/117,6	18,6
Ех0010 × Кр640/3	208,4	100,4	57,4/119,1	16,9
Ех0011 × Кр640/3	210,3	102,1	57,5/117,9	17,8
Ех0012 × Кр640/3	212,2	95,5	56,9/116,1	17,8
Ех0013 × Кр640/3	206,1	96,2	58,0/117,4	17,2
Ех0014 × Кр640/3	217,7	102,8	57,6/118,1	18,1
Ех0015 × Кр640/3	217,7	102,8	58,1/116,2	18,2
Ех0016 × Кр640/3	216,0	97,7	57,1/117,4	18,4
Ех0017 × Кр640/3	207,8	95,0	57,8/118,4	17,2
Ех0018 × Кр640/3	207,8	93,8	57,2/116,4	17,4
Ех0019 × Кр640/3	223,4	103,4	58,1/117,2	17,6
Ех0020 × Кр640/3	227,7	99,5	57,7/115,6	17,4
Ех0021 × Кр640/3	225,0	100,0	58,0/119,8	17,2
Ех0022 × Кр640/3	216,7	89,5	58,1/118,4	16,5
Ех0023 × Кр640/3	205,4	81,0	57,6/117,9	17,2
Среднее	214,8	96,6	57,5/113,4	17,5

**Приложение 30 - Характеристика гибридов кукурузы с участием тестера Кр73 по
основным хозяйственно-ценным признакам (2012 г.)**

Гибрид	Высота растения, см	Высота при- крепления по- чатка, см	Всходов - цветения 50% початков/полная спелость, дн.	Количество листьев на стебле, шт.
Краснодарский 385 МВ (ст.)	220,0	90,0	57,3/119,5	17,8
Ех001 × Кр73	194,9	73,8	57,4/118,3	16,8
Ех002 × Кр73	185,0	69,9	57,6/117,4	17,2
Ех003 × Кр73	203,2	71,1	56,9/116,5	17,5
Ех004 × Кр73	193,0	69,4	56,8/115,9	17,4
Ех005 × Кр73	205,5	76,7	57,1/117,6	18,2
Ех006 × Кр73	206,7	77,7	58,2/118,4	17,6
Ех007 × Кр73	202,8	74,4	58,1/117,2	17,5
Ех008 × Кр73	202,7	76,6	57,2/116,2	18,4
Ех009 × Кр73	191,6	71,6	57,1/115,9	17,4
Ех0010 × Кр73	192,9	76,1	57,2/116,7	17,6
Ех0011 × Кр73	196,0	70,5	56,9/117,2	18,2
Ех0012 × Кр73	199,2	69,4	57,6/118,4	17,3
Ех0013 × Кр73	194,0	73,3	58,1/119,2	18,1
Ех0014 × Кр73	185,0	66,2	58,0/118,0	17,2
Ех0015 × Кр73	187,4	67,8	57,4/119,2	16,8
Ех0016 × Кр73	192,7	65,1	58,1/118,4	16,8
Ех0017 × Кр73	195,0	80	56,2/118,0	17,0
Ех0018 × Кр73	195,4	85,4	57,4/118,2	18,4
Ех0019 × Кр73	184,0	58,4	56,8/117,0	17,6
Ех0020 × Кр73	192,8	73,9	57,4/118,2	17,5
Ех0021 × Кр73	206,1	83,4	58,1/119,4	17,6
Ех0022 × Кр73	199,8	65,6	57,6/117,4	18,2
Ех0023 × Кр73	184,6	66,7	56,9/116,1	17,4
Среднее	196,3	73,0	57,4/117,7	17,6

**Приложение 31 - Характеристика гибридов кукурузы с участием тестера Кр627 по
основным хозяйственно-ценным признакам (2013 г.)**

Гибрид	Высота растения, см	Высота при- крепления по- чатка, см	Всходов - цветения 50% початков/полная спелость, дн.	Количество листьев на стебле, шт.
Краснодарский 385 МВ (ст.)	245,0	100,0	59,2/120,5	18,2
Ех001 × Кр627	225,4	105,4	58,4/119,2	17,8
Ех002 × Кр627	220,5	109,2	57,9/118,4	18,2
Ех003 × Кр627	220,0	95,0	58,6/119,4	18,0
Ех004 × Кр627	235,6	94,3	57,9/118,6	17,5

