

На правах рукописи



**ЛЕМЕЩЕНКО РОМАН АНАТОЛЬЕВИЧ**

**СОЗДАНИЕ СРЕДНЕРАННИХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦМС**

Специальность 06.01.05 – селекция и семеноводство  
сельскохозяйственных растений

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
доктор с.-х. наук, доцент  
А.И. Супрунов

Краснодар – 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

	С.
ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. НОВЫЙ ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СРЕДНЕРАННИХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	10
1.1 Создание нового исходного материала для селекции среднеранних гибридов кукурузы	10
1.2 ЦМС и её использование в селекции и семеноводстве кукурузы	18
1.3 Открытие и генетическая идентификация типов ЦМС у кукурузы	22
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	28
2.1 Почвенно-климатическая характеристика условий проведения исследований	28
2.2 Исходный материал и методика проведения исследований	34
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	38
3.1 Создание и классификация нового исходного материала	38
3.2 Оценка новых линий кукурузы по морфо-биологическим признакам	41
3.3 Элементы продуктивности початков изучаемых линий кукурузы	46
3.4 Комбинационная способность новых линий кукурузы по признаку «урожайность зерна»	56
3.5 Реакция на ЦМС новых самоопылённых линий кукурузы М и С типов	68
3.6 Корреляционно-регрессионный анализ селекционно-ценных признаков самоопыленных линий кукурузы	73
3.7 Результаты оценки топкроссов кукурузы по основным хозяйственно-ценным признакам	82
3.8 Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы	110

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ	119
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	124
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ	128
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	129
ПРИЛОЖЕНИЯ	152

## ВВЕДЕНИЕ

С давних времен человек выращивал кукурузу в основном как зерновую культуру. Уже длительное время производственные площади посева, а также валовый сбор кукурузы занимает третье место среди зерновых культур.

Урожайность зерна кукурузы по сравнению с другими зерновыми культурами значительно увеличилась. Максимальная урожайность зерна гибридов кукурузы формируется в южных регионах страны, с этим связаны и большие площади посева этой культуры в ЮФО в целом и в Краснодарском крае в частности. Именно Краснодарский край по своим климату и почвам наиболее подходит для выращивания этой культуры.

Валовое производство и качество зерна кукурузы в значительной мере зависят от внедрения в производство новых высокоурожайных гибридов, а также применения научно-обоснованной технологии их возделывания. Поэтому создание и быстрое внедрение в производство новых высокопродуктивных, среднеранних гибридов кукурузы, обладающих скороспелостью, отзывчивых на удобрения и орошение, с высокой семенной продуктивностью, с комплексной устойчивостью к болезням и вредителям и хорошо приспособленных к механизированной уборке, было и остаётся актуальнейшей задачей селекции [92, 141].

При этом возделыванию среднеранних гибридов, более эффективно использующих запасы зимне-весенней влаги, рано освобождающих поля под посевы озимых, всегда отдаётся предпочтение [111, 141]. В связи с этим всестороннее изучение новых самоопыляемых линий кукурузы с целью создания среднеранних гибридов кукурузы является актуальной проблемой, имеющей большое научное, теоретическое и практическое значение [48, 52].

С учетом широкого спектра использования кукурузы необходимо отметить особое значение увеличения валового сбора зерна. Решение этой про-

блемы неразрывно связано с созданием новых высокоурожайных гибридов для зон традиционного выращивания и расширением посевных площадей кукурузы за счет внедрения их в зонах с коротким вегетационным периодом и достаточными запасами влаги (Нечерноземье, север Центрально-Черноземного района, южная и западная Сибирь, Дальний Восток). Для этих регионов необходимы раннеспелые и среднеранние гибриды (ФАО 150-300), которые гарантировано созревают в лесостепной зоне, а в более северных областях дают качественную силосную массу или спелое зерно. Среднеранние гибриды необходимы и в южных областях, а в основной культуре как хорошие предшественники под озимые.

Для успешного создания таких гибридов нужен новый исходный материал, отвечающий требованиям зоны семеноводства и дающий высокопродуктивные гибриды, пригодные для выращивания, как в южных, так и в зонах с коротким безморозным периодом. В связи с этим особое значение имеют подбор и изучение исходного материала по ряду хозяйственно-ценных признаков, таких как урожайность, высота растения, высота прикрепления початка, устойчивость к болезням и вредителям, экологическая пластичность и стабильность, и хорошая комбинационная способность новых линий кукурузы, семеноводство которых необходимо организовать на основе ЦМС с возможностью закрепления стерильности и восстановления фертильности пыльцы.

На сегодняшний день одним из наиболее приоритетных направлений в современных работах по селекции кукурузы, проводимых отечественными и зарубежными научно-исследовательскими учреждениями, является создание высокопродуктивных гибридов с повышенным адаптивным потенциалом. При этом особую значимость для условий юга страны приобретают гибриды с коротким вегетационным периодом, характеризующиеся высокой засухоустойчивостью и пластичностью в сочетании с повышенной продуктивностью и быстрой отдачей влаги зерном при созревании.

Учитывая актуальную направленность данной проблемы и ее высокую практическую значимость, в рамках научно-исследовательской программы отдела селекции и семеноводства кукурузы Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко была организована и проведена настоящая селекционная работа.

**Цели и задачи исследований.** Цель работы – всестороннее комплексное изучение нового исходного материала для создания на его основе высокопродуктивных среднеранних гибридов кукурузы с использованием факторов ЦМС.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- создать среднеранние линии, которые имели бы не только высокую комбинационную способность, устойчивость к полеганию, холодостойкость, но и обладали бы повышенной продуктивностью, устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, адаптивным потенциалом к различным условиям выращивания и максимально приспособлены к механизированной уборке;

- выявить особенности формирования количественных признаков самоопыленных линий кукурузы и их параметры изменчивости, а также установить корреляционные и регрессионные взаимосвязи между ними;

- изучить основные закономерности проявления комбинационной способности новых самоопыленных линий по признакам «урожайность» и «уборочная влажность зерна»;

- дать характеристику новым самоопыленным линиям по основным хозяйственно-ценным признакам;

- определить реакцию на цитоплазматическую мужскую стерильность (ЦМС) новых самоопыленных линий кукурузы М и С типов;

- подобрать родительские пары, провести гибридизацию, создать среднеранние гибриды и дать им характеристику;

- оценить экономическую эффективность возделывания новых среднеранних гибридов кукурузы.

**Научная новизна.** В условиях центральной зоны Краснодарского края для селекции среднеранних гибридов кукурузы создан новый исходный материал с улучшенными морфо-биологическими признаками, оптимально сочетающий в себе высокую продуктивность, технологичность и комбинационную способность.

- Для успешной селекционной работы подобраны линии-анализаторы (тестеры), объективно характеризующие комбинационный потенциал новых самоопыленных линий.

- Изучена реакция новых самоопыленных линий на типы (М и С) цитоплазматической мужской стерильности с целью дальнейшего использования их при создании высокогетерозисных среднеранних гибридов с высокой продуктивностью и стабильностью ее формирования в различных условиях.

**Практическая значимость результатов исследований.** Выявлены новые источники высокой комбинационной способности (самоопыленные линии), обладающие комплексом селекционно-ценных признаков и свойств, которые используются в селекционных программах КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко, ориентированных на создание высокогетерозисных гибридов кукурузы с повышенной продуктивностью и низкой уборочной влажностью зерна. Лучшие самоопыленные линии вовлечены в скрещивания для создания регионально адаптированных гибридов с хозяйственно-ценными признаками.

Для оценки комбинационного потенциала новых самоопыленных линий изучены линии-анализаторы (тестеры), лучшие из которых рекомендуются использовать в качестве родительских форм при создании среднеранних гибридов кукурузы зернового типа.

Определена экономическая эффективность использования новых самоопыленных линий для синтеза среднеранних гибридов в условиях южного региона России.

Созданные новые самоопыленные линии, являются ценным генетическим материалом хозяйственно-ценных признаков, вошедшим в генофонд данной культуры.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. Характеристика нового среднераннего исходного материала, обладающего комплексом селекционно-ценных признаков и свойств.
2. Особенности формирования селекционно-ценных признаков новых самоопыленных линий кукурузы и корреляционные взаимосвязи между ними.
3. Основные закономерности проявления комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы по признакам «урожайность зерна» и «уборочная влажность зерна» в зависимости от тестера-анализатора.
4. Реакция новых самоопыленных линий кукурузы на цитоплазматическую мужскую стерильность (ЦМС) М и С типа.
5. Характеристика среднеранних гибридов кукурузы, созданных на основе ЦМС.
6. Оценка экологической пластичности и стабильности выделившихся тесткроссов.
7. Экономическая эффективность возделывания новых среднеранних гибридов кукурузы.

**Личный вклад автора.** Соискателю принадлежит разработка программы исследований, составление схем экспериментов, непосредственное участие в их проведении, подбор родительских компонентов и осуществление гибридизации, обработка, сбор экспериментального материала, его анализ, интерпретация и апробация результатов исследований, написание научных статей, диссертационной работы и автореферата.

**Апробация работы и публикация результатов.** Основные положения диссертации докладывались на заседаниях методического совета Краснодарский НИИСХ, а также были представлены на международных и всероссий-

ских научно-практических конференциях, в числе которых: IV и V Всероссийские научно-практические конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса (г. Краснодар, 2010, 2011).

Основные результаты диссертации опубликованы в 6 научных статьях, в том числе 2 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа изложена на 176 страницах в компьютерном исполнении, состоит из введения, четырех глав, заключения, предложений для селекции, списка использованной литературы и приложений.

Экспериментальные данные приведены в 37 таблицах, 19 рисунках и 24 приложениях. Список использованной литературы содержит 210 источников, в том числе – 58 иностранных.

## **1. НОВЫЙ ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ СРЕДНЕРАННИХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

### **1.1 Создание нового исходного материала для селекции среднеранних гибридов кукурузы**

В настоящее время важным направлением в селекционных программах, как отечественных, так и зарубежных научных учреждений, является создание высокопродуктивных гибридов с повышенным адаптивным потенциалом. При этом особую значимость для условий юга страны приобретают гибриды с коротким периодом вегетации, которые бы характеризовались повышенной засухоустойчивостью и пластичностью в сочетании с высокой зерновой продуктивностью и быстрой отдачей влаги зерном при созревании. Актуальной является задача создания засухоустойчивых среднеранних гибридов пригодных для выращивания в более северных регионах России [31, 65].

При создании среднеранних гибридов кукурузы большая роль отводится исходному материалу.

При этом, наиболее значимым методом является закладка новых самоопыленных линий кукурузы на простых гибридах с открытой генеалогией (линии второго цикла отбора). Но при этом нельзя забывать, что при селекции новых линий из имеющегося в работе старого исходного материала будет происходить дальнейшее сужение и обеднение генетического разнообразия [35, 200].

Большая часть зародышевой плазмы, которую используют селекционеры в различных регионах составляет 10-15 % от известных рас кукурузы [11]. Анализ генеалогии самоопыленных линий показывает, что, несмотря на их большое разнообразие в мире, по большей части они представляют собой генетически однородный материал [34]. Ученые W.A. Russel (1973), С.В.

Henderson (1976) выражали свое беспокойство по поводу сужения генетического разнообразия исходного материала кукурузы [180, 192].

У.Л. Браун (1979) указывал что, касаясь современного состояния зародышевой плазмы кукурузы – более правильно говорить о его сужении нежели о разнообразии [11].

В течении длительного периода в США только линии (В 73, А 632, С 103 и ОН 43) являлись основными комбинаторами зародышевой плазмы [197].

Выращивание таких однородных биотипов на больших площадях поднимает проблему генетической уязвимости, и такие гибриды являются потенциально неустойчивыми к любым стрессам, как к экологическому, так и к биологическому [204].

В 70-е годы в США на огромных площадях выращивались гибриды кукурузы на стерильной основе с использованием техасского типа ЦМС. Появление заболевания, вызванного расой *Helminthosporium maydis*, значительно уменьшило производство зерна кукурузы, в частности в южных штатах до 50 % [153].

Генетическое разнообразие исходного материала напрямую влияет на уровень гетерозиса, который зависит от степени различия самоопыленных линий, взятых для скрещивания [150, 189].

Одним из путей расширения генетического разнообразия кукурузы является использование синтетических популяций. Многие селекционеры указывали на возможность отбора на те, или иные, интересующие нас признаки благодаря работе с синтетическими популяциями, М.И. Хаджинов (1935) [10, 130, 147].

В литературе имеется значительное количество методов получения популяций, так G. Sprague, M. Janhins (1943) утверждают: «...синтетической популяцией можно считать гибрид, который состоит из более, чем четырех линий и размножающийся путем свободного опыления...» [196, 199].

Н.К. Hayes, Е.Н. Rinke, Y.S. Tsiang (1944) были получены популяции на базе восьми линий, предварительно скрещенных между собой по диаллельной схеме [177]. Многие селекционеры создавали синтетики и из большого количества линий (12-16), используя тот же метод поочередного скрещивания гибридов [120, 164].

С.Ф. Genter (1976) указывал о возможности получения 25-линейной популяции [160, 169].

Фирма «Пионер» использовала различные методы при получении синтетических популяций, например, модифицированная схема на основе восьми линий, дающая возможность контролировать соотношение плазмы исходных линий в полученном синтетике [41, 117].

Одним из первых селекционеров создавшим синтетическую популяцию был Г. Спрег (1955) [114]. Работа по созданию новых линий из синтетика Iowa Stiff Stalk Synthetic (ISSS) продолжается до настоящего времени [112]. Созданный Г. Спрегом синтетик стал источником ценных линий кукурузы, а такие линии как В 14, В 37, В 73, А 632, А 634 и ряд других долгие годы являлись шедеврами мировой коллекции [209].

В семидесятых годах в Болгарии Н. Томовым проводилась работа с синтетическими популяциями [121]. Так, синтетики АТ совместили в себе огромный селекционный материал, представляющий почти все регионы мира. При создании других синтетиков (БТ и ВТ) было отдано предпочтение местным исходным образцам. И. Нэтер (1984) создал раннеспелый и устойчивый к фузариозу кремнистый синтетик кукурузы [85].

Подводя итоги, можно заключить, что на сегодняшний день актуальной является работа с синтетиками на увеличение урожайности зерна и зеленой массы, а также снижение уборочной влажности зерна и др. [38, 82, 171].

У. Браун (1979) использовал метод создания популяций на основе чередования рекуррентного отбора и сибсовой или полусибсовой селекции, в данные популяции была введена и экзотическая плазма [11].

Данный метод является весьма эффективным приемом для получения высоконаследуемых признаков. С.И. Мустяца (1997), проводя рекуррентный отбор в популяциях с широкой и узкой генетической основой, считает, что уже после четвертого самоопыления можно добиться положительных результатов в отборе необходимых признаков [82]. В Хорватии, при скрещивании местных линий и суданских популяций, а затем вьетнамских и мексиканских, были получены географически отдаленные популяции, на базе которых удалось отобрать новые линии с высокой ОКС по основным хозяйственным признакам [15, 157].

В 50-е годы новым направлением в селекции кукурузы стало создание гибридных популяций с использованием линий мировой коллекции. Районированная в 1953 году гибридная популяция Краснодарская 1/49, состоящая из 13 самоопыленных линий значительно превышала по урожайности зерна имеющиеся тогда стандарты. В дальнейшем эта популяция широко использовалась для посева на силос и была районирована более 30 лет [18,].

Синтетические популяции – ценный исходный материал для селекции линий. Кроме этого, в нашей стране, да и за рубежом синтетические популяции часто используются в производственных посевах на зерно и зеленый корм. В Российской Федерации было районировано несколько таких популяций: Кабардинская 3812, Российская 1, Донская высокорослая, Анютка и другие. Все эти популяции созданы на базе большого количества линий. Так Краснодарский синтетик 1 был создан В.П. Гусевым (1984) из восьми линий [35]. Данные линии хорошо комбинировались с W 64, поэтому при последующих циклах отбора были получены линии с более высокой ОКС, чем родительские формы [97]. О значительном качественном улучшении линий при последующих циклах отбора в популяциях сообщал W.A. Russell (1989) и H.Z. Cross (1989) [163].

Таким образом, G.F. Sprague и S.A. Eberhart (1977) считают, что «...численность популяции, с которой работает селекционер, должна быть

такой, чтобы она могла обеспечить вероятность получения генотипов, которые бы превосходили среднее значение того или иного признака в популяции более чем на две или три стандартные единицы» [200]. Для снижения маскирующего эффекта воздействий окружающей среды оценку необходимо проводить в нескольких пунктах испытаний с различными условиями. A.R. Hallauer (1979) считает, что при оценке потомства по количественным признакам, необходимо выделять генетические эффекты и варианты окружающей среды [172].

Основная масса исследователей представляет синтетические популяции как исходный селекционный материал для отбора и получения новых самоопыленных линий с высокой ОКС. В них довольно легко можно скомбинировать генофонд любых линий, взятых в качестве родительских компонентов популяций [117].

Еще в начале 1940-х годов J.H. Lonnquist в Небраске и G.F. Sprague в Айове были использованы методы рекуррентного отбора [185, 200]. К настоящему времени накоплены огромные сведения об его эффективности. Метод рекуррентного отбора был предложен Н.К. Hayes и R.J. Garber в 1919 году. И если бы его стали сразу же использовать, то урожайность кукурузы в мире была бы сейчас значительно выше [176].

Н.К. Hayes и R.J. Garber в 1919 году предложили принципы улучшения популяций кукурузы методом селекции. А в 1940 году M.T. Jenkins более подробно изложил практические этапы применения этого метода [114, 176, 182].

В нашей работе при создании нового исходного материала мы использовали простой (фенотипический) рекуррентный отбор.

В селекции кукурузы начали применять системы рекуррентного отбора особенно широко. Это позволило выделять все лучшие генотипы для создания элитного исходного материала.

Рекуррентный отбор является наиболее эффективным методом простого (фенотипического) отбора при проведении селекционных работ для количественных признаков с высокой наследуемостью.

В настоящее время все методы рекуррентной селекции делятся на два раздела – внутривидовое и межвидовое улучшение [53, 140, 200].

Внутривидовое улучшение применяется при увеличении самой популяции, состоящей из большего количества линий, а также увеличении инбредных линий, получаемых на ее основе. Межвидовое улучшение применяется при создании гибридов, полученных на базе линий обеих популяций. [173, 175, 187].

В зависимости от генотипа исходных популяций, метода и цикла отбора, величины признаков, по которым ведется отбор, могут сильно варьировать.

Использование того или иного метода рекуррентного отбора зависит от того, какие результаты по урожаю хочет получить селекционер в конечном итоге. В настоящее время имеется ряд программ и формул для расчета генетического улучшения при рекуррентном отборе [175].

В литературных источниках присутствует большое количество описанных примеров удачного использования методов рекуррентного отбора в селекции кукурузы [123, 153, 175, 179].

Так, например, O.D. Weibel и J.H. Lonquist (1967) в своих исследованиях с сортом *Hayes Golden* говорят о снижении прибавок в первых четырех циклах модифицированного початкорядного отбора по признаку количество рядов в початке [210]. Однако, через десять лет отбора улучшение оказалось в среднем 5,3 % за цикл [156, 181, 190, 197].

J.H. Lonquist (1967) отмечает, что сорт *Hayes Golden* за счет массового отбора увеличил свою урожайность на 6,3 % за цикл. Другие исследователи приводят схожие результаты, так J.G. Coors и M.C. Mardones (1989), M. Singh

et al. (1986) указывают на увеличение урожайности зерна на 2,4 – 4,5 % за цикл [162, 163, 185, 187, 195].

При использовании рекуррентного отбора на улучшение количественных признаков (например, двухпочатковость) изменения наблюдались только после первого цикла отбора [94]. Положительные результаты получили J.M. Martin и W.A. Russell (1984) уже при 3 циклах отбора на устойчивость к болезням стебля [186]. Хотя не всегда улучшение устойчивости к полеганию и ломкости стебля сопровождалось сохранением высокой урожайности зерна, так D.L. Thompson (1982) и A.S. Khehra et al. (1986) наблюдали его снижение [184, 202].

A.F. Troyer и W.L. Brown (1972) отметили: «...при использовании методов рекуррентной селекции виден прогресс в более быстром выбрасывании нитей початка в трех экзотических сортах с поздним цветением метелок. Прирост составил 1,8 дня за один цикл...» [125, 206].

В последнее время возрос интерес к раннеспелому исходному материалу. Генофонд таких линий сравнительно бедный. Однако, потребность производства в раннеспелых гибридах с каждым годом возрастает [41].

Рядом исследователей было установлено, что продолжительность периода от всходов до цветения початков имеет высокую корреляционную связь с длиной вегетационного периода [153]. Дату цветения довольно легко отметить, так как она является объективной, четко установленной датой. В связи с этим, уже в ходе цветения можно немедленно размножить или самоопылять отобранные растения. Наконец, дата цветения является высоко наследуемым признаком [174]. Поэтому отбор на раннее цветение является весьма эффективным [116].

Troyer и Brown (1972, 1976), работая с популяциями, предложили для изменения позднеспелого материала в сторону раннеспелости - использовать отбор растений с ранне цветущими початками [147, 174, 205, 208].

Было отмечено, что отбор на раннее цветение растений приводил к уменьшению бесплодия при загущении посевов растений, и увеличению количества початков на стебле (многопочатковости) при разреженной густоте стояния. Происходило также снижение высоты растения и высоты прикрепления початка у ряда синтетиков.

Недостатком такого отбора явилось увеличение стеблевого полегания растений при одинаковом учете у разных циклов. Этот факт удалось компенсировать, дополнив отбор на раннее цветение скринингом на устойчивость к стеблевым гнилям [206]. В 1979-1980 годах в результате отбора на раннее цветение селекционерами была создана группа синтетиков, различающаяся как по вегетационному периоду, так и по происхождению. Это - Синт 100, Синт 150, Синт 400 и Синт 450 [39, 159, 207]. Проводя отбор на раннеспелость удалось выделить растения, цветение початков которых наступало на 5-8 дней раньше принятого стандарта – линии F2.

Селекционерами КНИИСХ, М.В. Чумак и др. (1987) в результате четырех циклов отбора удалось сократить период от всходов до цветения початков на период более двух суток за цикл [146]. Предложенная авторами методика отбора, когда пыльцу собирали с метелок только материнских растений с цветущими початками, привела к одновременному цветению метелок и початков либо сокращению разрыва. [46].

В результате рекуррентного отбора в популяциях больших циклов отбора еще длительное время оставалась большая генетическая изменчивость. Этот метод дает возможность перевести позднеспелый материал более раннюю группу.

Отобранные по ряду признаков синтетики были использованы для перевода позднеспелого материала в более раннюю группу путем отбора.

## 1.2 ЦМС и её использование в селекции и семеноводстве кукурузы

При изучении стерильности женских растений летнего чабра (*Satureja hortensis* L.) в 1904 году Корренсом была открыта ЦМС. В связи с тем, что потомство от скрещивания женских особей с особями обоеполыми всегда представлено только женскими формами, то есть растениями с мужской стерильностью, Корренс сделал вывод о вероятности цитоплазматической обусловленности данного явления. В результате, к 70-м годам прошлого столетия ЦМС была установлена у большинства видов растений, представляющих класса однодольных и двудольных [23, 67, 139].

При использовании ЦМС достигается экономия средств по сравнению с другими возможными системами получения гибридных семян. Например, генная мужская стерильность (ГМС) в 2 раза дольше по времени и в 20 раз более трудоемка, чем ЦМС [18, 44, 128].

Работы по использованию ЦМС ведутся во многих странах. Со времени включения её в селекционно-семеноводческую практику прошло уже более 50 лет.

Это явление используется в селекции гибридной кукурузы, сорго, подсолнечника, ржи, пшеницы, свеклы, моркови, лука, табака, люцерны и некоторых злаковых многолетних и декоративных растений. Растения, обладающие ЦМС, передают данное свойство потомству только по материнской линии [15, 16, 67].

Растения с ЦМС находили либо в свободноопыляемых сортах, популяциях, либо она выявлялась в гибридах от межвидовых или межродовых скрещиваний при одностороннем направлении [89, 138].

Анализируя фактически и априорно возможные случаи обнаружения ЦМС, можно условно разделить их на следующие четыре типа [36, 134, 158].

**Гибридная ЦМС**, которая возникает в результате переноса генома одного вида или расы в цитоплазму другого вида или расы. Обратный перенос,

связанный с переменной цитоплазмы, если он возможен, не всегда приводит к возникновению ЦМС. Гибридная ЦМС встречается у различных видов пшеницы, табака, картофеля, а также у льна, сорго, африканского проса и многих других культур. Принадлежность скрещиваемых форм к далеким видам или расам не гарантирует возникновения ЦМС; предсказания в этом случае невозможны, так как проявления ЦМС - результат специфического взаимодействия цитоплазмы и генома.

**Популяционная ЦМС.** Встречается в популяциях перекрестноопыляющихся растений. Одним из примеров может служить - ЦМС у кукурузы, свеклы, лука и еще большого количества культур. Популяционная ЦМС может быть результатом "спонтанного" мутационного изменения элементов цитоплазмы отдельных растений. В этих популяциях или причину её нужно искать в некогда имевшей место гибридизации с другими видами. Возможно, последующее многократное беккроссирование придало этим предполагаемым потомкам межвидовых гибридов все черты основного вида, за исключением цитоплазмы, внесенной другим видом. Такой вариант объяснения для сближения популяционной ЦМС с гибридной взят как крайний случай, однако с такой возможностью нужно считаться. Решение этого вопроса имеет принципиальное значение, так как, исключив гибридное происхождение популяционной ЦМС, мы должны допустить мутационное её происхождение наряду с гибридным.

**Мутационная ЦМС.** Нет основания исключать мутационное возникновение ЦМС как результат изменения ДНК определённых органелл цитоплазм. Однако если две первые гипотезы подтверждаются большим фактическим материалом, то для мутационной ЦМС такие факты для высших растений авторам неизвестны.

**Прививочная или инфекционная (вирусная) ЦМС.** Предполагалось, что подобная ЦМС может возникнуть при воздействии вируса или внесении пластических веществ, т е приобретение стерильности путем прививки (пе-

тунья и свекла). Данные работы не продвинулись дальше теоретических исследований [27, 51, 59, 60, 77, 134].

### **Генетика проявления стерильности**

Для большинства известных случаев ЦМС было установлено, что проявление стерильности зависит от сочетания одного или двух рецессивных аллелей генов с особой цитоплазмой [191]. Доминантные аллели этих генов способны подавлять действие "стерилизующей" цитоплазмы, восстанавливать фертильность. Степень восстановления зависит от действия генов - модификаторов. Наиболее разработана система ЦМС и генов восстановления (Rf) для кукурузы [21, 128].

### **Создание аналогов стерильности, закрепителей стерильности и восстановителей фертильности новых линий**

В настоящее время общепринятым методом создания аналогов (стерильных или восстановителей) является метод повторных насыщающих скрещиваний. Данный метод широко используется в селекции и семеноводстве кукурузы для улучшения линий и сортов по отдельным признакам [76, 83,].

Перевод на стерильную основу новых созданных гибридов требует большой дополнительной работы со всеми линиями родительскими формами. При создании стерильных аналогов самоопыленных линий, методом насыщающих скрещиваний, свойства стерильности пыльцы линия приобретает при обратном скрещивании с растением, являющимся источником ЦМС. Полученное от такого скрещивания стерильное потомство повторно опыляют несколько раз переводимой на стерильную основу линией до тех пор, пока не добиваются полного фенотипического сходства создаваемого аналога с изначально взятым фертильным образцом. Селекционной практикой установлено, что в результате 4-5 насыщающих скрещиваний с последующим от-

бором удается получить стерильные аналоги линий с полным отсутствием фертильной пыльцы. Последующее размножение полученного аналога производится на изолированных семенных участках. Для размножения стерильной линии ее опыляют пыльцой исходной фертильной линии путем посева чередующимися рядками на изолированном участке. Семена собирают с растений со стерильной цитоплазмой. Исходная линия получает название фертильного аналога данной стерильной линии, а последняя является стерильным аналогом фертильной линии [101, 105,137].

Заслуживает внимания метод одновременного создания самоопыленных линий и их стерильных аналогов, когда параллельно с самоопылением проводят скрещивания самоопыленных растений со стерильной формой. Эти скрещивания продолжают до тех пор, пока не будут получены выравненная фертильная самоопыленная линия и ее стерильный аналог. Для достижения цели практически достаточно четырех — шестикратного самоопыления и одновременного насыщающего скрещивания. Уже через год после создания константной самоопыленной линии можно получить и ее стерильный аналог. Однако этот метод довольно трудоемок и пока мало применяется. У культур с широким распространением мужской стерильности, в частности у лука, форму с ЦМС часто можно выделить непосредственно путем осмотра цветущих растений на посевах того сорта или линии, которые хотят перевести на стерильную основу [24,25].

Таким образом, проверочное скрещивание исходных линий на закрепительную или восстановительную способность, является и первым насыщающим скрещиванием для материнской линии в том случае, если она оказывается закрепителем. В результате повторных насыщающих скрещиваний, сопровождающихся строгим отбором на полноту закрепления, а с третьего скрещивания и на типичность, удастся, как и указывалось выше, за 4-5 поколений получить готовый стерильный аналог[134,139].

Для создания аналога-восстановителя требуется более длительный срок. При создании аналога-восстановителя на заключительных этапах селекции, после 7-8 генераций насыщения - линия восстановитель подвергается самоопылению, с целью выделения гомозиготных семей-восстановителей.

Для успешного завершения работы по переводу гибрида на «стерильное» семеноводство необходимо тщательно отработать на полноту закрепления ту линию, которая в материнском гибриде является отцовской (трехлинейные, двойные гибриды). Для большинства линий эта работа выполняема за два года. [14,127].

Методика создания аналогов, необходимых для семеноводства на стерильной основе, подробно описана в ряде работ по семеноводству кукурузы [19,106].

Метод насыщающих скрещиваний прост и надежен, однако существенным недостатком его является длительность работы по созданию аналогов (5-8 лет). Изменить подобную ситуацию в положительную сторону возможно. В последнее время селекционерами, для создания аналогов широко используются теплицы и регионы с теплым климатом (получение двух генераций за год) [129,134].

### **1.3 Открытие и генетическая идентификация типов ЦМС у кукурузы**

Мужской стерильностью растений кукурузы является свойство нежизнеспособности (стерильности) пыльцы метелок. Растения со стерильной метелкой в большинстве случаев имеют деформированные пыльники, которые остаются в колосковых чешуях. Иногда пыльники выходят из колосков и могут содержать пыльцу. Мужская стерильность, используемая при выращивании гибридных семян, передаётся только по материнской линии и поэтому

называется цитоплазматической, может передаваться потомству в течение неопределенно многих поколений.

Впервые явление ЦМС у кукурузы было обнаружено в начале 30-х годов прошлого века М.И. Хаджиновым в СССР и М.М. Родсом в США. Но применение в семеноводстве нашло только в 50-е годы, когда в производстве повсеместно стали выращивать межлинейные гибриды. Таким образом, в семеноводстве кукурузы с использованием свойства гетерозиса на участках гибридизации возникла необходимость обрывания метелок на материнских растениях при производстве гибридов. Обрывание метелок на участках гибридизации имеет определенные трудности. Ручное обрывание - дорогостоящий процесс, механизировать сложно из-за ряда причин (растянутость периода цветения метелок, не выравненность посевов - различная высота растений, неизбежно влекущая обрывание 1-2 листьев, погодные условия и др.).

С применением ЦМС на участках гибридизации гибридов кукурузы была решена проблема производства высококачественных гибридных семян за счет полноты гибридизации [128].

Изучены следующие типы цитоплазматической мужской стерильности, названные по месту происхождения: техасский (Т), боливийский (Б), молдавский (М) и си (С), обнаруженный в сорте *Charua* из Бразилии [21, 158]. Типы стерильности имеют определенные различия.

Контроль признаков стерильности и восстановления фертильности в каждом типе осуществляется разными генами: Т -  $Rf_1Rf_2$ , Б -  $Rf_1Rf_{var}$ , М -  $Rf_3$ , С -  $Rf_4Rf_5Rf_6$  [14, 21, 44, 158].

Действие генов проявляется на разных стадиях развития растений: в М типе - на стадии гаметофита; Т, Б, С типов - на стадии спорофита [21, 134].

Поскольку действие гена  $Rf_3$  в стерильной цитоплазме М типа проявляется на стадии гаплоидного гаметофита, то гетерозиготные особи, образованные при слиянии мужской гаметы с яйцеклеткой, дают 50 % нормальной пыльцы. Все микроспоры растения несут стерильную цитоплазму, но только

половина из них содержат доминантные аллели. Эти гаметы выживают, из них развиваются пыльцевые зерна, и опыление такой пыльцой в F<sub>2</sub> дает полностью фертильные восстановленные растения. Гаметы с рецессивной аллелью погибают, что приводит к нежизнеспособности пыльцы [128, 131, 138].

Действие основных генов, контролирующих стерильность и фертильность Т, Б, С типов осуществляется в спорофитной фазе развития, растения имеют диплоидный набор хромосом, все гаметы, образующиеся в процессе оплодотворения, несут доминантные аллели генов Rf, они выживают и развиваются все пыльцевые зерна, растения дают 100 % пыльцы [21, 60, 131].

Несколько различаются типы стерильности по внешнему виду метелок. У растений М типа нередко пыльники выходят из колосков, могут содержать незначительное количество пыльцы, но поры пыльников закрыты, благодаря чему метелка продолжает оставаться стерильной. При встряхивании метелки пыльца не высыпается. Иногда у появившихся пыльников поры открыты и происходит высыпание малого количества пыльцы. Исследование под микроскопом такой пыльцы показали, что она щуплая, дегенерированная [104, 134, 138].

Довольно часто на метелках стерильных аналогов М типа наблюдается выбрасывание крупных фертильных пыльников.

У стерильных аналогов по С типу ЦМС пыльники не выбрасываются совсем. Однако, при экстремальных погодных условиях (повышенная влажность, умеренная температура воздуха) для некоторых стерильных линий и гибридов характерен эффект позднего цветения - Late break. Оно проявляется через 5 - 10 дней после появления рылец початков. На полностью стерильных метелках наблюдается выброс крупных фертильных пыльников. Поэтому при оценке влияния позднего цветения метелок материнской формы на гибридность семенного материала, необходимо учитывать совпадение цветения початков материнской формы с цветением метелок растений отцовской особи.

Чем ближе по срокам это цветение, тем меньше окажется влияние на гибридность семян [104].

Имеются различия типов ЦМС в надёжности восстановления фертильности. У аналогов М типа надёжность восстановления фертильности и закрепления стерильности средняя, у аналогов С типа - высокая. Можно допустить здесь влияние действия основных генов на разных стадиях развития растения, присутствия различного количества генов-модификаторов неодинаковой экспрессивности, которые могут усиливать (интенсификаторы) или ослаблять (гены - супрессоры) действие основных генов во взаимодействии с условиями внешней среды.

Цитологические и биохимические исследования выявили, что у стерильных форм кукурузы возникают нарушения обменных процессов, имеются различия в строении и функциях клеточных структур [123, 129].

Различное влияние оказывает стерильная цитоплазма на морфологические признаки, в частности на высоту растений. Однако, аналоги М типа в меньшей степени снижали высоту, чем аналоги других типов.

По урожайности зерна большинство комбинаций на М типе стерильности превышают оригинальные формы и гибриды на С типе ЦМС.

С появлением заболевания Южного Гельминтоспориоза, поразившего в США гибриды с Т типом ЦМС использование этого типа на участках гибридизации в России прекращены. Уже в течении длительного времени в плоть до настоящего времени все семеноводство кукурузы селекции КНИИСХ, связанное с использованием стерильности проводится на основе М и С типов стерильности [132,133,134].

ЦМС возникает в результате взаимодействия особо измененной цитоплазмы клетки и генетических факторов, передающихся через хромосомы ядра, т.е. проявление стерильности и восстановление фертильности находится под контролем ядерно-плазматической системы. Но их проявление в большей степени зависит от внешних условий среды - температуры, влажно-

сти, срока посева, длины дня и др., например, при раннем сроке сева на посевах стерильных форм появляется много полуфертильных растений [60, 155].

Как правило, жаркая сухая погода, и недостаток влаги способствуют максимальному проявлению стерильности и снижают степень фертильности растений. Известно, что в процессе эволюции для обеспечения производства зерна, растение кукурузы (одна метелка) производит огромное количество пыльцы (в среднем около 20 млн. пыльцевых зерен). Но для получения полноценного урожая на участках гибридизации и на производственных посевах большую роль играет не только количество, но и жизнеспособность пыльцы. Пыльца у кукурузы очень легкая, от высокой температуры и засухи быстро теряет жизнеспособность. На початке же формируется от 500 до 1000 зерен. Умеренно влажная и теплая погода в период перед цветением и во время цветения метелок способствует проявлению фертильности, но ухудшает стерильность [165, 188].

Для получения высокоурожайных гибридных семян кукурузы при ведении семеноводства на стерильной основе, материнские формы гибридов на участках размножения и гибридизации должны обладать высокой степенью стерильности. Неполная их стерильность может вызвать самоопыление части растений, которое ухудшает качество гибридных семян и снижает урожайность гибрида в производственных посевах.

Однако у некоторых гибридов и линий М типа ЦМС проявление стерильности не стабильно, зависит как от генетических, физиологических причин, так и очень подвержено изменениям под влиянием внешней среды. Ухудшает стерильность умеренно прохладная погода и достаточное количество влаги в почве, особенно в период формирования пыльцы.

Зачастую в период цветения метелок наблюдается выброс пыльников. В основном пыльники пустые, сморщенные, не имеют фертильной пыльцы. Однако у некоторых растений, на отдельных веточках появляются фертильные пыльники. Определить наличие пыльцы можно методом натруса метелки

на лист бумаги, а также визуально проверить в пазухе верхнего листа, где обычно пыльца задерживается.

Для получения высокоурожайных гибридных семян при ведении семеноводства на стерильной основе, материнские формы гибридов на участках размножения и гибридизации должны обладать высокой степенью стерильности.

## **ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **2.1 Почвенно-климатическая характеристика условий проведения исследований**

Экспериментальная часть выполнена на базе ГНУ Краснодарского НИИСХ (г. Краснодар) в 2010-2013 гг. Часть лучших, выделившихся тест-кроссов (13 номеров) проходили экологическое сортоиспытание в 2014 году в Агрофирме «Семеноводство Кубани» (ст. Ладожская, Краснодарский край).

Краснодарский НИИСХ расположен в Центральной зоне Краснодарского края, характерной особенностью климатических условий которой является мягкая зима без продолжительных морозов с неустойчивым залеганием снежного покрова и слабая выраженность сезонов года. Наблюдается кратковременное понижение температуры до  $-25-30^{\circ}\text{C}$ . Морозы часто бывают без снежного покрова почвы. Глубина промерзания почвы в среднем на 27 см с колебанием по годам от 10 до 69 см [2].

Среднегодовая температура воздуха равна  $+10,8^{\circ}\text{C}$ . Максимальная температура наиболее холодного месяца - января равна минус  $1,9^{\circ}\text{C}$ .

Продолжительность безморозного периода достигает 200 дней, а тёплого периода года (с положительной температурой воздуха) - около 300 дней. В год в среднем выпадает 607 мм осадков, в том числе за период вегетации кукурузы 276 мм. Однако их количество по годам и особенно распределение осадков в течение вегетационного периода очень неравномерно и выпадают они в основном в виде дождя. Среднемноголетний гидротермический коэффициент (ГТК) за период вегетации кукурузы колеблется от 0,9 до 1,2. Из неблагоприятных климатических явлений следует отметить наличие продолжительных периодов без выпадения осадков в апреле, сентябре, октябре, а также наблюдаемые иногда, в период с ноября по апрель, пыльные бури. По-

следние, часто сдувая верхнюю часть пахотного слоя почвы, наносят громадный ущерб всему сельскохозяйственному производству [2].

Таким образом, климат характеризуется мягкой, непродолжительной зимой, достаточным увлажнением, длительным безморозным периодом, большей суммой положительных температур за период вегетации, позволяющих выращивать многие теплолюбивые культуры.

Почва представлена западно-предкавказским выщелоченным сверхмощным слабогумусным легкоглинистым чернозёмом (К. С. Кириченко, 1953) с хорошо выраженной комковато-зернистой структурой (И.А. Кузнецов, 1968). Подробное описание этих почв сделано Е.С. Блажним (1958) и Н.Е. Редькиным (1968). Почвообразующая порода - тяжелые лессовидные суглинки. Содержание физической глины достигает 60-63 %, причем содержание ила в них высокое 36-40 % и небольшое количество песка 2,8-6,3%. Пылеватая фракция 0,05-0,001 мм преобладает над илом. Распределение фракций по профилю равномерное [9, 142].

По данным Н.Е.Редькина объемная масса в метровом слое почвы не превышает 1,3-1,5 г/см<sup>3</sup>, а скважность не опускается ниже 44,4 %. Влажность устойчивого завядания равна 11,0-12,7 %, количество доступной влаги 11,4-20,3 % от массы почвы. Мощность гумусовых горизонтов большая (А+В до 147 см) и содержание гумуса в слое 0-20 см 2,9 %, валовой запас гумуса в горизонтах А+В 407,5 т/га, в двухметровом слое - 457,4 т/га, рН водной вытяжки 6,6-7,0; солевой 5,9-6,1; гидролитическая кислотность почвы составляет 1,8-2,0 мг-экв/100г. Реакция почвенной среды слабокислая и по всему профилю не опускается ниже 5,2.

Почва отличается достаточным содержанием элементов минерального питания. Исследования А.И. Симакина (1958) показывают, что в верхних горизонтах почвы нитратов находится мало 1,5-2,0 мг/100 г абсолютно-сухой почвы. Содержание общего азота в пахотном слое (0-30 см) довольно значительное (0,22-0,30%), однако, с глубиной его количество постепенно снижа-

ется до 0,05-0,1% (Е.С. Блажний, 1958) [9]. Эти почвы имеют высокий валовой запас фосфора. В пахотном слое содержание фосфорной кислоты колеблется от 0,18 до 0,21% (П.В. Носов, 1969). Однако почти половина этого запаса находится в недоступной для растения форме. В достаточной степени почвы обеспечены калием, как валовым, так и его подвижными формами.

По данным Е.В. Тонконоженко (1973) содержание в почвах молибдена в пределах 1,0-4,2 мг/кг, а подвижных его соединений в среднем 0,15-0,19 мг/кг, валового марганца 550-800 мг/кг, но подвижных его форм всего лишь 0,15-0,25 мг/кг. Валовой запас бора достигает 47 мг/кг, а подвижных его соединений лишь 0,16-1,2 мг/кг.

Физические свойства у выщелоченных чернозёмов менее благоприятны, чем у обыкновенных западно-предкавказских чернозёмов. По механическому составу И.А. Кузнецов (1968) выщелоченные чернозёмы относит к глинисто-пылеватым почвам. Н.Е. Редькин (1969) отмечает, что содержание физической глины колеблется от 62-72 % до 80 %, а илистых частиц от 39 % до 42 %, большое содержание ила и пыли ухудшает физические свойства выщелоченных чернозёмов, придаёт им высокую связность и способность к сильному заплыванию и уплотнению после выпадения осадков. Тяжелый механический состав данных почв накладывает отпечаток на физические свойства и водный режим. Согласно определению И.А. Кузнецова (1958) в пахотном слое почвы предельная влагоёмкость равна 30,4 %. При большем увлажнении эти почвы чрезвычайно вязки, а при сильном иссушении дают глубокие трещины.

Таким образом, при рациональном использовании почвенных запасов влаги и атмосферных осадков на фоне высокого потенциального плодородия эти почвы могут обеспечить высокие урожаи кукурузы.