Продолжение приложения 31				
Ex005 × Kp627	228,4	103,2	58,6/117,4	17,4
Ex006 × Kp627	225,0	105,0	59,4/121,4	18,1
Ex007 × Kp627	230,2	105,8	59,1/120,2	17,6
Ex008 × Kp627	220,4	100,3	59,0/119,4	17,4
Ex009 × Kp627	240,0	110,0	59,2/121,1	17,4
Ex0010 × Kp627	238,8	90,4	58,7/117,4	17,6
Ex0011 × Kp627	224,6	99,8	59,1/118,5	17,2
Ex0012 × Kp627	230,7	106,4	58,4/117,6	17,4
Ex0013 × Kp627	245,1	109,7	57,9/119,4	17,5
Ex0014 × Kp627	229,8	85,5	58,9/119,6	17,4
Ex0015 × Kp627	232,4	104,3	59,1/119,6	17,6
Ex0016 × Kp627	225,3	101,6	58,2/120,5	17,4
Ex0017 × Kp627	228,8	95,5	59,2/120,4	17,6
Ex0018 × Kp627	217,9	89,4	58,4/119,6	17,4
Ex0019 × Kp627	225,4	102,4	59,1/118,4	17,6
Ex0020 × Kp627	220,5	99,5	58,3/117,9	17,5
Ex0021 × Kp627	219,6	100,4	57,6/119,2	17,4
Ex0022 × Kp627	215,4	90,5	59,4/120,2	17,6
Ex0023 × Kp627	229,3	103,4	60,1/121,4	17,4
Среднее	228,1	100,3	58,7/119,4	17,6

Приложение 32 - Характеристика гибридов кукурузы с участием тестера Kp640/3
по основным хозяйственно-ценным признакам (2013 г.)

Гибрид	Высота растения, см	Высота при-крепления початка, см	Всходов - цветения 50% початков/полная спелость, дн.	Количество листьев на стебле, шт.
Краснодарский 385 МВ (ст.)	245,0	100,0	59,2/120,5	18,2
Ex001 × Kp640/3	244,2	105,4	58,4/119,4	18,1
Ex002 × Kp640/3	235,4	106,3	59,8/120,1	17,6
Ex003 × Kp640/3	228,3	101,1	60,1/121,4	18,2
Ex004 × Kp640/3	208,4	90,4	58,0/118,1	17,8
Ex005 × Kp640/3	222,2	106,2	58,5/119,1	18,2
Ex006 × Kp640/3	220,4	100,1	57,6/118,4	17,4
Ex007 × Kp640/3	215,6	93,2	58,5/120,1	17,2
Ex008 × Kp640/3	230,4	106,3	60,1/120,5	17,4
Ex009 × Kp640/3	235,0	110	59,3/122,1	17,6
Ex0010 × Kp640/3	245,5	111,4	58,4/119,2	17,4
Ex0011 × Kp640/3	240,4	110,5	59,8/119,1	17,6
Ex0012 × Kp640/3	250,4	115,6	58,9/117,6	17,4
Ex0013 × Kp640/3	232,1	108,4	59,2/119,4	18,2

Продолжение приложения 32				
Ех0014 × Кр640/3	216,2	91,2	58,7/117,4	18,1
Ех0015 × Кр640/3	218,3	90,3	58,4/118,5	18,0
Ех0016 × Кр640/3	210,4	85,6	57,9/116,4	18,0
Ех0017 × Кр640/3	225,5	104,2	58,7/117,4	17,6
Ех0018 × Кр640/3	236,2	108,3	59,8/118,4	17,4
Ех0019 × Кр640/3	241,2	111,6	57,9/120,1	17,5
Ех0020 × Кр640/3	240,3	110,8	58,4/119,2	17,6
Ех0021 × Кр640/3	220,2	102,4	59,3/118,7	17,2
Ех0022 × Кр640/3	215,6	97,6	57,9/117,6	18,0
Ех0023 × Кр640/3	226,4	99,9	58,8/118,4	17,4
Среднее	229,3	102,8	58,8	17,7

Приложение 33 - Характеристика гибридов кукурузы с участием тестера Кр73 по основным хозяйственно-ценным признакам (2013 г.)

Гибрид	Высота растения, см	Высота при-крепления початка, см	Всходов - цветения 50% початков/полная спелость, дн.	Количество листьев на стебле, шт.
Краснодарский 385 МВ (ст.)	245,0	100,0	59,2/120,5	18,2
Ех001 × Кр73	225,4	105,4	59,1/119,6	16,8
Ех002 × Кр73	238,2	103,2	58,9/118,4	17,2
Ех003 × Кр73	233,4	100,1	59,0/119,2	17,2
Ех004 × Кр73	230,8	100,5	59,2/120,1	18,2
Ех005 × Кр73	242,3	105,8	58,7/119,4	17,6
Ех006 × Кр73	250,1	110,5	57,9/117,1	17,4
Ех007 × Кр73	220,4	100,6	58,2/119,4	17,6
Ех008 × Кр73	224,8	102,4	59,3/120,1	18,2
Ех009 × Кр73	236,2	106,3	58,4/119,4	18,2
Ех0010 × Кр73	219,4	93,4	59,3/118,5	16,8
Ех0011 × Кр73	218,5	90,1	57,9/117,4	18,1
Ех0012 × Кр73	224,4	98,3	58,3/118,4	17,4
Ех0013 × Кр73	226,6	99,4	59,2/119,4	16,9
Ех0014 × Кр73	227,3	99,3	58,9/118,4	17,8
Ех0015 × Кр73	223,2	95,5	59,2/120,1	16,9
Ех0016 × Кр73	224,6	90,4	60,1/120,2	17,8
Ех0017 × Кр73	250,0	110,0	58,1/120,6	17,4
Ех0018 × Кр73	236,8	101,4	58,9/120,6	18,1
Ех0019 × Кр73	240,1	106,2	59,1/118,4	17,8
Ех0020 × Кр73	233,2	101,2	59,2/117,9	17,8
Ех0021 × Кр73	227,4	100,4	58,1/118,3	18,2
Ех0022 × Кр73	225,6	102,2	57,4/117,2	18,2
Ех0023 × Кр73	230,7	105,6	58,5/118,2	17,0
Среднее	231,4	101,2	58,7/119,0	17,6

Приложение 34 - Характеристика гибридов кукурузы с участием тестера Кр627 по основным хозяйственно-ценным признакам (2014 г.)

Гибрид	Высота растения, см	Высота при-крепления початка, см	Всходов - цветения 50% початков/полная спелость, дн.	Количество листьев на стебле, шт.
Краснодарский 385 МВ (ст.)	260,0	115,0	59,3/115,2	18,5
Ех001 × Кр627	245,6	110,6	58,3/117,2	17,6
Ех002 × Кр627	252,4	115,2	57,9/117,2	17,5
Ех003 × Кр627	262,4	117,3	58,1/118,1	17,5
Ех004 × Кр627	250,3	114,8	58,4/116,0	18,0
Ех005 × Кр627	245,6	113,2	57,2/114,3	17,9
Ех006 × Кр627	255,0	110,0	58,3/114,2	17,6
Ех007 × Кр627	245,0	105,0	58,4/113,5	18,1
Ех008 × Кр627	262,2	115,6	57,9/115,6	17,6
Ех009 × Кр627	246,2	110,2	58,1/116,1	17,5
Ех0010 × Кр627	270,0	120,0	58,3/116,4	17,4
Ех0011 × Кр627	256,3	115,3	57,6/115,8	17,6
Ех0012 × Кр627	260,2	115,6	58,3/116,2	17,4
Ех0013 × Кр627	260,1	110,2	57,4/114,2	17,5
Ех0014 × Кр627	260,0	115,0	59,1/118,2	18,2
Ех0015 × Кр627	245,3	111,2	59,0/117,8	17,8
Ех0016 × Кр627	240,4	112,4	57,4/116,2	18,2
Ех0017 × Кр627	236,2	115,6	58,2/116,2	18,0
Ех0018 × Кр627	252,2	114,8	57,4/114,3	18,0
Ех0019 × Кр627	263,1	116,2	58,2/115,4	18,1
Ех0020 × Кр627	250,2	117,3	59,1/117,2	17,6
Ех0021 × Кр627	248,3	115,6	58,1/118,4	17,6
Ех0022 × Кр627	245,6	114,2	57,4/116,2	17,4
Ех0023 × Кр627	246,6	115,3	57,6/115,8	17,2
Среднее	252,5	114,0	58,1/116,0	17,7