Известно, что урожайность кукурузы в основном определяется количеством осадков в три летних месяца: май, июнь, июль. Хорошая обеспеченность влагой в критический период гарантирует хороший уровень урожая.

Метеорологические условия в годы проведения исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Метеорологические условия вегетационного периода кукурузы в годы проведения исследований по данным метеопоста Краснодарского НИИСХ, за 2010-2013годы

Показатели	Годы изучения	Месяц					За период
		апрель	май	июнь	июль	август	
Осадки, мм	2010	87,8	11,7	102,3	33,5	9,1	244,4
	2011	119,7	65,9	56,8	2,2	56,4	301
	2012	39,2	63	37,7	53,4	26,5	219,8
	2013	13,2	35,8	75,6	98,1	48,9	271,6
	Средние многолетние	55,0	69,0	82,0	58,0	51,0	315,0
Температура воздуха, °С	2010	12,2	20,2	23,9	26,8	27,8	22,0
	2011	10,0	17,0	22,6	27,0	23,8	20,1
	2012	16,5	21,5	24,7	25,7	25,3	22,4
	2013	13,5	20,9	23	24	24,8	21,2
	Средние многолетние	12,2	17,0	21,0	23,5	22,8	12,2

Весна 2011 года была чрезвычайно дождливой, выпало значительное количество осадков в апреле 120 мм, в мае 65,9 мм, что больше средней многолетней нормы на 72 и 5,9 мм соответственно. Такие погодные условия привели к разрыву по времени посева основных селекционных питомников, что впоследствии способствовало неодновременному появлению всходов и значительной дифференциации растений уже на начальных этапах их роста и развития. Летние месяцы характеризовались повышенным температурным фоном (выше средних многолетних значений на 2-4 °С) и крайне неравномерным распределением атмосферных осадков особенно в критические фазы роста и развития растений. Экстремально засушливые погодные условия, сложившиеся в июле - 2,2 мм и первой декаде августа -1.1 мм значительно повлияли на зерновую продуктивность растений.

В целом, за весь период проведенных исследований, погодные условия 2011 года можно признать, как наиболее экстремальные для роста и развития растений кукурузы.

Погодные условия вегетации кукурузы в 2012 году также характеризовались повышенным температурным режимом (на 2-4 °С выше нормы) и неравномерным распределением осадков.

Крайне засушливые условия наблюдались в критические фазы роста и развития растений (первая и вторая декады июня - 0,2 и 2,4 мм соответственно). Резкий дефицит осадков наблюдался и во второй половине июля (5,5 мм) и начале августа (0,4 мм). За весь вегетационный период кукурузы выпало 220 мм, что на 99 мм меньше нормы. В целом, повышенный температурный режим и недостаток влаги в критические фазы развития растений оказали существенное влияние на снижение их продуктивности.

Весна 2013 года была ранней и теплой, поэтому посев основных селекционных питомников проводили в оптимальные сроки. Температура воздуха на протяжении всего вегетационного периода была несколько выше среднемноголетней. Количество осадков за весь вегетационный период было близко к оптимальной норме. Критические фазы развития кукурузы прошли при достаточном количестве тепла и влаги (июнь — 75,6 мм, июль — 98,1 мм), что способствовало формированию высокого урожая. В целом, 2013 год по температуре воздуха и количеству осадков характеризовался как наиболее благоприятный для роста и развития кукурузы.

На основании проведенного анализа погодных условий, становится очевидным тот факт, что возделывание данной культуры существенно зависит от температурного режима и количества осадков, особенно в основные критические фазы роста и развития растений. Также отметим, что за годы проведенных исследований наблюдалось увеличение периодов с критической влагообеспеченностью и превышением температуры воздуха среднемноголетних показателей.

В 2014 году экологическое испытание проводилось только в одной зоне – это станица Ладожская, Усть-Лабинского района Краснодарского края. Изучение гибридов проводилось на полях агрофирмы «Семеноводство Кубани».

Станица Ладожская расположена, как и г. Краснодар в центральной зоне края, с тем лишь отличием, что она входит в центральную подзону, а г. Краснодар – в южную.

Центральная подзона отличается ровным рельефом, с небольшими балками и уклонами местности, которые колеблются от 1 до 80. Климат Усть-Лабинского района - умеренно-континентальный, более теплый и влажный, чем в северной зоне, но более засушливый, чем в южной подзоне (г. Краснодар).

В станице Ладожская преобладают ветры восточных, северо-восточных и юго-западных румбов, средняя годовая скорость ветра - 3,3 м/с. Среднее число дней с сильным ветром (более 15 м/с) – 16, в холодный период – 10. Наиболее устойчив восточный и особенно северо-восточный ветер, наблюдающийся порой по 6-12 дней. Зимой этот ветер при силе в 5-12 баллов может вызывать «черные» бури: пыль из верхнего слоя почвы поднимается высоко в воздух и разносится на большие расстояния, а более крупные частицы скапливаются в пониженных местах и в лесополосах. При снижении количества пыльных бурь до 1 раза в 2-3 года наблюдается их значительная продолжительность.

Среднегодовое количество осадков 510-620 мм. За последние 25 лет минимальное количество осадков составило 300 мм, максимальное 875 мм. Продолжительность безморозного периода 190-200 дней. Зима отличается небольшим снежным покровом, в общей сложности 43-45 дней. Высота снежного покрова в январе-феврале в среднем 10-11 см, максимальная 24 см. Среди зимы бывают оттепели (+5, +10 оС), которые часто повторяются и вызывают сход снега. Среднегодовая температура в Усть-Лабинском районе 10-

11 °С, самого холодного месяца января составляет -3 °С, а самого теплого июля 30-35 °С. Наиболее низкая температура в отдельные годы составляет -20...-25°С (январь-февраль), наиболее высокая поднимается до 38-41 оС (июль-август).

В целом почвенно-климатические условия района благоприятны для развития сельскохозяйственного производства.

Посев был проведен в середине апреля, но в связи с тем, что апрель был влажный и холодный – всходы получены лишь в начале мая. Период вегетации в Усть-Лабинском районе характеризовался значительным дефицитом влаги в июле-августе (ниже средних многолетних значений на 87 мм), на фоне небольшого повышения температур (выше средних многолетних значений на 1-2 °С). Данные условия крайне отрицательно сказались на росте и развитии растений кукурузы, что в конечном итоге привело к снижению их урожайности зерна.

Осень была продолжительной, сухой и теплой, уборка проходила в оптимальные сроки.

Подводя итоги оценки погодно-климатических условий зон изучения полученных гибридов можно заключить, что столь контрастные условия и большой размах самих зон, позволили всесторонне изучить полученный селекционный материал и выделить из него наиболее адаптированный к широким экологическим условиям.

## **2.2 Исходный материал и методика проведения исследований**

Для создания новых среднеранних линий кукурузы в качестве донора раннеспелости была использована зубовидная линия селекции института Кр 810, полученная из позднеспелой популяции RССSCPR после 14 циклов отбора на раннее цветение.

В качестве второго компонента для создания нового исходного материала были привлечены четыре среднепоздние линии кукурузы из генетической коллекции института гетерозисной группы *ident, sss*: Кр 119, Кр 947, Кр 773 и Кр 774.

С целью концентрации благоприятных аллелей в одном генотипе с участием среднепоздних линий было создано три гибридные комбинации кукурузы: Кр 947 x Кр 773, Кр 773 x Кр 774 и Кр 773 x Кр 119.

Для совмещения периодов цветения среднепозднего материала с раннеспелой линией, последняя высевалась в три срока. На созданных гибридных комбинациях был заложен новый линейный материал. В течение пяти лет на данном материале проводился отбор по морфо-биологическим признакам (раннеспелость, устойчивость к болезням и вредителям, полеганию и т.д.).

По результатам многолетнего отбора для дальнейшей селекционной проработки было отобрано 18 среднеранних новых линий кукурузы.

Для оценки новых линий кукурузы на комбинационную способность по урожайности зерна были привлечены три тестера гетерозисной группы Ланкастер: Кр 685 МВ, Кр 244 МВ и Кр 717 МВ.

Опыты по изучению линий и гибридов кукурузы проводили по Методике полевых опытов с кукурузой ВНИИ кукурузы [13] и методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур с учетом общепринятой для зоны технологии [203].

Линии, подлежащие тестированию, высевались в селекционном питомнике. Агротехника во всех полевых опытах была общепринятой для зоны исследований.

В качестве предшественника кукурузы на селекционном поле высевался горох.

Обработка почвы включала в себя: осеннее дискование участка в двух направлениях, внесение удобрений перед пахотой (из расчета  $N_{60}P_{60}K_{60}$  д.в.

на 1 га), зяблевая вспашка на глубину 25-30 см с выравнивающим дискованием.

С наступлением весенних оттепелей проводили поверхностные обработки почвы (после наступления физической спелости почвы) - первую на глубину 10-12 см паровым культиватором КПК-4: вторую перед посевом УСМК-5,4 на глубину 5-6 см с одновременным внесением минеральных удобрений. В виду того, что участок засорен многолетними сорняками, для борьбы с ними в обязательном порядке ежегодно вносим почвенный гербицид Харнес. Почвенный гербицид вносили перед посевом с заделкой в почву при предпосевной культивации в количестве 2,5 л/га. В дальнейшем в фазе кукурузы 5-6 листьев применяли послевсходовые гербициды Титус (0,4 л/га), в баковой смеси с Банвелом (0,3 л/га). Во время вегетации уход за посевами включал в себя проведение междурядных культиваций культиватором КРН-4,2 и при необходимости прополка вручную. Непосредственно перед посевом проводилось маркирование поля в двух направлениях и разбивка участка на ярусы шириной 7 м, ширина дорожек между ярусами составила 2,1 м. Посев в селекционном питомнике проводили вручную (ручными сажалками), а в контрольном питомнике осуществляли специальными селекционными сеялками точного высева, пунктирным способом. Площадь делянок в контрольном питомнике составляла - 9,8 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. В блоках номера размещались рендомизированно. Испытание новых гибридов проводилось в контрольном питомнике, в качестве стандарта использовали среднеранний гибрид кукурузы РОСС 299 МВ.

В контрольном питомнике испытания, полученных тесткроссов и в селекционном питомнике изучения линий проводились фенологические наблюдения: отмечали дату всходов растений, дату цветения метелок и початков (50%). Кроме этого и в контрольном и в селекционном питомниках делались биометрические измерения: измеряли высоту растений и высоту прикрепления початка, проводился подсчет количества листьев (с предвари-

тельным подрезанием листа). За время вегетационного периода были выполнены необходимые подсчеты: количество растений непосредственно перед уборкой, количество полегших и поломанных ниже початка растений.

После уборки питомников на убранных початках проводились промеры: длина и диаметр початка, количество рядов зерен и количество зерен в ряду, количество зерен на початке, а также их масса, масса 1000 зерен.

Самоопыленные линии в селекционном питомнике убирались вручную, гибридов кукурузы в контрольном питомнике - комбайнами (Wintersteiger Delta и СК-5 Нива). При уборке делянок комбайном Wintersteiger Delta вес зерна с делянки и уборочная влажность зерна определялись комбайном по ходу уборки. Делянки, убранные комбайном СК-5 Нива затем взвешивались на весах, а влажность зерна измерялась с помощью портативного влагомера. Полученные данные веса и влажности обсчитывали по программе для вычисления урожайности зерна с одного гектара при 14 % влажности.

Весь полученный экспериментальный материал в последующем был обработан с помощью методов математического анализа: методы корреляционного, регрессионного и одно и двухфакторного дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [42]. Комбинационную способность новых самоопыленных линий определяли в системе топкроссных скрещиваний по В.К. Савченко [100].

Для определения селекционной ценности гибридов и линий использовали формулы, предложенные Орлянским Н.А. [88, 149]. Статистическая обработка данных проводилась путем расчетов в Microsoft Excel, а также с использованием специализированных компьютерных программ Statistica 6.0 и пакета компьютерных программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS версии 2.09 [115].

### **3. СОЗДАНИЕ СРЕДНЕРАННИХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦМС**

#### **3.1 Создание и классификация нового исходного материала**

Проблема создания среднеранних гибридов кукурузы для Российской Федерации всегда занимала ведущее место в связи с тем, что огромная территория страны находится в зоне с недостаточным количеством тепла и влаги. В настоящее время повышается спрос на среднеранние гибриды и в более южных регионах страны, в связи с изменением климата в сторону повышения температуры и уменьшения осадков за период вегетации кукурузы (Лавренчук Н.Ф., 1998) [41, 71, 111, 140].

Одной из причин, сдерживающей создание среднеранних гибридов кукурузы, является их узкий генофонд, именно поэтому важное значение приобретает работа по созданию и оценке нового раннеспелого исходного материала. Селекционерам известно, что раннеспелость тесно связана корреляционной зависимостью (отрицательной) с продуктивностью. Именно скрещивание раннеспелого материала с позднеспелым, несущим ряд положительных свойств, является выходом, обеспечивающим получение более раннеспелых линий с необходимыми ценными признаками [8, 83, 88].

Для решения данной задачи в отделе селекции кукурузы уже в течение большого периода ведется работа по получению новых и всесторонней оценки уже имеющихся самоопыленных линий кукурузы. [102, 203]

Изучение исходного материала по основным селекционным признакам особенно по комбинационной способности более полно раскрывает потенциальные возможности изучаемых линий, что позволяет эффективно использовать их в селекционном процессе. В рамках данной селекционной программы ставилась задача создать среднеранние линии с высокой ОКС по основным признакам, а также были устойчивы к основным болезням и вредителям.

Полученные линии должны обладать повышенной продуктивностью, хорошей реакцией к неблагоприятным факторам среды, адаптивным потенциалом к различным условиям выращивания и максимально приспособлены к механизированной уборке.

Как уже отмечалось выше, раннеспелый исходный материал значительно уступает элитным линиям из более поздних гетерозисных групп, таких как: Iodent, Lancaster, Stiff Stalk Synthetic, и др. Поэтому наиболее эффективно создание новых среднеранних линий с участием этих зародышевых плазм.

Учитывая выше изложенное нами изначально, для селекции новых самоопыленных линий привлекалась раннеспелая линия и среднепоздние линии, в генотип которых были включены плазмы, обуславливающие раннеспелость и позднеспелость. Предполагалось, что в полученных гибридах будут совмещены наиболее ценные аллели как раннеспелых, так и позднеспелых форм.

Из каждой полученной комбинации в селекционном питомнике высевалось примерно 400-600 растений, которые после жесткой браковки были включены в последующее скрещивание. На первом этапе инбридинга растений для самоопыления оставляли примерно 250-300 шт. в результате жесткой браковки для последующих отборов. На следующих этапах посев самоопыленных линий проводили по семейному методу «початок-ряд» с последующей браковкой потомств. В каждом поколении проводили дальнейший инбридинг в сочетании с жесткой браковкой семей по комплексу основных фенологических и биометрических признаков.

Генотипическая классификация изучаемых в данной работе самоопыленных линий кукурузы относительно гетерозисных групп зародышевой плазмы проводилась на более поздних генерациях инбридинга согласно информации о документированном синтезе генеалогии (педигри) [175], на основе фенотипического сходства [58, 197, 202], а также с учетом результатов

серии анализирующих скрещиваний на основании соответствующих рекомендаций [161, 198]. В результате этого было установлено, что изучаемый исходный материал относится к группам зародышевой плазмы Айодент и Стиф Сток Синтетик (таблица 2).

Приведенная классификация свидетельствует о наличии генетической неоднородности исходного материала, что указывает на эффективность проведенного отбора.

Таблица 2 – Генотипическая классификация новых самоопыленных линий кукурузы относительно гетерозисных групп зародышевой плазмы, Краснодар 2010 год.

Комбинация гетерозисной группы	Название линий
SSS x (SSS x (ID x SSS))	810947773/1-1-1-2-1; 810947773/2-2-1-1-1; 810947773/3-1-1-1-1; 810947773/5-1-1-1-1; 810947773/9-2-1-1-1; 810947773/10-1-1-1;
SSS x ((ID x SSS) x (ID x SSS))	810773774/4-1-1-1-1; 810773774/5-2-1-2-1; 810773774/6-2-1-1-1; 810773774/7-1-2-1-1;
SSS x ((ID x SSS) x SSS)	810773119/2-1-1-2-1; 810773119/2-1-1-3-1; 810773119/6-2-1-1-1; 810773119/6-2-1-2-1; 810773119/7-1-1-1-1; 810773119/7-1-2-1-1; 810773119/7-1-2-2-1; 810773119/8-1-1-2-1;

Можно заключить, что в результате инбридинга с последующим отбором удалось избежать сужения генетической плазмы отобранных линий.

Для дальнейшего изучения селекционной ценности отобранных самоопыленных линий нами были проведены топкроссные скрещивания. Тестирование новых самоопыленных линий на линии - тестеры проходило после нескольких лет самоопыления, по достижению линиями морфологической выравненности. Для этого использовались три тестера гетерозисной группы Ланкастер Кр 685 МВ, Кр 244 МВ и Кр 717 МВ.

### **3.2 Результаты оценки новых среднеранних линий кукурузы по морфобиологическим признакам**

Из литературных источников известно, что огромное значение в гетерозисной селекции кукурузы играет наличие фенотипических различий между линиями. Рядом авторов уже установлена высокая наследуемость у линий таких признаков как: продуктивности, высота растений, высота прикрепления початка, устойчивость к болезням, вредителям, полеганию, и другие [167, 168].

В своих работах Г. Рундфельдт [1, 99] утверждает о возможности проведения интенсивного отбора лучших растений по скороспелости, устойчивости к повреждению болезнями и вредителями, а также по основным селекционным признакам.

Изучение и оценка морфологических признаков является важным элементом для систематики исходных и полученных линий кукурузы, и соответствие их требованиям механизированной уборки [86].

**Высота растений** – один из многих морфологических признаков, тесно связанный с другими характеристиками – высотой заложения початков, количеством листьев на растении, ломкостью и полеганием стебля, а также продуктивностью [41, 141].

Изучение корреляционных взаимосвязей позволило установить связь высоты растений и высоты прикрепления початка с элементами продуктивности и комбинационной способностью.

По мнению ряда селекционеров от высоты растений, зависит и высота прикрепления початка (L.M. Josephson и др.), тем не менее эта связь не является абсолютной.

Кроме этого, высота растений у самоопыленных линий кукурузы очень сильно зависит от условий выращивания, например, изменения густоты посева [154].

Значения высоты растений самоопыленных линий кукурузы представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Высота растений новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы, Краснодар, (2011 – 2012гг.)

Название линий	Год, высота растения, см.			CV, %
	2010	2011	среднее	
810947773/1-1-1-2-1	130,8	135,6	133,2±4,47	2.5
810947773/2-2-1-1-1	120,5	122,2	121,3±2,63	0.9
810947773/3-1-1-1-1	160,7	167,2	163,9±3,72	2.8
810947773/5-1-1-1-1	134,1	138,1	136,1±1,15	2.0
810947773/9-2-1-1-1	165,1	169,3	167,2±4,27	1.7
810947773/10-1-1-1-1	161,1	160,1	160.6±3,72	0.4
810773774/4-1-1-1-1	125,1	125,2	125,1±0,03	0,0
810773774/5-2-1-2-1	129,2	128,6	128,9±0,17	0,3
810773774/6-2-1-1-1	127,1	130,6	128,8±1,01	1,9
810773774/7-1-2-1-1	141,5	147,7	144,6±1,79	3.0
810773119/2-1-1-2-1	135,6	135,6	135,6±0,01	0,0
810773119/2-1-1-3-1	145,5	147,2	146,3±4,04	0.8
810773119/6-2-1-1-1	140,3	142,2	141,2±2,86	0.9
810773119/6-2-1-2-1	146,1	145,2	145,6±0,26	0,4
810773119/7-1-1-1-1	163,6	160,1	161,8±4,95	1.5
810773119/7-1-2-1-1	168,6	165,5	167,1±3,46	1.3
810773119/7-1-2-2-1	132,8	137,8	135,3±1,44	2.6
810773119/8-1-1-2-1	150,8	157,6	154,2±3,55	3.1
Среднее	143,2±3,61	145,3±3,10	144,2±3,35	-
σ	231,5	172,1	154,2	-
S <sub>x</sub>	14.1	15.5	14.8	-
CV, %	9.8	10.7	10.2	-
X <sub>max</sub>	168,6	169,3	167.2	-
X <sub>min</sub>	120.5	122,2	121.3	-

Данные таблицы показывают, что у новых среднеранних линий кукурузы в среднем за два года исследований значения высоты растений варьировали в опыте от 121,3 до 167,2 см. (CV, 10,2%).

Наиболее высокорослыми за годы исследований оказались линии 810947773/10-1-1-1-1, 810947773/3-1-1-1-1, 810773119/7-1-1-1-1 и 810947773/9-2-1-1-1.

Высота растений данных линий находилась в пределах 160,6 – 167,2 см, при среднем значении у восемнадцати изучаемых линий 144,2 см. С точки зрения стабильности признака «высота растений» у изучаемых линий за годы исследований коэффициент вариации по данному признаку был низким (CV-0-2.8%), что говорит о выровненности линейного материала по данному признаку.

**Высота прикрепления верхнего хозяйственно-годного початка и габитус растений** являются взаимосвязанными морфологическими признаками, определяющими их реакцию на изменение внешней среды в лучшую сторону [104]. Признак «высота прикрепления початка» является главным в оценке пригодности гибрида к механизированной уборке. По данным Н.А. Красковской, О.А. Савенко (2002) необходимо создание гибридов с прикреплением нижнего хозяйственно годного початка на высоте около 60 см [66].

Анализируя результаты данной таблицы необходимо отметить, что наибольшая высота прикрепления початка по двум годам изучения достигала наивысших значений у линий 810947773/10-1-1-1-1, 810947773/9-2-1-1-1, 810947773/3-1-1-1-1: 52,5 - 56,4 см соответственно. Самое высокое прикрепление початка в опыте в среднем за два года изучения было отмечено у линии 810773119/8-1-1-2-1 – 79,2 см.

За три года изучений у новых среднеранних линий кукурузы коэффициент вариации по данному признаку был незначительным – 0,7 – 6,2%.

При этом межлинейные значения по признаку были заметными:  $X_{\max}$  – 79.2 см,  $X_{\min}$  – 32.6 см.

Данные по признаку «высота прикрепления початка» представлены в таблице 4.

Таблица 4 –Высота прикрепления початка новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы, Краснодар (2010 – 2011 гг.)

Линии	Высота прикрепления початка, год, см			CV, %
	2010	2011	среднее	
810947773/ <sub>1-1-1-2-1</sub>	34,8	35,1	34,9±0,09	0.6
810947773/ <sub>2-2-1-1-1</sub>	35,1	37,2	36,1±2,08	4.1
810947773/ <sub>3-1-1-1-1</sub>	55,6	57,3	56,4±3,52	2.1
810947773/ <sub>5-1-1-1-1</sub>	33,6	31,6	32,6±1,47	4.3
810947773/ <sub>9-2-1-1-1</sub>	55,8	56,4	56,1±4,45	0.7
810947773/ <sub>10-1-1-1-1</sub>	53,5	51,6	52,5±1,10	2.5
810773774/ <sub>4-1-1-1-1</sub>	38,6	38,2	38,4±0,12	0,7
810773774/ <sub>5-2-1-2-1</sub>	40,3	41,6	40,9±0,95	2.2
810773774/ <sub>6-2-1-1-1</sub>	35,6	34,7	35,1±1,13	1.8
810773774/ <sub>7-1-2-1-1</sub>	37,3	38,2	37,8±0,26	1.6
810773119/ <sub>2-1-1-2-1</sub>	46,6	49,5	48,1±2,08	4.2
810773119/ <sub>2-1-1-3-1</sub>	35,4	37,1	36,2±1,62	3.3
810773119/ <sub>6-2-1-1-1</sub>	37,3	40,3	38,8±0,87	5.4
810773119/ <sub>6-2-1-2-1</sub>	45,1	46,3	45,7±2,94	1.8
810773119/ <sub>7-1-1-1-1</sub>	40,6	41,7	41,1±3,20	1.8
810773119/ <sub>7-1-2-1-1</sub>	49,5	45,3	47,4±1,21	6.2
810773119/ <sub>7-1-2-2-1</sub>	45,8	48,4	47,1±3,64	3.9
810773119/ <sub>8-1-1-2-1</sub>	78.4	80,1	79,2±8,42	1.5
Среднее	44.3±1,41	45.0±2,90	44,7±2,15	-
Σ	36,6	152,0	55,3	-
S <sub>x</sub>	6,0	12,3	7,4	-
CV, %	69,4	70,6	70,0	0.8
X <sub>max</sub>	78,4	80,1	79,2	-
X <sub>min</sub>	33,6	31,6	32,6	-

### Количество листьев на растении

По количеству листьев отмечена незначительная изменчивость у изучаемых линий в среднем по годам исследований.

Коэффициент вариации данного признака в среднем варьировал от 0 до 3,9%, что свидетельствует о высокой стабильности данного признака.

Данные по признаку «количество листьев на растении» новых линий представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Количества листьев новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы, Краснодар, (2010 – 2011 гг.)

Название	Количество листьев на растении, год, шт.			CV, %
	2010	2011	среднее	
810947773/1-1-1-2-1	14,3	14,0	14,2±0,09	1,4
810947773/2-2-1-1-1	14,6	14,0	14,3±0,17	2,9
810947773/3-1-1-1-1	15,5	15,0	15,3±0,14	2,3
810947773/5-1-1-1-1	14,0	14,0	14,0±0,01	0,0
810947773/9-2-1-1-1	14,5	14,0	14,3±0,14	2,4
810947773/10-1-1-1-1	17,1	17,0	17,1±0,03	0,4
810773774/4-1-1-1-1	14,5	14,0	14,3±0,14	2,4
810773774/5-2-1-2-1	14,6	14,0	14,3±0,17	2,9
810773774/6-2-1-1-1	14,8	14,0	14,6±0,21	3,9
810773774/7-1-2-1-1	15,8	15,0	15,4±0,23	3,6
810773119/2-1-1-2-1	15,1	15,0	15,1±0,03	0,4
810773119/2-1-1-3-1	14,1	14,0	14,1±0,03	0,5
810773119/6-2-1-1-1	14,8	14,0	14,6±0,23	3,9
810773119/6-2-1-2-1	16,6	16,0	16,3±0,17	2,6
810773119/7-1-1-1-1	18,5	18,0	18,3±0,14	1,9
810773119/7-1-2-1-1	17,8	17,0	17,4±0,23	3,2
810773119/7-1-2-2-1	15,5	15,0	15,3±0,14	2,3
810773119/8-1-1-2-1	15,3	15,0	15,2±0,09	1,4
Среднее	15,4±0,30	14,9±0,35	15,1±0,32	-
σ	1,67	2,18	1,82	-
S <sub>x</sub>	0,78	0,66	0,72	-
CV, %	5,1	4,4	4,7	-
X <sub>max</sub>	18,5	18,0	18,2	-
X <sub>min</sub>	14,0	14,0	14,0	-
HCP <sub>05</sub>	0,9	1,1	1,0	-

Необходимо отметить, что новые среднеранние линии различались по данному признаку. Максимальные значения данного признака были отмечены у двух новых линий 810773119/7-1-2-1-1 и 810773119/7-1-1-1-1 – 17,4 – 18,3 листьев соответственно при среднем значении 15,1 листа на одном растении.

### 3.3 Элементы продуктивности початков изучаемых линий кукурузы

Урожайность кукурузы на зерно определяется продуктивностью отдельного растения и количеством растений на единице площади.

**Продуктивность** является одним из основных критериев, определяющих эффективность отбора той или иной формы в селекции. Многими исследованиями установлено, что это сложный показатель, определяющийся многими количественными элементами. Существует мнение, что при создании высокогетерозисных гибридов важно учитывать особенности, определяющие продуктивность исходного материала, степень их наследования, а также корреляционную зависимость [33, 55, 148, 151].

Признаки количество зерен в початке, вес зерна с початка и масса 1000 зерен, число растений на  $1\text{ м}^2$  - являются главными элементами, составляющие структуру урожая зерна кукурузы. Сравнивая количественные признаки элементов продуктивности кукурузы, можно отметить, что повышение ее продуктивности осуществляется, во-первых, за счет увеличения количества рядов зерен и зерен в ряду, что в итоге приведет к увеличению количества зерна с початка и его массы, а также за счет озерненности початка и количества растений или початков с  $1\text{ м}^2$ .

**Длина и диаметр початка** являются основными структурными элементами характеристики урожая початка, хотя связь между ними не всегда является достоверной. Фенотипическое проявление данных признаков может значительно меняться в зависимости от условий окружающей среды [141, 154].

Анализируя перспективные самоопыленные линии (таблица 6), можно отметить, что большинство изучаемых линий имели незначительную изменчивость по длине початка ( $CV < 10\%$ ). Достоверно превышали средние значения в опыте такие линии, как 810947773/<sub>1-1-1-2-1</sub>, 810947773/<sub>2-2-1-1-1</sub>, 810947773/<sub>3-1-1-1-1</sub>, 810947773/<sub>9-2-1-1-1</sub>, 810947773/<sub>10-1-1-1-1</sub>, 810773774/<sub>4-1-1-1-1</sub>,

810773119/7-1-2-1-1 и 810773119/7-1-2-2-1 в оба года исследований. Наиболее вариabельными по длине початка оказались линии 810773119/2-1-1-3-1 и 810773119/6-2-1-1-1 (CV соответственно равны 7,84 и 8,4%).

Таблица 6 – Биометрическая характеристика початков новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы. (Краснодар 2010 – 2011 гг.)

Название	Длина початка, см, год			CV, %	Диаметр початка, см, год			CV, %
	2010	2011	сред- нее		2010	2011	сред- нее	
810947773/1-1-1-2-1	12,2	12,1	12,2	0,6	3,69	3,71	3,71	0,3
810947773/2-2-1-1-1	12,3	12,1	12,2	1,2	3,62	3,61	3,61	0,3
810947773/3-1-1-1-1	12,0	12,2	12,1	1,2	3,87	3,97	3,92	1,8
810947773/5-1-1-1-1	10,2	10,4	10,3	1,4	3,65	3,69	3,67	0,7
810947773/9-2-1-1-1	13,6	13,5	13,6	0,5	3,71	3,86	3,78	2,8
810947773/10-1-1-1-1	12,9	12,4	12,7	2,8	3,31	3,42	3,36	2,3
810773774/4-1-1-1-1	11,7	11,3	11,5	2,5	3,54	3,61	3,57	1,3
810773774/5-2-1-2-1	10,3	10,4	10,4	0,7	3,67	3,82	3,74	2,8
810773774/6-2-1-1-1	10,3	10,4	10,4	0,7	3,57	3,68	3,62	2,1
810773774/7-1-2-1-1	9,7	9,9	9,8	1,4	3,47	3,56	3,51	1,8
810773119/2-1-1-2-1	9,3	9,1	9,2	1,5	3,91	3,97	3,94	1,0
810773119/2-1-1-3-1	9,8	9,5	9,7	2,2	3,85	3,97	3,91	2,1
810773119/6-2-1-1-1	9,6	9,8	9,7	1,5	3,71	3,91	3,81	3,7
810773119/6-2-1-2-1	10,1	9,9	10,0	1,4	4,53	4,31	4,42	3,5
810773119/7-1-1-1-1	10,8	10,6	10,7	1,3	3,58	3,71	3,64	2,5
810773119/7-1-2-1-1	13,5	13,2	13,4	1,6	3,71	3,82	3,76	2,0
810773119/7-1-2-2-1	10,9	11,1	11,0	1,3	4,02	4,09	4,05	1,2
810773119/8-1-1-2-1	9,5	9,6	9,6	0,7	4,41	4,55	4,48	2,2
Среднее	11,0	11,0	11,0	-	3,7	3,8	3,8	-
CV, %	12,7	12,0	12,4	-	8,0	7,1	7,5	-
НСР <sub>05</sub>	4,0	3,3	3,7		1,6	1,1	1,4	

Изменчивость признака «диаметр початка» оказалась также незначительной практически у всех изучаемых линий (CV<10%), кроме 810773119/2-1-1-3-1 (CV=12,8%) и 810773119/8-1-1-2-1 (CV=11,7%). Наименьшими значениями диаметра початка обладала линия 810773119/6-2-1-2-1. Она на всех вариантах опыта достоверно превышала средние значения признака. Линии

810773119/7-1-2-2-1, 810947773/9-2-1-1-1, 810947773/3-1-1-1-1 имели высокие значения диаметра початка в 2010 году, 810773119/8-1-1-2-1 – в 2011 году.

Таким образом, в среднем за два года наибольшими значениями диаметра початка обладали линии 810773119/6-2-1-2-1, 810773119/7-1-2-2-1 и 810773119/8-1-1-2-1 ( $d$  более 4,00 см).

Длина початка большинства самоопыленных линий находилась в пределах 9-11 см (42,1%) (рисунок 1).

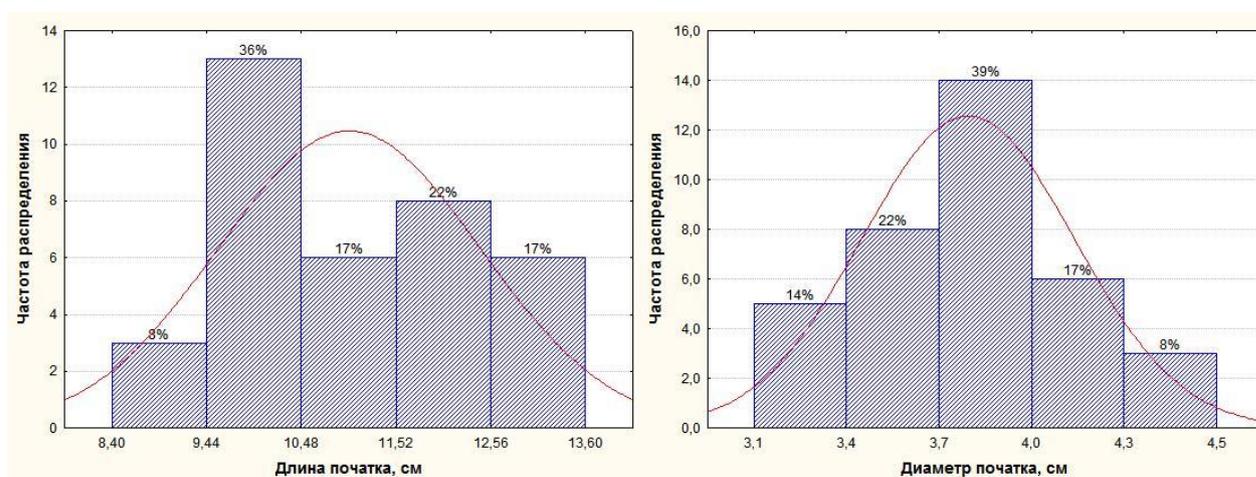


Рисунок 1 – Распределение изучаемых самоопыленных линий кукурузы по признакам «длина початка» и «диаметр початка», среднее за 2010-2011 гг. Краснодар.

Однако, более 45% изучаемых линий имели длину початка от 11,0 до 13,0 см, что соответствует требованиям практической селекции. По диаметру початка большинство изучаемых линий (61,4%) находились в пределах 3,5-4,0 см.

Параметры варьирования новых среднеранних линий за 2010-2011 гг. по признакам «длина початка» и «диаметр початка» представлены в таблице 7 и в приложениях 3-4

Полученные данные в наших исследованиях свидетельствуют о статистически достоверной изменчивости диаметра початка у изучаемых линий в

оба года исследований ( $CV \geq 10\%$ ). Это позволит сделать отбор лучших растений по данному признаку. Размах варьирования признака составил от 4,55 см в 2011 году, до 4,53 см – в 2010 году. Средние значения длины початка на всех вариантах опыта были близкими и варьировали в пределах 10,9-11,1 см.

Таблица 7 – Параметры варьирования самоопыленных линий по признакам «длина початка» и «диаметр початка», (Краснодар, 2010-2011 гг.)

Параметры	Длина початка, год			Диаметр початка, год		
	2010	2011	среднее	2010	2011	среднее
N	54	54	54	54	54	54
$\bar{X} \pm s_x$ , см	11,0±0,44	11,0±0,37	11,0±0,40	3,73±0,08	3,83±0,06	3,78±0,07
$X_{\min}$ , см	9,3	8,4	8,9	3,07	3,51	3,29
$X_{\max}$ , см	13,6	13,2	13,4	4,53	4,55	4,54
Lim, см	7,8	6,5	7,1	1,45	1,03	1,24
S	1,92	1,61	1,76	0,357	0,248	0,302
$CV \pm s_v$ , %	12,7±0,27	12,0±0,19	12,3±0,23	8,0±0,12	7,1±0,14	7,5±0,13

Диаметр початка на всех вариантах опыта имел более стабильные значения ( $CV \leq 10\%$ ). Наименьшая вариабельность и высокие средние значения были отмечены в 2011 году. В этом же году были самые высокие минимальные и максимальные значения, что дает возможность сделать отбор наиболее ценных форм для селекционной практики.

Таким образом, были выделены лучшие линии по признаку «длина початка»: 810947773/9-2-1-1-1, 810773119/7-1-2-1-1; 810947773/10-1-1-1-1; 810947773/2-2-1-1-1 и по признаку «диаметр початка»: 810773119/8-1-1-2-1; 810773119/6-2-1-2-1; 810773119/7-1-2-2-1; 810773119/2-1-1-2-1.

Многие селекционеры считают, что признак «число рядов зерен в початке» характеризуется высокой стабильностью своего проявления [152]. В работах Ф.М. Куперман [70], А.Э. Панфилова [94] и других авторов говорится о слабой изменчивости данного признака под влиянием среды.

**Количество зерен в ряду початка** формируется на более поздних этапах органогенеза (IV-V). Именно это обеспечивает высокую изменчивость данного признака [152]. Лучшая завязываемость зерен и, как следствие, большее количество зерен в ряду обеспечивается благоприятными условиями во время цветения растений (хорошая влагообеспеченность при оптимальном температурном режиме) [45].

В таблице 8 приведена характеристика структурных элементов продуктивности отобранных новых линий.

Таблица 8 – Биометрическая характеристика початков новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы, (Краснодар, 2010 – 2011 гг.)

Название	Число рядов зерен в початке, шт.			CV, %	Количество зерен в ряду, шт.			CV, %
	2010 год	2011 год	среднее		2010 год	2011 год	среднее	
810947773/1-1-1-2-1	12,8	13,2	13,0	2,2	22,5	21,1	21,8	4,5
810947773/2-2-1-1-1	14,4	14,0	14,2	2,0	21,4	20,7	21,5	2,4
810947773/3-1-1-1-1	13,9	13,5	13,7	2,1	19,8	20,0	19,9	0,7
810947773/5-1-1-1-1	13,5	13,0	13,2	2,7	16,4	18,4	18,0	3,1
810947773/9-2-1-1-1	14,3	14,6	14,4	1,5	23,6	21,9	22,7	5,3
810947773/10-1-1-1-1	13,0	13,7	13,3	3,7	20,4	18,2	19,7	4,7
810773774/4-1-1-1-1	12,9	13,0	13,0	0,5	21,4	20,6	21,0	2,7
810773774/5-2-1-2-1	17,1	16,7	16,9	1,7	20,8	18,2	20,1	4,9
810773774/6-2-1-1-1	14,0	14,3	14,1	1,5	16,2	17,8	16,4	0,4
810773774/7-1-2-1-1	12,8	13,3	13,0	2,7	18,2	18,1	18,1	1,2
810773119/2-1-1-2-1	15,4	15,0	15,2	1,9	16,0	16,8	16,4	3,4
810773119/2-1-1-3-1	12,7	12,2	12,4	2,8	18,3	16,8	17,6	6,0
810773119/6-2-1-1-1	14,5	14,0	14,2	2,5	19,7	21,0	20,3	4,5
810773119/6-2-1-2-1	16,0	15,6	15,8	1,8	17,5	16,8	17,1	2,9
810773119/7-1-1-1-1	14,7	15,0	14,8	1,4	14,2	16,3	15,2	5,3
810773119/7-1-2-1-1	15,0	15,5	15,3	2,3	21,2	24,4	22,8	3,9
810773119/7-1-2-2-1	15,6	15,0	15,3	2,8	17,0	17,1	17,1	0,4
810773119/8-1-1-2-1	12,5	12,8	12,6	1,7	14,8	16,5	15,6	5,8
Среднее	14,2	14,1	14,2	0,7	18,9	18,8	18,9	1,9
CV, %	9,2	8,3	8,6	5,3	14,0	11,2	12,9	10,8
НСР <sub>05</sub>	5,9	6,6	6,3	-	7,0	8,3	7,7	-

Отраженные в таблице результаты указывают на то, что почти все выделенные линии характеризуются низкой вариабельностью числа рядов зерен в початке на всех вариантах опыта ( $CV \leq 10\%$ ).

Исключение составили линии 810773119/2-1-1-3-1 и 810773774/5-2-1-2-1, у которых число рядов зерен в початке варьирует от 12,5 до 17,1 шт. Особо можно выделить линии 810773774/5-2-1-2-1, 810773119/2-1-1-2-1, 810773119/6-2-1-2-1, 810773119/7-1-2-1-1 и 810773119/7-1-2-2-1, которые характеризуются высокими стабильными значениями числа рядов зерен в початке и при этом достоверно превышают средние величины в опыте (при  $НСР_{05}=1,65$ ).

По количеству зерен в ряду початка отмечена большая вариабельность признака по сравнению с числом рядов зерен, что подтверждает литературные данные.

Однако, ряд линий 810947773/1-1-1-2-1, 810947773/2-2-1-1-1, 810947773/9-2-1-1-1, 810773119/7-1-2-1-1 имеют стабильно высокие (более 20 шт.) достоверные значения этого признака (при  $НСР_{05}=7,68$ ).

В целом, наиболее высокие значения этого признака у большинства изучаемых линий были отмечены в 2010 году. Впрочем, наименьшее варьирование признака у всех линий оказались в этом же году ( $CV=1,4\%$ ).

Наибольшие значения частот распределения числа рядов зерен в початке (40,4%) находились в интервале 14-16 рядов. Около 30% линий имели значения в пределах 12-14 рядов и 21,1% - 16-18 рядов, именно эти показатели соответствуют наилучшим границам для линий данной группы спелости. Некоторые линии (около 8,8%), напротив, имели более высокие значения данного признака – более 17 рядов, что дает надежду на отбор ценных форм (Рисунок 2).

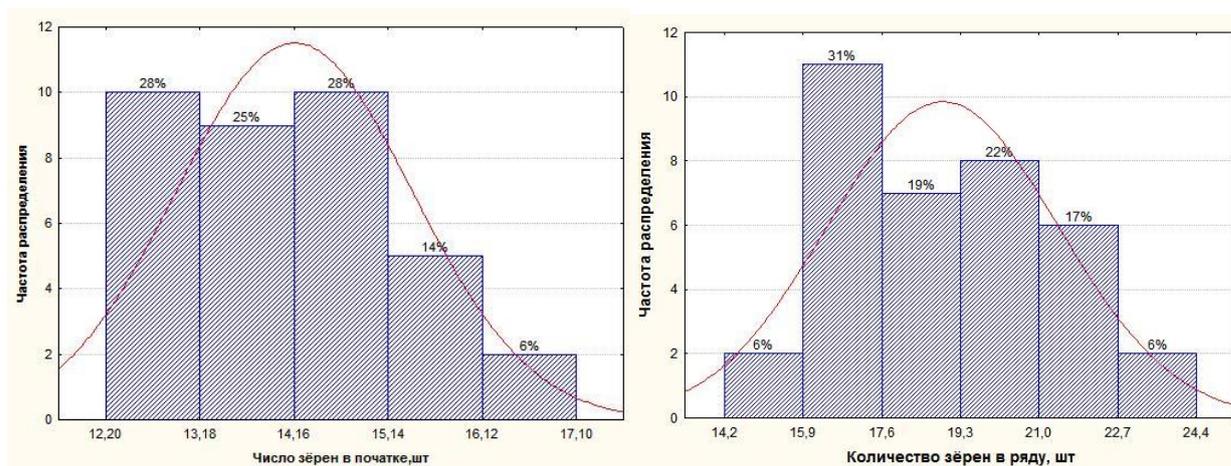


Рисунок 2 – Распределение изучаемых самоопыленных линий кукурузы по признакам «число рядов зерен в початке» и «число зерен в ряду», среднее за 2010-2011 гг. Краснодар.