Приложение 35 - Характеристика гибридов кукурузы с участием тестера Кр640/3 по основным хозяйственно-ценным признакам (2014 г.)

Гибрид	Высота растения, см	Высота при-крепления початка, см	Всходов - цветения 50% початков/полная спелость, дн.	Количество листьев на стебле, шт.
Краснодарский 385 МВ (ст.)	260,0	115,0	59,3/115,2	18,5
Ех001 × Кр640/3	250,2	110,4	58,4/116,2	17,6
Ех002 × Кр640/3	255,4	112,5	57,6/115,8	17,4
Ех003 × Кр640/3	246,2	110,6	58,3/116,2	18,2
Ех004 × Кр640/3	245,3	110,2	58,4/117,2	18,2

Продолжение приложения 35				
Ех005 × Кр640/3	250,6	112,3	56,9/114,1	17,6
Ех006 × Кр640/3	260,3	115,2	58,4/116,1	17,2
Ех007 × Кр640/3	246,2	113,2	58,4/115,6	17,6
Ех008 × Кр640/3	248,4	110,6	57,9/116,2	17,4
Ех009 × Кр640/3	252,3	110,2	58,4/117,2	18,2
Ех0010 × Кр640/3	260,4	115,7	59,1/116,2	17,4
Ех0011 × Кр640/3	250,3	114,8	58,4/117,2	16,9
Ех0012 × Кр640/3	245,6	113,2	57,9/114,3	17,2
Ех0013 × Кр640/3	250,4	112,4	59,1/116,2	18,4
Ех0014 × Кр640/3	246,2	110,3	58,2/115,8	17,6
Ех0015 × Кр640/3	252,4	113,2	59,1/117,2	17,5
Ех0016 × Кр640/3	250,6	114,2	57,6/118,4	18,0
Ех0017 × Кр640/3	240,6	110,3	58,2/114,3	18,1
Ех0018 × Кр640/3	260,3	115,6	57,4/116,2	18,2
Ех0019 × Кр640/3	262,4	118,2	58,2/114,3	17,4
Ех0020 × Кр640/3	258,3	117,3	59,4/115,6	17,9
Ех0021 × Кр640/3	250,4	110,2	58,3/116,2	17,8
Ех0022 × Кр640/3	260,0	110,0	58,5/116,4	18,6
Ех0023 × Кр640/3	260,2	110,3	57,2/115,2	17,6
Среднее	525,6	112,7	58,3/115,9	17,7

Приложение 36 - Характеристика гибридов кукурузы с участием тестера Кр73 по основным хозяйственно-ценным признакам (2014 г.)

Гибрид	Высота растения, см	Высота при-крепления початка, см	Всходов - цветения 50% початков/полная спелость, дн.	Количество листьев на стебле, шт.
Краснодарский 385 МВ (ст.)	260,0	115,0	59,3/115,2	18,5
Ех001 × Кр73	248,3	110,2	58,4/116,2	16,8
Ех002 × Кр73	255,4	112,3	58,7/114,3	17,4
Ех003 × Кр73	250,8	111,6	57,4/115,8	17,5
Ех004 × Кр73	246,3	110,2	58,2/117,3	17,4
Ех005 × Кр73	245,4	106,3	57,9/113,2	17,4
Ех006 × Кр73	250,3	112,4	58,2/116,4	17,5
Ех007 × Кр73	260,4	115,5	57,4/117,4	17,9
Ех008 × Кр73	239,4	110,2	58,4/118,5	18,1
Ех009 × Кр73	240,5	112,4	57,9/116,2	18,1
Ех0010 × Кр73	245,6	113,6	58,2/114,6	17,4
Ех0011 × Кр73	240,7	115,2	58,1/115,2	17,4
Ех0012 × Кр73	250,3	110,6	57,6/114,6	17,5
Ех0013 × Кр73	260,4	115,6	58,1/117,1	17,6

Продолжение приложения 36				
Ex0014 × Kp73	245,3	114,3	57,4/115,3	18,0
Ex0015 × Kp73	236,2	111,1	58,4/116,6	18,0
Ex0016 × Kp73	242,4	112,4	59,2/116,6	18,1
Ex0017 × Kp73	265,0	115,0	57,6/113,8	17,4
Ex0018 × Kp73	258,3	113,2	57,9/114,2	18,1
Ex0019 × Kp73	245,4	112,4	58,3/116,2	18,1
Ex0020 × Kp73	240,3	111,6	57,2/115,3	17,8
Ex0021 × Kp73	236,2	114,3	58,2/117,2	18,1
Ex0022 × Kp73	252,4	115,6	58,3/115,1	17,9
Ex0023 × Kp73	255,6	116,7	57,9/114,1	17,5
Среднее	248,8	112,8	58,1/115,7	17,7

Приложение 37 - Статистическая характеристика морфо-биологических особенностей початков новых гибридов кукурузы (2012-2014 гг.)

Признак	Значение признака			Lim	CV,%	StdDv
	Xcp±Sxcp	Xmin	Xmax			
Год исследования	2012					
Количество изучаемых гибридов, шт.	69					
Длина початка, см	20,5±0,14	17,9	23,2	5,3	7,2	1,5
Диаметр початка, см	4,4±0,03	4,0	4,9	0,9	4,4	0,2
Количество рядков зерен, шт.	16,9±0,21	14,0	20,0	6,0	8,6	1,5
Количество зерен в ряду, шт.	39,9±0,38	30,3	45,0	14,7	7,8	3,1
Масса 1000 зерен, гр.	226,1 ±3,91	212,6	343,5	130,9	10,6	28,3
Выход зерна с початка, %	83,5±0,25	75,5	92,3	16,8	3,5	2,9
Год исследования	2013					
Количество изучаемых гибридов, шт.	69					
Длина початка, см	19,1±0,15	16,6	21,3	4,7	6,5	1,2
Диаметр початка, см	4,7±0,04	3,7	5,7	2,0	6,4	0,3
Количество рядков зерен, шт.	16,8±0,23	13,6	22,0	6,4	9,5	1,7
Количество зерен в ряду, шт.	36,2±0,36	28,6	41,9	13,3	8,3	3,0
Масса 1000 зерен, гр.	303,1±4,46	221,4	375,1	153,7	11,2	37,1
Выход зерна с початка, %	84,7±0,32	76,7	91,1	14,4	3,1	2,6
Год исследования	2014					
Количество изучаемых гибридов, шт.	69					
Длина початка, см	19,3±0,15	16,3	22,1	5,8	6,6	1,3
Диаметр початка, см	4,5±0,02	4,1	5,0	0,9	3,9	0,2
Количество рядков зерен, шт.	16,7±0,22	13,3	22,0	6,7	10,2	1,7
Количество зерен в ряду, шт.	36,9±0,48	28,0	45,3	17,3	10,8	3,9
Масса 1000 зерен, гр.	258,5±3,77	196,9	337,2	140,3	12,1	31,3
Выход зерна с початка, %	85,3±0,22	80,1	89,4	9,3	2,1	1,8

Приложение 38 – Результаты биохимического анализа зерна лучших среднеспелых гибридов кукурузы (2014 г.)

Гибрид	Урожайность, т/га	Содержание белка в зерне		Содержание крахмала в зерне	
		%	т/га	%	т/га
Краснодарский 385 МВ (St.)	9,24	10,0	0,92	61,5	5,68
Ех006×Кр 627	10,58	11,0	1,16	65,9	6,97
Ех0010×Кр 627	10,88	10,5	1,14	62,0	6,74
Ех0014×Кр 627	10,65	10,3	1,10	61,3	6,52
Ех0017×Кр 73	10,24	10,8	1,10	63,5	6,85