Частоты распределения количество зерен в ряду характеризовались высокими значениями в интервалах 18-20 и 20-22 шт. (24,6 и 26,3% соответственно), что также соответствует оптимальным параметрам данного признака. Много линий (22,8%) имели количество зерен в ряду 16-18. Однако, 10,5% линий имели средние значения этого признака более 24 зерен в ряду, что позволяет вести селекцию на повышение урожайности линий кукурузы.

Средние параметры варьирования самоопыленных линий за 2010-2011 годы по признакам «количество рядов зерен в початке» и «количество зерен в ряду» представлены в таблице 9, а их статистическая обработка в приложениях 5-6.

Полученные данные свидетельствуют о статистически достоверной изменчивости числа рядов зерен в початке у изучаемых линий на всех вариантах опыта ( $CV \geq 10\%$ ). Это позволит сделать отбор лучших растений по данному признаку. Размах варьирования признака составил от 4,6 шт. у линий в 2010 году, до 5,6 шт. – в 2011 году. Средние значения число рядов зерен в початке на всех вариантах опыта по годам были близкими и колебались в пределах 18,9 - 18,8 шт.

Таблица 9 – Параметры варьирования линий по признакам «Число рядов зерен в початке» и «количество зерен в ряду», (Краснодар, 2010-2013 гг.)

Параметры	Число рядов зерен в початке, штук, год			Количество зерен в ряду, штук, год		
	2010	2011	среднее	2010	2011	среднее
N	54	54	54	54	54	54
$X_{\text{ср}} \pm s_x$ , см	14,2±0,31	14,1±0,42	14,2±0,36	18,9±0,78	18,8±0,53	18,9±0,65
$X_{\text{min}}$ , см	12,5	12,2	12,3	14,2	16,3	15,2
$X_{\text{max}}$ , см	17,1	16,7	16,9	23,6	24,4	24,0
Lim, см	4,6	5,6	5,1	13,4	7,6	10,5
S	1,35	1,83	1,59	3,42	2,29	2,85
$CV \pm s_v$ , %	9,2±0,20	8,3±0,23	8,6±0,21	14,0±0,17	11,2±0,14	12,9±0,15

Число зерен в ряду на всех вариантах опыта было более вариабельным, чем количество рядов в початке ( $CV \geq 11\%$ ). Наименьшая вариабельность и высокие средние значения были отмечены в 2011 году. В этом же году были самые высокие минимальные и максимальные значения, что дает возможность сделать отбор наиболее ценных форм для селекционной практики.

По литературным данным многих исследователей такие элементы структуры початка, как «число зерен на початке» и «масса 1000 зерен», имеют положительные корреляционные зависимости с урожаем зерна и другими его компонентами. Однако, эти признаки имеют существенную вариабельность в зависимости от экологических условий выращивания [5, 50].

**Количество зерен в початке** у изучаемых линий варьировало в разной степени (таблица 10).

Наиболее изменчивыми оказались линии 810947773/9-2-1-1-1, 810947773/10-1-1-1-1, и 810773774/4-1-1-1-1, ( $CV > 4,2-4,9\%$ ). Достоверное превышение средних значений по этому признаку отмечено у пяти линий 810947773/2-2-1-1-1, 810947773/9-2-1-1-1, 810773774/5-2-1-2-1, 810773119/6-2-1-1-1 и 810773119/7-1-2-2-1. В 2010 году достоверно высокие значения оказались у

Таблица 10 – Характеристика самоопыленных линий кукурузы по элементам продуктивности початка «количество зерен в початке» и «масса 1000 зерен» Краснодар, (2010 – 2011 гг.)

Название	Количество зерен в початке, штук, год			CV, %	Масса 1000 зерен, г			CV, %
	2010	2011	среднее		2010	2011	среднее	
810947773/1-1-1-2-1	290,4	280,5	285,4	2,5	314,8	301,7	308,3	3,0
810947773/2-2-1-1-1	335,5	333,0	334,2	0,5	270,8	271,1	271,0	0,1
810947773/3-1-1-1-1	278,3	293,2	278,8	3,7	280,0	300,9	290,5	5,1
810947773/5-1-1-1-1	219,4	220,5	219,9	0,4	286,9	308,7	297,8	5,2
810947773/9-2-1-1-1	342,7	321,4	332,0	4,5	292,3	286,3	289,3	1,5
810947773/10-1-1-1-1	269,2	251,3	260,2	4,9	279,9	278,1	279,0	0,5
810773774/4-1-1-1-1	276,0	260,0	268,0	4,2	275,7	278,6	277,2	0,7
810773774/5-2-1-2-1	356,8	350,0	353,4	1,4	286,1	275,6	280,9	2,6
810773774/6-2-1-1-1	250,5	256,9	253,7	1,8	271,8	282,0	276,9	2,6
810773774/7-1-2-1-1	235,4	241,0	238,2	1,7	290,3	328,0	309,2	8,6
810773119/2-1-1-2-1	305,0	316,0	310,5	2,5	251,3	235,3	243,3	4,7
810773119/2-1-1-3-1	315,2	316,0	315,6	0,2	239,5	235,3	237,4	1,3
810773119/6-2-1-1-1	350,0	363,1	356,5	2,6	246,8	271,1	259,0	6,6
810773119/6-2-1-2-1	313,5	307,2	310,4	1,4	265,1	279,1	272,1	3,6
810773119/7-1-1-1-1	250,1	276,8	263,4	4,1	250,5	260,4	255,5	2,7
810773119/7-1-2-1-1	361,5	378,7	350,2	3,3	255,3	280,2	267,8	6,6
810773119/7-1-2-2-1	276,3	277,8	277,1	0,4	247,9	280,2	264,1	8,6
810773119/8-1-1-2-1	330,1	335,8	332,9	1,2	276,4	258,8	267,6	4,47
Среднее	297,6	298,8	298,2	-	271,2	278,4	274,8	-
CV, %	9,4	13,1	11,3	-	10,0	10,9	10,4	-
HCP <sub>05</sub>	8,9	9,7	9,3	-	4,3	5,0	4,7	-

линий 810947773/2-2-1-1-1, 810947773/9-2-1-1-1, 810773774/5-2-1-2-1, а в 2011 году достоверно высокие значения по сравнению со средней были только у 810773119/7-1-2-1-1 и 810773119/6-2-1-1-1.

По массе 1000 зерен все изучаемые линии оказались довольно выравненными (коэффициент вариации не превышал 10,9%). Наименьшие значения массы 1000 зерен отмечены у линий при скрещивании в 2010 году.

Частоты распределения значений признака «число зерен в початке» варьировали от 219,4 до 378,7 штук. Наибольшее количество линий приходилось на интервал 250-300 шт. (42,1%), а более 26% линий имели значения этого признака в пределах 300-350 шт., что соответствует средней озерненности початка (4-6 баллов по шкале классификатора) [116]

Частоты распределения значений массы 1000 зерен находились в пределах 239,5 – 328,0 г, что соответствует 4-6 баллам по шкале классификатора [116]. Однако, наибольшее количество линий имели значения этого признака в пределах 250-300 г (70,2%).

Параметры варьирования новых среднеранних линий кукурузы за 2010-2011 гг. по признакам «число зерен в початке» и «масса 1000 зерен» представлены в таблице 11 и в приложениях 7-8.

Таблица 11 – Параметры варьирования самоопыленных линий по признакам «число зерен в початке» и «масса 1000 зерен», (КНИИСХ, 2010-2011 гг.)

Параметры	Число зерен в початке, штук, год.			Масса 1000 зерен, г		
	2010	2011	среднее	2010 год	2011 год	среднее
N	54	54	54	54	54	54
$\bar{X}_{\text{ср}} \pm s_x, v$	297,6 $\pm$ 12,1	298,8 $\pm$ 8,6	298,2 $\pm$ 10,3	271,2 $\pm$ 4,4	278,4 $\pm$ 5,1	274,8 $\pm$ 4,7
$X_{\text{min}}$ , ШТ.	219,4	220,5	219,9	239,4	235,2	237,4
$X_{\text{max}}$ , ШТ.	356,8	378,7	367,8	314,8	328,0	321,4
Lim, ШТ.	190,3	137,8	164,0	75,4	92,8	84,1
S	52,8	37,7	45,2	19,2	22,4	20,8
$CV \pm s_v, \%$	9,4 $\pm$ 0,28	13,1 $\pm$ 0,21	11,3 $\pm$ 0,24	10,0 $\pm$ 0,12	10,9 $\pm$ 0,14	10,4 $\pm$ 0,13

Наибольшие средние значения по количеству зерен в початке были отмечены в 2011 году. Полученные данные свидетельствуют о статистически достоверной изменчивости числа зерен в початке у изучаемых самоопыленных линий на всех вариантах опыта ( $CV \geq 10\%$ ). Это позволит сделать отбор лучших растений по данному признаку. Размах варьирования признака со-

ставил от 219,4 шт. до 378,7 шт. Максимальные значения числа зерен в початке были отмечены в 2011 году и составили 378,7 шт.

Масса 1000 зерен на всех вариантах опыта было менее вариабельной, чем количество зерен в початке значения ( $CV < 10\%$ ). Наименьшая вариабельность и высокие средние значения были отмечены в 2010 году. Самые высокие минимальные и максимальные значения оказались в 2011 году, что дает возможность сделать отбор наиболее ценных форм для селекционной практики.

Таким образом, на основании полученных результатов по основным селекционным признакам початка можно констатировать:

Изучение морфологических и структурных характеристик новых самоопыленных линий позволило выделить ряд ценных в селекционном отношении генотипов 810947773/1-1-1-2-1, 810947773/2-2-1-1-1, 810947773/3-1-1-1-1, 810947773/9-2-1-1-1, 810773774/5-2-1-2-1, 810773119/7-1-2-1-1, 810773119/7-1-2-2-1, которые характеризовались высокой стабильностью проявления изучаемых признаков. Отобранные линии характеризовались не только оптимальной высотой и облиственностью растений, устойчивостью к полеганию, но и озерненностью початков, урожаем зерна с початка и массой 1000 зерен. Эти качества дают возможность селекционерам внедрять полученные линии в качестве источников хозяйственно-ценных признаков.

### **3.4 Комбинационная способность новых линий кукурузы по признаку «урожайность зерна»**

Пригодность сортов и линий для использования в качестве родителей при скрещивании в гибридных комбинациях определяется не только их хозяйственно-ценными признаками, но также их способностью давать высокий гетерозисный эффект у гибридов  $F_1$ . Это свойство, названное комбинационной способностью (КС), играет важную роль в успешном проведении селек-

ции на гетерозис. Ценность разнообразных сортов и линий как родительских компонентов различна. Некоторые из них характеризуются высокой комбинационной способностью, а другие - низкой. Подбор родительских форм для скрещивания основывается на данных общей и специфической комбинационной способности этого материала [40].

Отбор материала на высокую комбинационную способность имеет важное значение в селекции сельскохозяйственных растений, так как именно высокая комбинационная способность родительских форм обеспечивает гетерозис в гибридах.

Исследованию комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы большое внимание уделяли многие отечественные [54,118,126] и зарубежные селекционеры [201].

Комбинационная способность – это высоконаследуемое генетически обусловленное свойство, проявляющееся как при самоопылении, так и при скрещивании. Поэтому гибридизация имеет огромное практическое значение как возможность «грубой» оценки селекционного материала на КС. Подобранные таким образом пары для скрещиваний могут служить основой для комбинаторики линий в простых и межлинейных гибридах [29].

В работах G.F. Sprague и L.A. Tatum [201] - общая комбинационная способность складывается в основном за счет влияния аддитивных эффектов генов, в то же время специфическая комбинационная способность основывается на применении доминантных и эпистатических генов [4, 114, 126].

Для получения наиболее объективной информации о комбинационной способности изучаемых линий желательно оценивать этот материал несколько лет, так как общая и специфическая КС значительно варьируют в зависимости от условий выращивания. Поэтому изучение КС исходного материала по основным селекционным признакам и отбор выделившихся линий является следующим этапом наших исследований.

В нашей работе для изучения КС мы использовали топкроссный метод,

т.к. он является более экономичным и широко распространенным [126]. В.З. Пакудин [92] указывает, что в топкроссных скрещиваниях мы получаем те же результаты, как и в диаллельных скрещиваниях. Это подтверждает и ряд других ученых [37,81,108,136].

В связи с этим наш линейный материал мы оценивали на КС по урожайности зерна, полученных тесткроссов в течение четырех лет с 2010 по 2013 гг.

На основании дисперсионного анализа установлена высокая значимость генотипических различий ( $F_{\text{факт.}} > F_{\text{теор.}}$ ) между тесткроссными гибридами по урожайности во все годы проведенных исследований.

По нашим данным значение отношения средних квадратов изменчивости ОКС и СКС больше единицы ( $ms_{\text{ОКС}} / ms_{\text{СКС}} > 1$ ) указывает на преобладание в генетическом контроле изучаемого признака аддитивных генетических эффектов, обуславливающих определенный уровень ОКС, над неаддитивными [86, 100, 122, 135].

Ряд исследователей свидетельствует о том, что для самоопыленных линий характерна существенная вариабельность оценок эффектов комбинационной способности по годам, в зависимости от генотипа, условий проведения испытаний и ряда других факторов [72, 86, 108,144,200].

Данные таблицы 12 свидетельствуют о том, что в 2010 году с высоким эффектом ОКС оказалось пять линий: 810947773/<sub>1-1-1-2-1</sub>, 810947773/<sub>9-2-1-1-1</sub>, 810773119/<sub>2-1-1-2-1</sub>, 810773119/<sub>6-2-1-2-1</sub>, 810773119/<sub>8-1-1-2-1</sub> (их значения колебались от 3,09 до 8,03).

В 2011 году высокие значения эффектов ОКС отмечены у линий 810773774/<sub>7-1-2-1-1</sub> (7,68) и 810773119/<sub>6-2-1-2-1</sub> (4,53). Линии 810947773 / <sub>3-1-1-1-1</sub> и 810947773/<sub>10-1-1-1-1</sub> характеризовались средними значениями эффектов ОКС. В условиях 2012 года наибольшие положительные эффекты ОКС отмечены у 810947773/<sub>1-1-1-2-1</sub> (4,21), 810947773/<sub>2-2-1-1-1</sub> (10,67), 810773119/<sub>6-2-1-2-1</sub> (6,40), 810773119/<sub>7-1-1-1-1</sub> (5,72). Проявление высоких значений эффектов ОКС в 2013

году было у двух самоопыленных линий 810947773/9-2-1-1-1 (7,64) и 810773119/8-1-1-2-1 (5,93). Средними и низкими значениями ОКС обладали 810773119/6-2-1-1-1, 810773774/5-2-1-2-1, 810947773/5-1-1-1-1 и 810947773/3-1-1-1-1.

Таблица 12 – Эффекты ОКС новых линий кукурузы по признаку урожайность зерна (КНИИСХ, 2010 - 2013 гг.)

№	♀ Линии	Эффекты ОКС по годам			
		2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
1	810947773/1-1-1-2-1	7,55	-1,16	4,21	1,11
2	810947773/2-2-1-1-1	1,82	0,78	10,67	-0,40
3	810947773/3-1-1-1-1	-3,13	2,28	-4,43	2,64
4	810947773/5-1-1-1-1	-0,54	0,34	-4,64	3,91
5	810947773/9-2-1-1-1	3,09	-2,24	-3,05	7,64
6	810947773/10-1-1-1	-3,58	3,00	-0,28	0,26
7	810773774/4-1-1-1-1	-5,17	-0,47	0,66	-3,92
8	810773774/5-2-1-2-1	-4,84	-4,07	1,70	3,61
9	810773774/6-2-1-1-1	-4,44	-5,25	-9,41	-6,96
10	810773774/7-1-2-1-1	-6,35	7,68	-1,22	-2,02
11	810773119/2-1-1-2-1	5,50	-2,16	-4,77	-4,73
12	810773119/2-1-1-3-1	2,13	-0,67	2,42	0,07
13	810773119/6-2-1-1-1	1,75	-3,39	-1,14	3,75
14	810773119/6-2-1-2-1	8,03	4,53	6,40	-2,23
15	810773119/7-1-1-1-1	-1,93	-0,47	5,72	-3,09
16	810773119/7-1-2-1-1	-6,24	0,33	-2,59	-1,57
17	810773119/7-1-2-2-1	1,61	-0,11	0,05	-4,01
18	810773119/8-1-1-2-1	4,74	1,03	-0,31	5,93
НСР <sub>05</sub>		2,55	1,81	2,87	3,34

В наших исследованиях в качестве тестеров использовались три перспективных линии, поэтому оценка их комбинационной способности будет также иметь высокое селекционное и практическое значение. Результаты изучения ОКС гибридов-тестеров представлены на рисунке 3.

Анализируя полученные результаты, отметим, что лучшим среди тестеров оказалась линия Кр 244 МВ с наиболее высокими и стабильными значениями эффектов ОКС по годам исследований. Гибриды с линиями Кр 685

МВ и Кр 717 МВ были менее стабильными по данному признаку и характеризовались низкой ОКС в зависимости от года исследований.

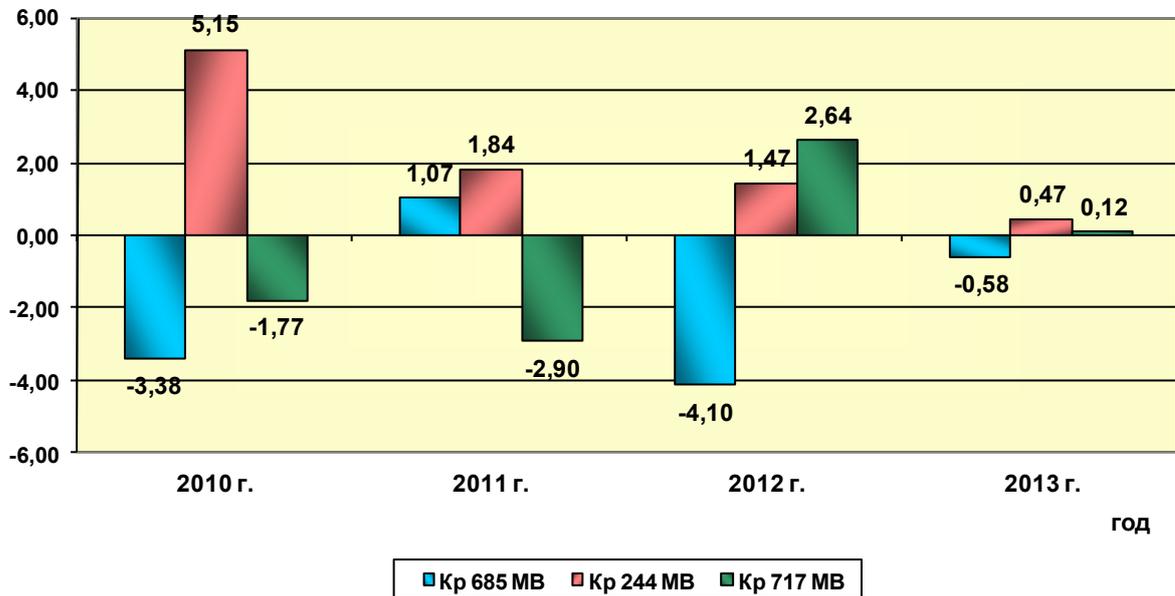


Рисунок 3 – Эффекты общей комбинационной способности тестеров по урожайности зерна (КНИИСХ, 2010-2013 гг.)

Анализ данных показал, что высокой и стабильной оценкой ОКС по годам характеризовались линии 810773119/6-2-1-2-1 и 810773119/8-1-1-2-1. В соответствии с этим названные линии представляют несомненный практический интерес, как исходный материал для гетерозисной селекции. Линии 810947773/1-1-1-2-1, 810947773/2-2-1-1-1, 810773119/2-1-1-3-1 обладали стабильно средними значениями эффектов ОКС. Поэтому использование этих линий будет зависеть от подбора родительской пары и величины специфической комбинационной способности.

Оставшиеся линии характеризовались нестабильно проявляющимися или наоборот контрастными эффектами ОКС по годам исследований, поэтому дальнейшее использование их в селекционном процессе будет зависеть от дополнительных исследований.

В нашей работе были выявлены константы и варианты специфической комбинационной способности, так как это дает представление об относительной важности генов, контролирующих развитие признака, и позволяет

конкретизировать путь дальнейшего применения данных линий в создании новых среднеранних гибридов [5, 17, 86].

Вариансы СКС новых среднеранних линий по признаку «урожайность зерна» в зависимости от года исследований представлены в таблице 13.

Таблица 13 –Вариансы СКС новых среднеранних линий кукурузы по урожайности зерна (КНИИСХ, 2010-2013 гг.)

№	Линия	Год, варианты СКС			
		2010	2011	2012	2013
1.	810947773/1-1-1-2-1	-1,19	90,30	20,09	41,98
2.	810947773/2-2-1-1-1	38,22	4,91	18,99	3,77
3.	810947773/3-1-1-1-1	15,14	41,23	136,68	169,99
4.	810947773/5-1-1-1-1	1,73	19,88	8,20	19,40
5.	810947773/9-2-1-1-1	73,76	5,72	16,17	52,26
6.	810947773/10-1-1-1-1	-0,32	28,33	12,36	24,33
7.	810773774/4-1-1-1-1	1,56	6,76	63,36	58,27
8.	810773774/5-2-1-2-1	171,30	3,69	-2,74	9,88
9.	810773774/6-2-1-1-1	2,29	1,67	16,47	9,57
10.	810773774/7-1-2-1-1	8,44	61,85	17,81	20,52
11.	810773119/2-1-1-2-1	3,58	56,62	121,49	19,29
12.	810773119/2-1-1-3-1	53,45	46,22	4,27	62,47
13.	810773119/6-2-1-1-1	11,22	8,43	14,06	50,96
14.	810773119/6-2-1-2-1	89,73	39,73	16,92	49,42
15.	810773119/7-1-1-1-1	101,37	13,23	105,07	18,31
16.	810773119/7-1-2-1-1	135,83	7,07	52,99	44,58
17.	810773119/7-1-2-2-1	11,67	3,61	14,56	74,20
18.	810773119/8-1-1-2-1	242,39	19,92	61,97	1,27
$\sigma_{si}^2$ среднее		53,34	25,51	38,82	40,58

Рассматривая представленные данные, можно отметить, что значительно большими и относительно стабильными значениями варианты СКС во все годы отличаются новые линии: 810773119/8-1-1-2-1, 810773119/7-1-2-1-1, 810773119/7-1-1-1-1, 810773119/6-2-1-2-1, 810773119/2-1-1-3-1, 810773119/2-1-1-2-1, 810947773/9-2-1-1-1 и 810947773/3-1-1-1-1.

Учитывая высокую ОКС некоторых из этих линий можно предполо-

жить, что в дальнейшем они будут использованы для создания высокогетерозисных гибридов, а также в качестве ценного исходного материала с хорошим комбинационным потенциалом.

Для линий 810773119/7-1-2-1-1, 810773119/6-2-1-1-1, 810773774/7-1-2-1-1, 810773774/5-2-1-2-1, 810773774/4-1-1-1-1 и 810947773/1-1-1-2-1 не выявлено определенной закономерности СКС по урожайности зерна. Величины их варiances ( $\sigma^2_{si}$ ) существенно менялись от средних до высоких, в зависимости от условий года. Линии 810947773/2-2-1-1-1, 810947773/5-1-1-1-1, 810947773/10-1-1-1-1 и 810773774/6-2-1-1-1 в большинстве случаев характеризовались незначительными вариансами СКС по урожайности зерна.

Результаты изучения специфической комбинационной способности тестеров представлены в таблице 14.

Анализ СКС тестеров показал, что все они обладают различными значениями варiances в зависимости от условий года. Так в 2010 году наилучшее проявление эффекта СКС отмечено у Кр 685 МВ, а наименьшее – у Кр 717 МВ. В 2011 году значения варiances СКС у изучаемых тестеров были близкими, а в 2013 году – практически одинаковыми.

Таблица 14 –Варiances специфической комбинационной способности ( $\sigma^2_{si}$ ) тестеров кукурузы по урожайности зерна (КНИИСХ, 2010-2013 гг.)

Тестер	Год			
	2010	2011	2012	2013
Кр 685 МВ	47,43	17,45	24,90	22,47
Кр 244 МВ	37,57	18,17	17,21	24,34
Кр 717 МВ	18,80	13,79	28,47	23,44
$\sigma^2_{si}$ среднее	34,60	16,47	23,53	23,41

Полученные результаты дают возможность увидеть эффекты взаимодействия «линия-тестер», которые обуславливают величину урожайности данных гибридных комбинаций и выявляет пути их дальнейшего использования в селекции и производстве. При этом у изучаемых родительских ком-

понентов эффекты ОКС и СКС различны, поэтому и их потенциальное селекционное применение также будет отличаться.

Анализ полученных данных показал, что стабильных констант СКС по урожайности с тестером Кр 685 МВ за все годы исследований получено не было. Это говорит о невысоких адаптивных способностях родительских форм (таблица 15).

Таблица 15 – Значения эффектов взаимодействия «линия-тестер» с Кр 685 МВ по признаку урожайность зерна (КНИИСХ, 2010-2013гг.)

№	Линия	Эффекты СКС по годам			
		2010г.	2011г.	2012г.	2013г.
1.	810947773/1-1-1-2-1	0,79	10,80	-0,83	-7,86
2.	810947773/2-2-1-1-1	7,22	-0,42	-0,71	2,98
3.	810947773/3-1-1-1-1	-2,80	-3,62	12,04	-1,23
4.	810947773/5-1-1-1-1	2,39	-0,90	3,90	-4,41
5.	810947773/9-2-1-1-1	9,11	2,90	-4,78	2,08
6.	810947773/10-1-1-1	-1,49	-3,94	3,23	5,87
7.	810773774/4-1-1-1-1	-1,19	-0,14	6,49	-7,57
8.	810773774/5-2-1-2-1	13,41	-2,33	0,85	2,58
9.	810773774/6-2-1-1-1	1,48	1,98	3,07	-3,17
10.	810773774/7-1-2-1-1	-3,49	7,98	4,28	-5,60
11.	810773119/2-1-1-2-1	-0,01	-7,70	-11,45	5,54
12.	810773119/2-1-1-3-1	-5,91	4,18	-3,14	8,35
13.	810773119/6-2-1-1-1	-1,61	-0,51	0,64	-5,16
14.	810773119/6-2-1-2-1	5,39	-4,52	-5,12	-3,26
15.	810773119/7-1-1-1-1	-11,32	1,73	2,18	5,08
16.	810773119/7-1-2-1-1	4,31	-1,60	0,73	-4,53
17.	810773119/7-1-2-2-1	1,78	-1,65	-2,12	10,22
18.	810773119/8-1-1-2-1	-18,06	-2,23	-9,28	0,10
НСР <sub>05</sub>		0,9	0,6	1,0	1,1

Анализ значений СКС по годам исследований показал, что в 2010 году у пяти линий из восемнадцати наблюдались высокие значения данного признака (810947773/2-2-1-1-1, 810947773/9-2-1-1-1, 810773774/5-2-1-2-1, 810773119/6-2-1-2-1, 810773119/7-1-2-1-1). У линий 810947773/5-1-1-1-1, 810773774/6-2-1-1-1, 810773119/7-1-2-2-1 отмечены средние значения СКС.

В 2011 году наивысшие значения СКС были у 810947773/1-1-1-2-1, 810773774/7-1-2-1-1, к ним приближались линии 810773119/2-1-1-3-1, 810773119/7-1-1-1 и 810947773/9-2-1-1-1. В 2012 году только одна линия имела наибольшие показатели эффекта СКС 810947773/3-1-1-1-1 (12,04). Линии 810947773/10-1-1-1, 810773774/4-1-1-1-1, 810773774/6-2-1-1-1 и 810773774/7-1-2-1-1 также характеризовались высокой СКС (3,07-6,49).

Линии 810947773/10-1-1-1-1, 810773119/2-1-1-2-1, 810773119/2-1-1-3-1, 810773119/7-1-1-1-1 и 810773119/7-1-2-2-1 продемонстрировали высокий эффект СКС в 2013 году. Линии 810947773/2-2-1-1-1, 810773774/5-2-1-2-1 и 810947773/9-2-1-1-1 имели средние значения констант СКС.

Результаты изучения специфической комбинационной способности линий с тестером Кр 244 МВ представлены в таблице 16.

Данные изучения специфической комбинационной способности линий с тестером Кр 244 МВ оказались весьма переменными по годам исследований. Только линия 810773119/6-2-1-2-1 характеризовалась стабильно высокими и достоверными показателями эффектов СКС по годам исследований. К ней приближались линии 810773119/8-1-1-2-1, 810773119/2-1-1-3-1 и 810773119/6-2-1-1-1, которые имели относительно высокие показатели констант СКС.

Анализируя каждый год исследований в отдельности, можно отметить, что эффекты СКС менялись у различных линий в зависимости от условий года. Так, в 2010 году выделились семь линий, эффекты специфической комбинационной способности которых были достоверно высокими. Наилучшие показатели были у 810773119/8-1-1-2-1, 810773119/7-1-1-1-1 и 810773119/2-1-1-3-1 (значения СКС колебались в пределах 8,42-9,71). В 2011 году восемь линий из восемнадцати имели достоверно высокие положительные значения констант СКС.

Наилучшие показатели снова были у 810773119/6-2-1-2-1 (7,33). Достоверно высокие значения эффектов СКС в 2012 году были у семи линий.

Таблица 16 – Значения эффектов взаимодействия «линия-тестер» с Кр 244 МВ по признаку урожайность зерна (КНИИСХ, 2010-2013 гг.)

№	Линия	Эффекты СКС по годам			
		2010г.	2011г.	2012г.	2013г.
1.	810947773/1-1-1-2-1	-1,36	-7,43	5,20	3,66
2.	810947773/2-2-1-1-1	-4,92	-2,26	-4,33	-0,24
3.	810947773/3-1-1-1-1	4,84	-3,91	-0,44	-12,55
4.	810947773/5-1-1-1-1	-1,38	-4,09	-1,68	5,25
5.	810947773/9-2-1-1-1	-0,80	-0,60	0,88	6,27
6.	810947773/10-1-1-1	-0,03	6,21	-4,41	-4,65
7.	810773774/4-1-1-1-1	2,35	-2,77	-9,17	8,23
8.	810773774/5-2-1-2-1	-12,96	2,13	-0,52	-4,35
9.	810773774/6-2-1-1-1	-2,54	-0,81	-5,10	-0,96
10.	810773774/7-1-2-1-1	0,38	-7,92	0,58	1,61
11.	810773119/2-1-1-2-1	-2,48	0,19	0,57	-3,62
12.	810773119/2-1-1-3-1	8,42	3,78	1,13	-0,35
13.	810773119/6-2-1-1-1	4,25	3,35	3,81	-3,38
14.	810773119/6-2-1-2-1	5,70	7,33	1,80	8,40
15.	810773119/7-1-1-1-1	8,48	-4,37	9,15	-4,38
16.	810773119/7-1-2-1-1	-13,31	3,34	-7,84	8,06
17.	810773119/7-1-2-2-1	-4,34	2,52	4,87	-4,58
18.	810773119/8-1-1-2-1	9,71	5,30	5,50	-2,44
НСР <sub>05</sub>		0,9	0,6	1,0	1,1

Особенно необходимо отметить линии 810773119/7-1-1-1-1 и 810773119/8-1-1-2-1. Однако в 2013 году выделились три линии 810773119/6-2-1-2-1, 810773119/7-1-2-1-1 и 810773774/4-1-1-1-1, имевшие константы СКС больше 8,00. К ним приближались линии 810947773/5-1-1-1-1 (5,25) и 810947773/9-2-1-1-1 (6,27).

Анализ данных показал, что достоверно высокие и относительно стабильные константы СКС независимо от условий выращивания отмечены у линий 810947773/3-1-1-1-1 (в 2011 и 2013 годах), 810773119/2-1-1-2-1 (в 2010-2012 годах), 810773119/7-1-2-1-1 (в 2010 и 2012 гг.) и 810773119/8-1-1-2-1 (в 2010, 2012 и 2013 гг.).

Рассматривая каждый год в отдельности можно отметить, что в 2010 году достоверно высокими константами СКС обладали восемь линий, причем

линии 810773119/8-1-1-2-1 и 810773119/7-1-2-1-1 имели наилучшие результаты (8,35 и 9,01 соответственно).

Достоверно высокие константы СКС в 2011 году были отмечены у шести линий. Наилучшими результатами обладали линии 810947773/3-1-1-1-1 и 810773119/2-1-1-2-1 (эффекты СКС соответственно равны 7,53 и 7,51). К ним приближалась линия 810947773/5-1-1-1-1 (4,99).

Результаты изучения специфической комбинационной способности изучаемых линий с тестером Кр 717 МВ представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Значения эффектов взаимодействия «линия-тестер» с Кр 717 МВ по признаку урожайность зерна (КНИИСХ)

№	Линия	Эффекты СКС по годам			
		2010г.	2011г.	2012г.	2013г.
1.	810947773/1-1-1-2-1	0,57	-3,36	-4,37	4,20
2.	810947773/2-2-1-1-1	-2,30	2,67	5,03	-2,74
3.	810947773/3-1-1-1-1	-2,04	7,53	-11,60	13,78
4.	810947773/5-1-1-1-1	-1,01	4,99	-2,23	-0,84
5.	810947773/9-2-1-1-1	-8,31	-2,30	3,91	-8,35
6.	810947773/10-1-1-1	1,53	-2,27	1,19	-1,22
7.	810773774/4-1-1-1-1	-1,16	2,91	2,68	-0,66
8.	810773774/5-2-1-2-1	-0,45	0,19	-0,34	1,77
9.	810773774/6-2-1-1-1	1,06	-1,17	2,02	4,13
10.	810773774/7-1-2-1-1	3,12	-0,06	-4,85	3,99
11.	810773119/2-1-1-2-1	2,49	7,51	10,87	-1,92
12.	810773119/2-1-1-3-1	-2,51	-7,96	2,00	-8,00
13.	810773119/6-2-1-1-1	-2,64	-2,83	-4,45	8,53
14.	810773119/6-2-1-2-1	-11,09	-2,81	3,32	-5,14
15.	810773119/7-1-1-1-1	2,84	2,64	-11,33	-0,70
16.	810773119/7-1-2-1-1	9,01	-1,74	7,11	-3,53
17.	810773119/7-1-2-2-1	2,56	-0,87	-2,74	-5,64
18.	810773119/8-1-1-2-1	8,35	-3,06	3,78	2,34
НСР <sub>05</sub>		0,9	0,6	1,0	1,1

В 2012 году наивысшие значения эффектов СКС были вновь у линии 810773119/2-1-1-2-1 (10,87), а также у 810773119/7-1-2-1-1 и 810947773/2-2-1-1-1 (7,11 и 5,03 соответственно). Кроме этого выделились еще семь линий: 810947773/9-2-1-1-1, 810947773/10-1-1-1-1, 810773774/4-1-1-1-1, 810773774/6-2-1-1-1,

810773119/2-1-1-3-1, 810773119/6-2-1-2-1 и 810773119/8-1-1-2-1. Результаты оценки СКС в 2013 году показали, что семь линий из восемнадцати изучаемых имели достоверно высокие показатели эффектов СКС при скрещивании их с тестером Кр 717 МВ. Наилучшие результаты отмечены у 810947773/3-1-1-1-1 и 810773119/6-2-1-1-1 (13,78 и 8,53 соответственно).

В целом, полученные данные свидетельствуют о том, что различные генотипы по-разному отзываются на изменение окружающей среды. Поэтому, часть тесткроссов отличаются большим варьированием констант СКС по урожайности зерна. В связи с этим правомочно допустить, что обеспечение высокой урожайности зерна лучших гибридных комбинаций происходит как за счет неаддитивных генных взаимодействий, так и за счет аддитивных эффектов, так как, хотя бы одна линия будет иметь высокие оценки ОКС и

СКС. Анализируя, полученные данные, можно отметить, что лучшие тесткроссы являются отличным исходным материалом при создании среднеранних популяций.

Таким образом, на основании анализа комбинационной способности изучаемых самоопыленных линий в системе топкроссных скрещиваний можно сделать следующие выводы. Существенная вариабельность оценок эффектов комбинационной способности зависит от набора исходных генотипов в системе скрещиваний и различных условий проведения испытаний. При этом наблюдалась более высокая изменчивость СКС, чем ОКС.

Систематизация оценок комбинационной способности исходного материала в различных условиях выращивания позволила определить группу наиболее ценных в этом отношении среднеранних самоопыленных линий: 810773119/8-1-1-2-1, 810773119/6-2-1-2-1, 810773119/2-1-1-3-1, 810773119/2-1-1-2-1, 810773119/7-1-1-1-1 и 810773119/7-1-1-1-1, представляющих несомненную практическую значимость, как исходный материал для гетерозисной селекции.

### 3.5 Реакции на ЦМС новых самоопыленных линий кукурузы М и С типов

ЦМС открыла широкие возможности для практического использования гетерозиса в производстве. Она исключает необходимость кастрации цветков материнских стерильных линий, обеспечивая возможность их контролируемого опыления пылью отцовских форм и получения гибридных семян [112].

Практическое использование ЦМС-системы у кукурузы предполагает следующие факторы:

1. Создание гибридов, соответствующих по урожайности и другим показателям.
2. Перевод на стерильную основу материнских форм гибрида (линия, простой гибрид, сорт) — создание стерильных аналогов.
3. Передача восстанавливающей способности линиям или другим формам, использующимся в качестве отцовских, - создание аналогов – восстановителей фертильности.

Анализ источников ЦМС позволил выделить четыре группы цитоплазматической мужской стерильности: Т, М, С и S. Второй и третий типы широко используются для производства гибридных семян. Наиболее глубокие исследования генетики типов ЦМС, использования в селекции и семеноводстве кукурузы были проведены Т. С. Чалык, В. А. Гонтаровским [21, 22, 138, 139].

Указанные типы ЦМС идентифицируются генами восстановителями Rf. Установлено, что восстановление техасского типа ЦМС контролируется двумя генами Rf<sub>1</sub>, Rf<sub>2</sub>, молдавского типа Rf<sub>3</sub> и боливийского и парагвайского-генами Rf<sub>4</sub>, Rf<sub>5</sub>.

В группу С вошли следующие типы: С, RB, ES, Vb, PR, IB, IR, PL, Квартенос [170] практическое применение в России получил С-тип, идентифицированный Б.Беккетом. Наследование стерильности и восстановление

фертильности в С-типе ЦМС сложное. За восстановление фертильности ответственны три доминантных гена комплементарного действия [22, 23, 128].

Многие исследователи отмечают, что в исходном материале высокий процент (31-50%) восстановителей фертильности С-типа ЦМС, что облегчает подбор отцовских, но ограничивает выбор материнских форм. В зависимости от изучаемого набора линий процент полных закрепителей варьирует от 38 до 54%. Линии, не полностью закрепляющие стерильность и полувосстановители составляют 14-12% [22, 110, 129], причем первые имеют метелки с преобладанием стерильных пыльников.

Наиболее многочисленное и разнообразное по происхождению число источников включает М-тип: F, H, I, IA, MY, K, SD, Vg, W [127].

По мнению многих исследователей, восстановление фертильности у растений с М типом ЦМС происходит на гаметофитном уровне при наличии одной доминантной аллели  $Rf_3$ . Гетерозиготные растения, имеющие микроспоры с геном  $Rf_3$  в доминантном и  $rf_3$  в рецессивном состоянии, дают 50% нормальной и 50% абортивной пыльцы, погибающей на ранних стадиях развития. Опыление этой пыльцой стерильных растений должно давать в потомстве полностью фертильные растения. Однако в некоторых потомствах  $F_2$  от самоопыления гетерозигот и в анализируемых скрещиваниях выщепляется до 10 % стерильных растений при теоретически ожидаемой 100 % фертильности (Хаджинов М.И., 1962; Buchert J.G., 1961). По мнению Э.И. Вахрушевой (1979) можно допустить, что одиночные микроспоры, несущие рецессивный аллель  $rf_3$ , не погибают, нормально развиваются и участвуют в оплодотворении. Однако более вероятно, что стерильные растения появляются в результате сложных взаимоотношений цитоплазмы и генов ядра, при которых одной дозы аллеля  $Rf_3$  недостаточно для нормального восстановления фертильности. Т.С. Чалык (1974) предполагает существование взаимодействия основного гена  $Rf_3$  с одним дополнительным геном модификатором. В.А. Гон-

таровский (1986) в М цитоплазме идентифицировал другие, кроме Rf<sub>3</sub>, более слабые гены, обладающие восстановительной способностью [113].

При использовании М-типа цитоплазматической мужской стерильности среди восемнадцати изучаемых самоопыленных линий была обнаружена только одна линия – восстановитель фертильности 810773774/7-1-2-1-1 (цветение составило у нее 6 баллов). Кроме этого, линия 810773774/6-2-1-1-1 имела балл цветения от 0 до 2, что характеризует ее как плохого закрепителя стерильности. Остальные исследуемые линии проявили себя как полные закрепители стерильности.

Использование С-типа цитоплазматической мужской стерильности выявило среди изучаемых самоопыленных линий восемь закрепителей стерильности: 810947773/2-2-1-1-1, 810947773/9-2-1-1-1, 810947773/10-1-1-1-1, 810773119/2-1-1-2-1, 810773119/2-1-1-3-1, 810773119/6-2-1-1-1, 810773119/6-2-1-2-1 и 810773119/8-1-1-2-1. Восемь исследуемых линий оказались восстановителями фертильности (их балл цветения был равен 6), а две линии – полувосстановителями фертильности 810947773/1-1-1-2-1 и 810947773/5-1-1-1-1.

В связи с этим, мы в своей работе определяли реакцию новых самоопыленных линий на различные типы ЦМС (таблица 18). Полученные результаты были сходны по годам исследований, поэтому мы приводим средние данные по реакции генотипов линий на тип ЦМС и цветению метелок.

В программе селекции кукурузы с использованием ЦМС создание аналогов – восстановителей фертильности занимает центральное место. Это объясняется тем, что среди самоопыленных линий, используемых селекционерами, линии, восстанавливающие фертильность, встречаются крайне редко (4-6%).

Аналоги – восстановители фертильности создаются, как правило, методом беккроссов или выделяются из различных популяций.

Таблица 18 - Реакция новых самоопыленных линий на типы ЦМС (КНИИСХ, среднее за 2010-2013 гг.)

Линия		Тип цитоплазмы			
		М		С	
		Реакция	Цветение, балл	Реакция	Цветение, балл
1	810947773/1-1-1-2-1	Зак М	0	П/В	4<0
2	810947773/2-2-1-1-1	Зак М	0	Зак С	0
3	810947773/3-1-1-1-1	Зак М	0	В	6
4	810947773/5-1-1-1-1	Зак М	0	П/В	6+0
5	810947773/9-2-1-1-1	Зак М	0	Зак С	0
6	810947773/10-1-1-1-1	Зак М	0	Зак С	0
7	810773774/4-1-1-1-1	Зак М	0	В	6
8	810773774/5-2-1-2-1	Зак М	0	В	6
9	810773774/6-2-1-1-1	Н/Зак М	0,1,2	В	6
10	810773774/7-1-2-1-1	В	6	В	6
11	810773119/2-1-1-2-1	Зак М	0	Зак С	0
12	810773119/2-1-1-3-1	Зак М	0	Зак С	0
13	810773119/6-2-1-1-1	Зак М	0	Зак С	0
14	810773119/6-2-1-2-1	Зак М	0	Зак С	0
15	810773119/7-1-1-1-1	Зак М	0	В	6
16	810773119/7-1-2-1-1	Зак М	0	В	6
17	810773119/7-1-2-2-1	Зак М	0	В	6
18	810773119/8-1-1-2-1	Зак М	0	Зак С	0

При насыщающих скрещиваниях доминантные гены – восстановители фертильности (Rf) переносятся в генотип линий, которым стремятся придать восстановительную способность. Существует несколько схем создания аналогов – восстановителей фертильности. Наиболее распространены из них: создание таких аналогов на фертильной основе, на стерильной основе (метод Э. Экхарда и М. И. Хаджинова) и комбинированная схема, предложенная М. И. Хаджиновым и Э. И. Вахрушевой [68].

Наличие большого количества линий восстановителей фертильности С-типа облегчает подбор отцовских, но ограничивает выбор материнских

форм. Это приводит к необходимости создания аналогов закрепителей стерильности и стерильных аналогов для линий восстановителей [87].

Основная задача при создании аналогов состоит в том, чтобы добиться как можно большего сходства их с оригинальными линиями. Для этого необходим постоянный контроль морфологических признаков, которые подвержены большим фенотипическим изменениям.

В наших исследованиях мы изучали полученные самоопыленные линии и их стерильные аналоги на различных типах цитоплазмы (таблица 19).

Таблица 19 - Самоопыленные линии и их стерильные аналоги с ЦМС, Краснодар, 2010-2013 гг.

Линия		Тип цитоплазмы			
		М		С	
		Аналог	Цветение, балл	Аналог	Цветение, балл
1	810947773/1-1-1-2-1	M <sup>4</sup>	0	C <sup>1</sup>	4<0
2	810947773/2-2-1-1-1	M <sup>1</sup>	0	C <sup>3</sup>	0
3	810947773/3-1-1-1-1	M <sup>4</sup>	0	-	6
4	810947773/5-1-1-1-1	M <sup>4</sup>	0	C <sup>2</sup>	0
5	810947773/9-2-1-1-1	M <sup>4</sup>	0	C <sup>4</sup>	0
6	810947773/10-1-1-1-1	M <sup>3</sup>	0	C <sup>2</sup>	0
7	810773774/4-1-1-1-1	M <sup>4</sup>	0	-	6
8	810773774/5-2-1-2-1	M <sup>3</sup>	0	-	6
9	810773774/6-2-1-1-1	M <sup>5</sup>	0	-	6
10	810773774/7-1-2-1-1	-	6	-	6
11	810773119/2-1-1-2-1	M <sup>4</sup>	1	C <sup>4</sup>	0
12	810773119/2-1-1-3-1	M <sup>4</sup>	0	C <sup>4</sup>	0
13	810773119/6-2-1-1-1	M <sup>4</sup>	0	C <sup>5</sup>	0
14	810773119/6-2-1-2-1	M <sup>4</sup>	0	C <sup>4</sup>	0
15	810773119/7-1-1-1-1	M <sup>4</sup>	0	-	6
16	810773119/7-1-2-1-1	M <sup>4</sup>	0	-	6
17	810773119/7-1-2-2-1	M <sup>4</sup>	0	-	6
18	810773119/8-1-1-2-1	M <sup>4</sup>	0	C <sup>3</sup>	0

Данные таблицы свидетельствуют, что на М-типе цитоплазмы из всех изученных линий не образует стерильный аналог только линия 810773774/7-1-

2-1-1. Остальные линии образуют аналоги с различными уровнями бекросирования: 13 линий – М4, 2 линии – М3 и по одной – М1 и М5.

При создании стерильных аналогов на С-типе среди изучаемых линий только десять линий дали результаты. Остальные линии образуют восстановители фертильности. Изучаемые линии образовали аналоги различных типов С1-С5, но наибольшее количество было аналогов С4: 810773119/6-2-1-2-1, 810773119/2-1-1-3-1, 810773119/2-1-1-2-1 и 810947773/9-2-1-1-1.

Таким образом, стерильные аналоги изучаемых самоопыленных линий легче образовывались на М-типе цитоплазмы, нежели на С-типе.

На С-типе цитоплазмы линии, полученные от скрещивания 810x773x774 стерильных аналогов, не образовывали, а из скрещивания 810x773x119 из восьми линий положительный результат дали только пять. Линия 810773774/7-1-2-1-1 не образует стерильных аналогов ни на М-типе, ни на С-типе цитоплазмы.

### **3.6 Результаты корреляционно-регрессионного анализа селекционно-ценных признаков самоопыленных линий кукурузы**

Коэффициенты корреляции между признаками широко используют в селекции различных культур для облегчения поиска необходимых генотипов. Это позволяет ускорить селекционный процесс при создании новых, различных типов растений. Многие исследователи кукурузы еще в начале 70 годов 20 века установили положительные корреляции между продуктивностью и признаками початка: длиной, диаметром, массой початка, количеством рядов зерен и зерен в ряду и т.д. [27, 61, 75, 78, 119].

[42, 62, 63].

Многие исследователи работали по определению корреляционных взаимосвязей между отдельными селекционными различными признаками за-

нимались и другие исследователи, однако, единого мнения по многим вопросам не удалось достигнуть [5, 90, 178, 183].

В наших исследованиях с целью определения взаимосвязей между основными элементами структуры початка и урожайностью полученных гибридов был проведен корреляционный анализ данных продуктивности новых самоопыленных среднеранних линий.

В таблицах 20-21 представлены коэффициенты корреляции между основными элементами структуры початка у изучаемых самоопыленных линий.

Корреляционный анализ показал наличие сильных значимых (на 5%-м уровне значимости) взаимосвязей между длиной початка и количеством зерен в ряду ( $r=0,77$ ,  $d_{xy}=0,59$ ) и количеством зерен в початке ( $r=0,56$ ,  $d_{xy}=0,31$ ), количеством зерен в ряду и количеством зерен в початке ( $r=0,86$ ,  $d_{xy}=0,74$ ), количеством рядов зерен и числом зерен в початке ( $r=0,64$ ,  $d_{xy}=0,41$ ).

Таблица 20 – Коэффициенты корреляции между изучаемыми основными элементами продуктивности початка самоопыленных линий кукурузы КНИИСХ, 2010 год

Признак	Длина початка	Диаметр початка	Кол-во рядов зерен	Кол-во зерен в ряду	Кол-во зерен в початке	Масса 1000 зерен
Длина початка	1					
Диаметр початка	0,07	1				
Кол-во рядов зерен	0,06	0,49	1			
Кол-во зерен в ряду	0,77	0,32	0,21	1		
Кол-во зерен в початке	0,56	0,45	0,64	0,86	1	
Масса 1000 зерен	0,23	0,15	-0,29	0,31	0,09	1

Коэффициенты корреляции достоверны на высоком уровне значимости  $P<0,05$

Варьирование количества зерен в початке обусловлено изменчивостью его длины ( $r=0,56$ ,  $d_{xy}=0,31$ ) и диаметра ( $r=0,45$ ,  $d_{xy}=0,20$ ), а также количества рядов зерен ( $r=0,64$ ,  $d_{xy}=0,41$ ) и зерен в ряду ( $r=0,86$ ,  $d_{xy}=0,74$ ). Причем, установлено, что число зерен в початке в 41% и 74% случаев соответственно зависит от числа рядов зерен и зерен в ряду и на 59% и 26% от генотипа линий или других факторов. Подобная тенденция обнаружена и между признаками диаметр початка и количество рядов зерен ( $r=0,49$ ,  $d_{xy}=0,64$ ).

Масса 1000 зерен в данной комбинации имела средние взаимосвязи с изучаемыми признаками ( $r=0,15-0,31$ ). Масса 1000 зерен отрицательно коррелировала с количеством рядов зерен в початке ( $r=-0,29$ ). Остальные связи между признаками были низкими или незначительными.

Корреляционные взаимосвязи элементов продуктивности самоопыленных линий в 2011 году представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Коэффициенты корреляции между изучаемыми основными элементами продуктивности самоопыленных линий кукурузы КНИИСХ, 2011 год

Признак	Длина початка	Диаметр початка	Кол-во рядов зерен	Кол-во зерен в ряду	Кол-во зерен в початке	Масса 1000 зерен
Длина початка	1					
Диаметр початка	-0,50	1				
Кол-во рядов зерен	-0,44	0,56	1			
Кол-во зерен в ряду	0,49	-0,17	-0,41	1		
Кол-во зерен в початке	0,01	0,30	0,54	0,54	1	
Масса 1000 зерен	0,40	-0,22	-0,64	0,26	-0,40	1

Коэффициенты корреляции достоверны на высоком уровне значимости  $P<0,05$

Статистическая обработка полученных результатов свидетельствует о высокой корреляционной зависимости количества зерен в початке самоопыленных линий от количества рядов зерен и зерен в ряду (коэффициенты корреляции равны 0,54), а также диаметра початка и количества рядов зерен ( $r=0,56$ ). Коэффициенты детерминации при этом составили 0,29 и 0,31 соответственно, что означает, что в большинстве случаев в 71% и 69% соответственно увеличение продуктивности линий зависит от их генотипа и условий выращивания.

Существенная обратная корреляционная зависимость обнаружена между диаметром и длиной початка ( $r=-0,50$ ,  $d_{xy}=0,25$ ), между длиной початка и количеством рядов зерен ( $r=-0,44$ ,  $d_{xy}=0,19$ ), между количеством зерен в ряду и числом рядов ( $r=-0,41$ ,  $d_{xy}=0,17$ ), между массой 1000 зерен и количеством рядов зерен ( $r=-0,64$ ,  $d_{xy}=0,41$ ) и зерен в початке ( $r=-0,40$ ,  $d_{xy}=0,16$ ). Данные факторы оказывают влияние на снижение продуктивности линий в 2011 году.

Существенные положительные взаимосвязи обнаружены между такими элементами, как количество зерен в ряду и длина початка ( $r=0,49$ ,  $d_{xy}=0,24$ ).

Подводя итоги, проведенного корреляционного анализа можно констатировать, что все изученные признаки не являются доминирующими в формировании урожайности зерна изучаемых самоопыленных линий при скрещивании их с одним из трех тестеров. Решающее значение в становлении продуктивности и урожайности в целом принадлежит комплексу признаков и элементов, а также их взаимосвязи. Это подтверждают и результаты регрессионного анализа (Рисунок 4).

Судя по теоретическим линиям регрессии сопряженность массы зерна с початка изучаемых линий с количеством зерен в початке близка к линейной, а с массой 1000 зерен соответствует квадратической параболе (уравнение вида  $y = -0,0139x^2 + 7,9756x - 1057,6$ , при этом доля влияния этого признака на урожайность составляет 17,97%). При увеличении числа зерен в по-

чатке на 1 шт. масса зерна в початке будет возрастать на 0,039 г до 280 штук зерен в початке и снижаться в дальнейшем.

Это подтверждает и трехмерная поверхность регрессии рассматриваемой зависимости признаков (Рисунок 5).

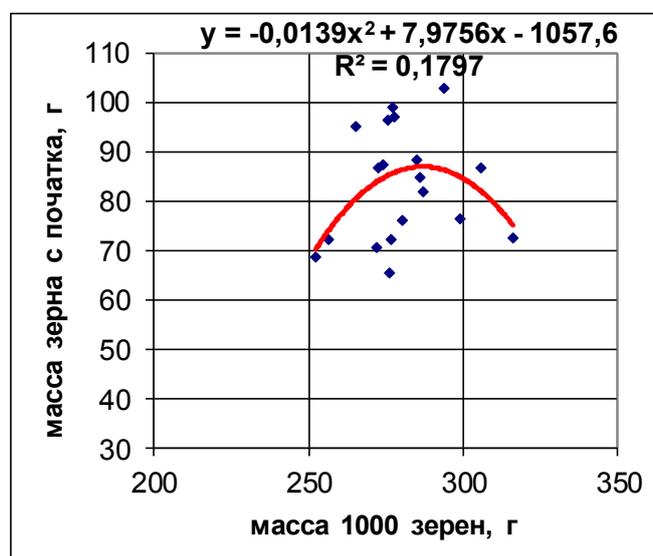
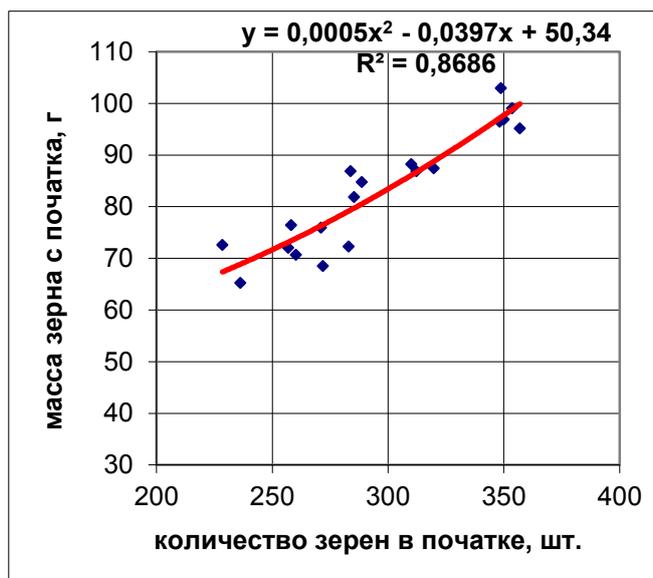


Рисунок 4 – Точечные графики и теоретические линии регрессии при прямой корреляции между продуктивностью початка и основными структурными элементами, среднее за 2010-2011 гг.

На этой диаграмме количество зерен в початке в шт. читается на правой стороне основания куба, масса 1000 зерен в г – на левой стороне основания, а значение урожайности гибридов в ц/га – по вертикальному ребру.

Поверхность полученного графика показывает, что существует криволинейная зависимость урожайности от влияния количества зерен в початке и массы 1000 зерен, причем влияние данных факторов является комбинированным.

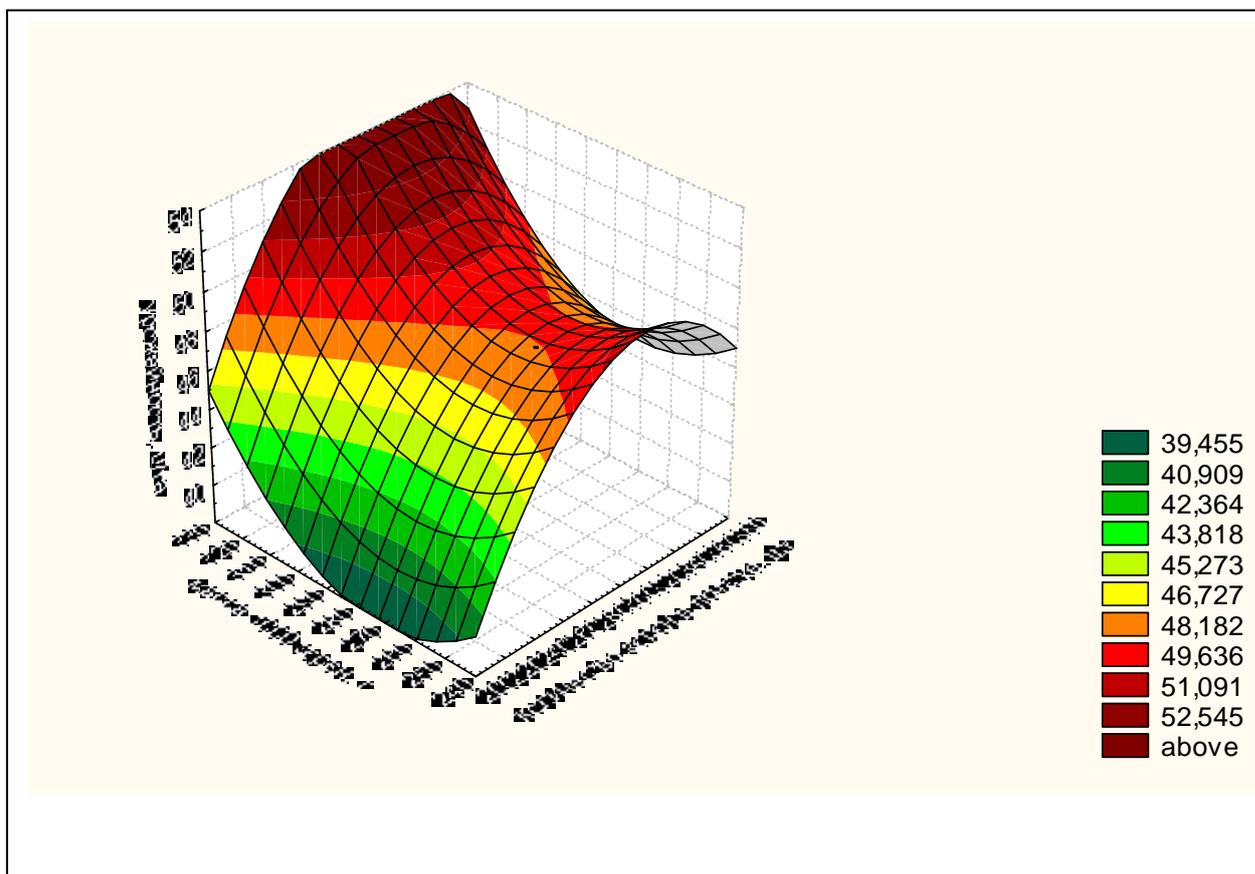


Рисунок 5– Трехмерная модель зависимости признака «урожайность зерна» от количества зерен в початке и массы 1000 зерен, среднее за 2010-2011 гг.

По результатам полученных коэффициентов корреляции признак «количество зерен в початке» тесно связан с такими признаками, как «количе-

ство рядов зерен» и «количество зерен в ряду» (коэффициенты корреляции соответственно равны 0,41 и 0,74) (Рисунок 6).

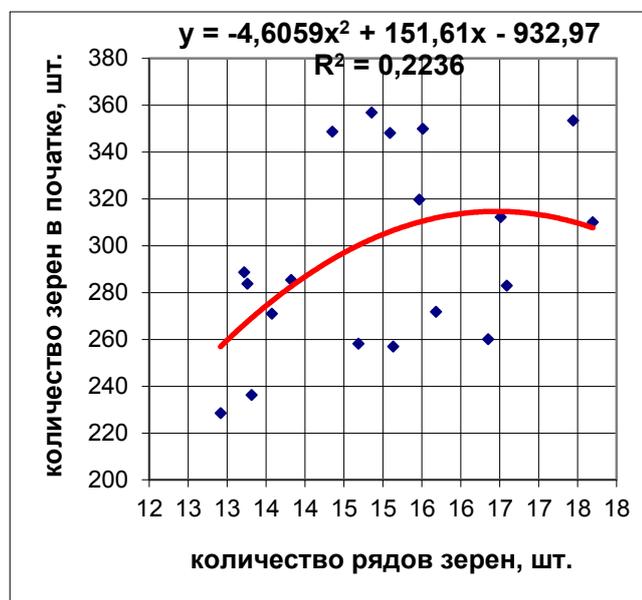


Рисунок 6– Графики и теоретические линии регрессии при прямолинейной корреляции между основными элементами початка

Анализ результатов регрессионного анализа между признаками «количество зерен в початке» и «число рядов зерен» показывает наличие криволинейной связи (уравнение соответствует квадратической параболы). При этом

доля влияния данного признака на количество зерен в початке составляет всего 22,4%. Между признаками количество зерен в початке и количество зерен в ряду существует прямолинейная корреляционная связь. Судя по уравнению регрессии, возрастание количества зерен в ряду на одну единицу отражается увеличением числа зерен в початке в среднем на 14 шт. Доля влияния данного признака на озерненность початка составляет 55%.

Графическая модель множественной корреляционной зависимости количества зерен в початке от комбинированного влияния основных структурных элементов початка представлена на рисунке 7.

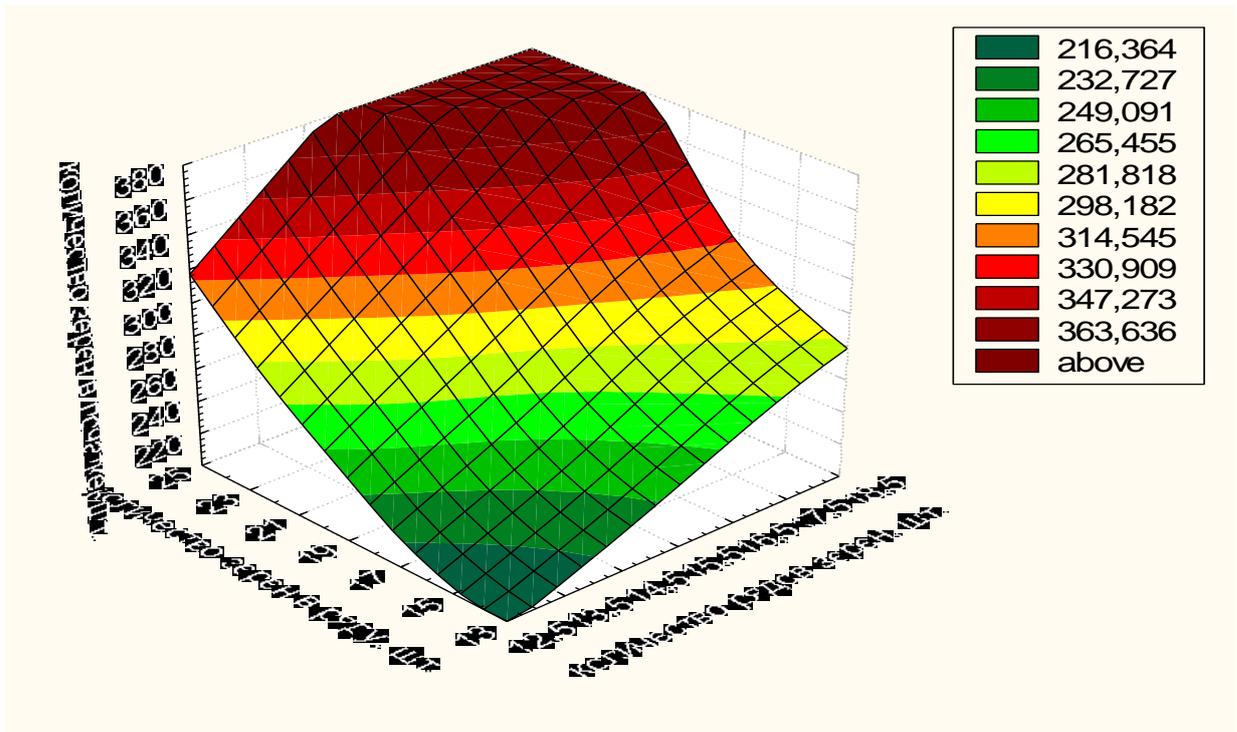


Рисунок 7 – Трехмерная корреляционная модель зависимости признака количество зерен в початке от комбинированного влияния количества зерен в ряду и количества рядов зерен

На этой диаграмме количество рядов зерен в початке в шт. читается на правой стороне основания куба, число зерен в ряду – на левой стороне основания, а значение количества зерен в початке в шт. – по вертикальному ребру.

Анализ взаимосвязи признаков в трехмерной плоскости подтверждает комбинированное влияние изучаемых факторов на число зерен в початке.

Многомерная корреляционная зависимость между количеством зерен в початке, количеством рядов и зерен в ряду ( $R_{y*xz}=0,7$ ) значима на 1%-ном уровне вероятности ( $F_{\phi}>F_{01}$ ). Коэффициент детерминации ( $R^2=0,49$ ) говорит о том, что примерно 49% изменений количества зерен в початке обусловлено варьированием числа зерен в ряду и числом рядов зерен и 51% изменений связаны с другими факторами.

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы: Основная часть исследуемых признаков обладает прямолинейной (как положительной, так и отрицательной) корреляционной и регрессионной взаимосвязью. Существенная криволинейная корреляционная и регрессионная зависимость наблюдается между признаками «урожайность зерна» и «количество зерен в початке», а также между числом зерен в початке и количеством рядов зерен.

Изучение корреляционных взаимосвязей между основными селекционно-ценными признаками при скрещивании с различными тестерами показало, что существует ряд корреляционных связей, которые можно использовать при отборе наиболее ценных генотипов. Это, например, положительные корреляции между количеством зерен в ряду и озерненностью початка ( $r=0,74$ ,  $d_{xy}=0,55$ ), между длиной початка и количеством зерен в ряду ( $r=0,78$ ,  $d_{xy}=0,61$ ).

### **3.7 Результаты оценки топкроссов кукурузы по основным хозяйственно-ценным признакам**

#### **Урожайность зерна**

Кукуруза — одна из важнейших кормовых, зерновых и овощных культур. Возможность ее продвижения в северные регионы РФ требует формирования нового исходного материала для создания скороспелых гибридов, адаптированных к суровым почвенно-климатическим условиям. [28, 41, 88]

В селекции кукурузы огромное внимание уделяется исходному материалу. Сегодня ученые располагают ограниченным числом среднеранних высокопродуктивных линий этой культуры. При создании исходного материала целесообразно использовать максимально возможное сочетание продуктивности позднеспелых зубовидных форм и раннеспелости ультраранних кремнистых образцов кукурузы. Объединение их в одном генотипе должно обеспечить получение исходного материала для создания линий, наследующих эти признаки [57, 58, 83].

Для создания среднеранних линий зубовидной кукурузы целесообразно использовать формы, в генотип которых введены факторы, обуславливающие ранне- и позднеспелость. Этот метод эффективно используется при изменении длины межфазного периода у кукурузы и, в конечном итоге, ведет к трансформации продолжительности всего вегетационного периода. [12]

Продуктивность кукурузы зависит не только от ее генетического потенциала, но и от реализации формирования продуктивности в различных почвенно-климатических условиях. Поэтому сейчас большее значение уделяется адаптивной селекции.

В наших исследованиях в качестве основного селекционного критерия оценки самоопыленных линий был использован признак «урожайность зерна». Средние параметры варьирования изучаемых гибридных комбинаций за 2010-2013 гг. по данному признаку представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Параметры варьирования гибридов кукурузы с участием новых среднеранних линий по признаку «урожайность зерна» в зависимости от используемого тестера, (КНИИСХ, 2010-2013 гг.)

Параметры варьирования	Урожайность зерна (ц/га) в зависимости от тестера			Среднее
	Кр 685 МВ	Кр 244 МВ	Кр 717 МВ	
2010 год				
N	18	18	18	18
$X_{cp} \pm t_{05} S_x$ , ц/га	58,4±1,63	66,5±2,18	60,0±1,24	61,6±1,12
$X_{min}$ , ц/га	45,4	47,6	54,0	54,1
$X_{max}$ , ц/га	72,1	81,6	73,4	70,1
Lim, ц/га	26,7	34,0	19,4	16,0
$CV \pm S_v$ , %	14,0±1,57	14,3±1,28	9,0±1,02	8,0±1,71
2011 год				
N	18	18	18	18
$X_{cp} \pm t_{05} S_x$ , ц/га	59,4±1,29	61,2±1,81	61,9±1,57	60,9±0,99
$X_{min}$ , ц/га	53,4	50,9	49,5	55,8
$X_{max}$ , ц/га	73,4	80,7	73,1	69,6
Lim, ц/га	20,0	29,8	23,6	13,8
$CV \pm S_v$ , %	9,4±0,98	12,9±0,63	11,1±0,86	7,1±0,98
2012 год				
N	18	18	18	18
$X_{cp} \pm t_{05} S_x$ , ц/га	56,9±1,46	58,9±3,03	54,2±2,06	56,7±1,73
$X_{min}$ , ц/га	49,9	33,9	34,6	41,6
$X_{max}$ , ц/га	73,1	80,5	73,1	74,5
Lim, ц/га	23,2	46,6	38,5	32,9
$CV \pm S_v$ , %	14,2±1,42	22,4±1,09	16,6±0,43	13,3±3,26
2013 год				
N	18	18	18	18
$X_{cp} \pm t_{05} S_x$ , ц/га	56,2±1,47	57,4±1,52	57,0±1,62	56,9±0,89
$X_{min}$ , ц/га	44,8	47,4	47,3	49,9
$X_{max}$ , ц/га	66,0	71,2	73,4	64,5
Lim, ц/га	21,2	23,8	26,1	14,6
$CV \pm S_v$ , %	11,4±0,16	11,6±0,35	12,4±0,76	6,8±0,30

Анализируя полученные результаты, можно отметить дифференциацию средней урожайности изучаемых форм, обоснованную различными реакциями генотипов на условия года и используемый тестер, что предопределяет возможность объективной оценки изучаемого материала.

В целом в годы проведенных исследований наблюдается тенденция снижения средней урожайности от более оптимального по влагообеспеченности периода 2010 и 2011 годов к менее благоприятным 2012 и 2013 годам. Наиболее характерная тенденция к повышению средней урожайности изучаемых гибридов с участием новых линий во все годы исследований наблюдается при использовании в качестве тестера линии Кр 244 МВ.

Необходимо отметить, что размах варьирования ( $Lim$ ) по признаку урожайности зерна был значительным во все годы исследований и зависел как от генотипов, изучаемых самоопыленных линий, так и от используемых линий-тестеров. Наибольший размах варьирования отмечен в 2012 году, особенно в скрещиваниях с тестером Кр 244 МВ (46,6 ц/га).

Аналогично размаху изменчивости ( $Lim$ ), коэффициент вариации ( $CV$ ) наибольшим был также в 2012 году для всех вариантов опыта и составил 14,2% с тестером Кр 685 МВ, 16,6% - с тестером Кр 717 МВ и 22,4% - с тестером Кр 244 МВ. В 2011 году наблюдались наиболее стабильные значения урожайности и самые низкие значения коэффициента вариации: 9,4%, 12,9% и 11,1 % соответственно.

Таким образом, отмеченная вариабельность признака «урожайность зерна» в контрастных условиях выращивания 2010-2013 гг. с использованием различных тестеров позволяет констатировать существование различных адаптивных реакций у изучаемых самоопыленных линий к меняющимся факторам среды. Это дает возможность идентификации наиболее ценных генотипов по данному признаку.

В целом, в годы проведенных исследований отмечено существенное снижение средней урожайности зерна от более оптимальных 2010 и 2011 годов к менее благоприятным 2012 и 2013 годам (рисунок 8).

Согласно графику, наилучшими результатами обладают гибридные комбинации от скрещивания новых линий кукурузы с тестером Кр 244 МВ во все годы исследований.

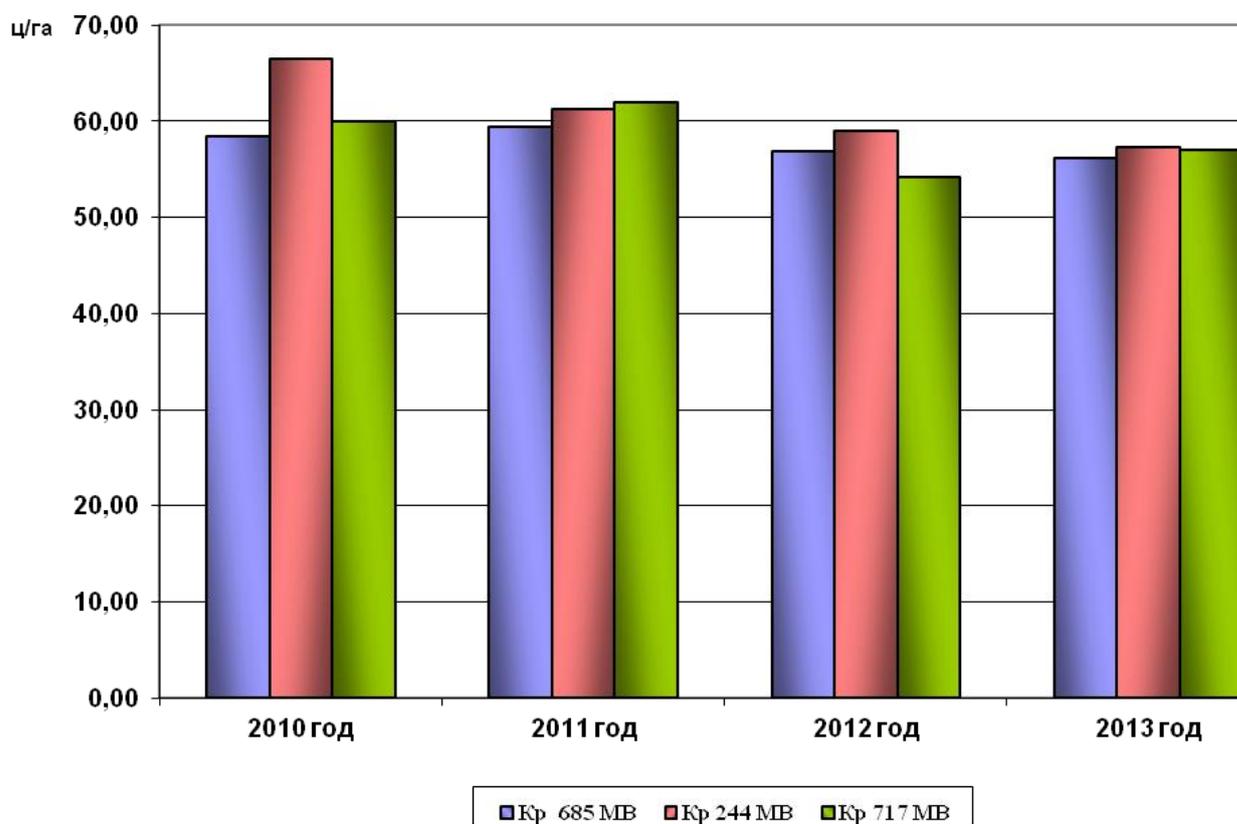


Рисунок 8 – Средние значения урожайности зерна гибридов кукурузы с участием новых линий и тестеров, 2010-2013 гг. Краснодар.

Средние значения урожайности зерна изучаемых гибридов с участием новых линий кукурузы в зависимости от тестера представлены в таблице 23, а их результаты статистической обработки в приложениях 9-12. На основании дисперсионного анализа установлена высокая значимость генотипических различий и между использованными тестерами –  $F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$  на 5%-ном уровне достоверности по изучаемым признакам.

Наиболее урожайным в опыте оказались гибриды с участием тестера Кр 685 МВ и линий 810947773/9-2-1-1-1 и 810773119/6-2-1-2-1 (71,1 и 72,1 ц. с 1 га соответственно), с участием тестера Кр 244 МВ и линий 810773119/6-2-1-2-1 и 810773119/8-1-1-2-1 (81,0 и 81,8 ц. с 1 га соответственно), с участием тестера Кр 717 МВ и линий 810947773/1-1-1-2-1 и 810773119/8-1-1-2-1 (68,5 – 73,4 ц. с 1 га соответственно).

Таблица 23 – Урожайность зерна гибридов с участием новых среднеранних линий кукурузы с различными тестерами (КНИИСХ, 2010 год)

Линия ♀, стандарт	Тестер					
	Кр 685 МВ		Кр 244 МВ		Кр 717 МВ	
	Урожайность зерна ц с 1 га	Отклонение от стандарта ц с 1 га (+-)	Урожайность зерна ц с 1 га	Отклонение от стандарта ц с 1 га (+-)	Урожайность зерна ц с 1 га	Отклонение от стандарта ц с 1 га (+-)
РОСС 299 МВ (st)	54,0	-	54,0	-	54,0	-
810947773/1-1-1-2-1	66,9	+12,9	73,1	+19,1	68,5	+14,5
810947773/2-2-1-1-1	67,6	+13,6	64,0	+10,0	59,8	+5,8
810947773/3-1-1-1-1	52,8	-1,2	68,8	+14,8	55,1	+1,1
810947773/5-1-1-1-1	60,7	+6,7	65,3	+11,3	58,5	+4,5
810947773/9-2-1-1-1	71,1	+17,1	69,5	+15,5	55,1	+1,1
810947773/10-1-1-1-1	53,5	-0,5	63,6	+9,6	58,4	+4,4
810773774/4-1-1-1-1	52,6	-1,4	64,3	+10,3	54,0	0,0
810773774/5-2-1-2-1	67,0	+13,0	49,4	-4,6	54,9	+0,9
810773774/6-2-1-1-1	55,5	+1,5	60,4	+6,4	56,9	+2,9
810773774/7-1-2-1-1	49,0	-5,1	61,2	+7,2	57,0	+3,0
810773119/2-1-1-2-1	64,2	+10,2	69,9	+15,9	68,3	+14,3
810773119/2-1-1-3-1	55,0	+1,0	77,5	+23,5	59,9	+5,9
810773119/6-2-1-1-1	58,7	+4,7	73,3	+19,3	59,2	+5,2
810773119/6-2-1-2-1	72,1	+18,1	81,0	+27,0	57,2	+3,2
810773119/7-1-1-1-1	45,6	-8,4	73,8	+19,8	61,3	+7,3
810773119/7-1-2-1-1	56,9	+2,9	47,7	-6,3	63,2	+9,2
810773119/7-1-2-2-1	62,2	+8,2	64,7	+10,7	64,4	+10,4
810773119/8-1-1-2-1	45,5	-8,5	81,8	+27,8	73,4	+19,4
Среднее по опыту	61,6					
НСР <sub>05</sub> для попарного сравнения линий		6,58		6,92		5,43
НСР <sub>05</sub> для сравнения со средней	6,33					

На рисунке 9 более наглядно можно увидеть, что при скрещивании изучаемых линий с тестером Кр 244 МВ большинство гибридов показывает результаты выше среднего в опыте.

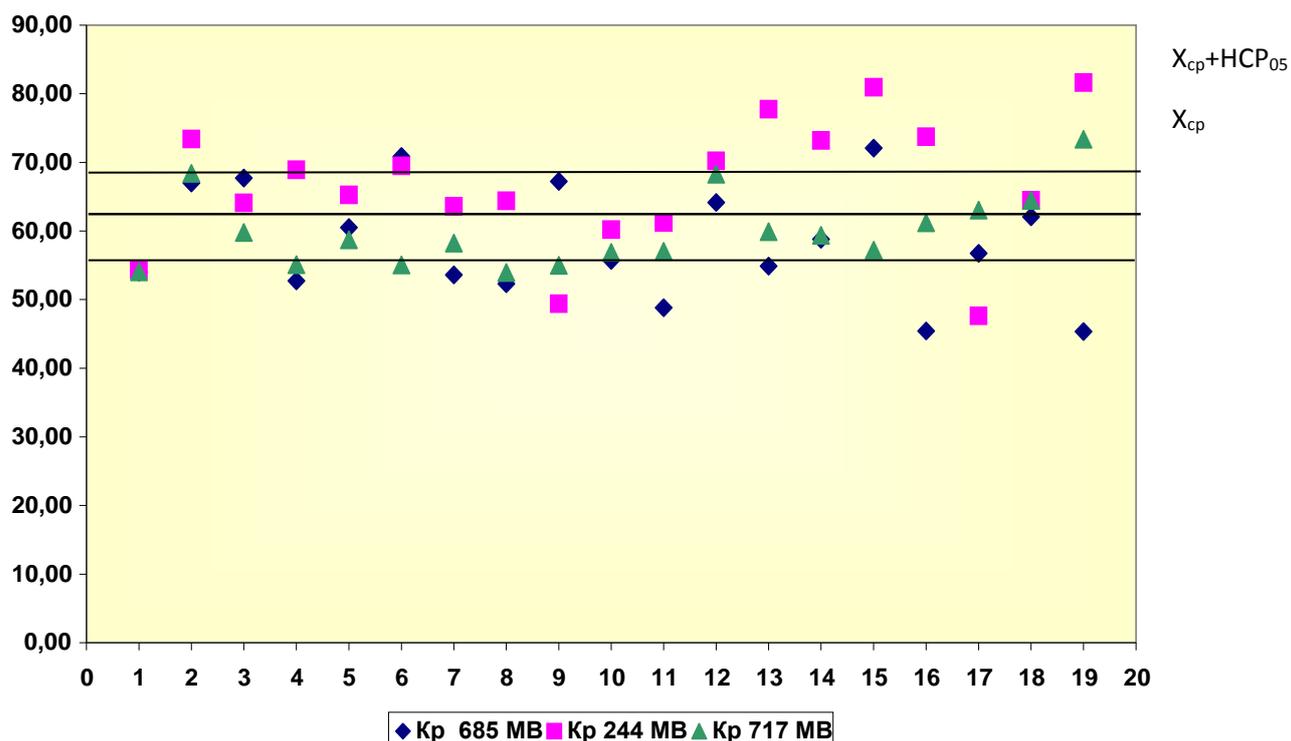


Рисунок 9 – Динамика изменчивости урожайности гибридов с участием новых самоопыленных линий в зависимости от используемых тестеров, (КНИИСХ, 2010 год)

Урожайность большинства изучаемых гибридов с участием новых линий при скрещивании с Кр 717 МВ близка к средней по опыту. При скрещивании с тестером Кр 685 МВ семь изучаемых линий из восемнадцати имели урожайность достоверно ниже, чем средняя по опыту.

На основании результатов дисперсионного анализа урожайных данных в сравнении со стандартом РОСС 299 МВ при скрещивании с тестером Кр 685 МВ из 18 гибридов 8 показали достоверное превышение продуктивности к стандарту, два – достоверное снижение, а отклонения остальных гибридов оказались в пределах ошибки опыта. Наилучшие результаты продемонстрировали гибридные комбинации с линиями 810773119/<sub>6-2-1-2-1</sub> (+18,1 ц/га) и 810947773/<sub>9-2-1-1-1</sub> (+17,0 ц/га). К ним приближались гибриды с участием линий 810947773/<sub>1-1-1-2-1</sub> (прибавка по сравнению со стандартом составила 12,9

ц/га), 810947773/2-2-1-1-1 (+13,6 ц/га) и 810773774/5-2-1-2-1 (+13,0 ц/га). Кроме этого, гибриды с линиями 810773119/2-1-1-2-1, 810773119/7-1-2-2-1 и 810947773/5-1-1-1-1 также имели высокую урожайность при скрещивании их с тестером Кр 685 МВ (при НСР<sub>05</sub>=6,58 ц/га).

При скрещивании со вторым тестером Кр 244МВ четырнадцать из 18 изучаемых гибридов достоверно превысили стандарт по урожайности. Значения данного признака у остальных гибридов незначительно отличались от стандарта и не превышали НСР<sub>05</sub>, равную 6,92 ц/га.

При скрещивании исследуемых линий с третьим тестером Кр 717 МВ снижения урожайности у гибридов не обнаружено. Восемь из них достоверно превысили стандарт РОСС 299 МВ по урожайности зерна (при НСО<sub>05</sub>=5,43 ц/га).

Особый интерес представляют гибридные комбинации с использованием линий 810947773/1-1-1-2-1, 810947773/2-2-1-1-1, 810773119/2-1-1-2-1 и 810773119/7-1-2-2-1, которые достоверно превысили стандарт РОСС 299 МВ со всеми тремя тестерами. Наибольшее отклонение от стандарта отмечено у гибридов при скрещивании изучаемых линий с тестером Кр 244 МВ. У гибридов с линиями 810773119/8-1-1-2-1 и 810773119/7-1-1-1-1 отмечено снижение урожайности при скрещивании их с тестером Кр 685 МВ и достоверное превышение изучаемого признака с тестерами Кр 244 МВ и Кр 717 МВ.

В 2011 году в условиях центральной зоны Краснодарского края получены несколько другие результаты (таблица 24, приложения 13-16). У большинства изучаемых нами линий отмечена тенденция к снижению урожайности зерна гибридов независимо от использованных тестеров. По нашему мнению, основная причина снижения урожайности гибридов связана с засушливыми условиями в критические фазы роста и развития кукурузы (10 дней до цветения, цветение и 20 дней после цветения).

Этот период является наиболее значимым для формирования продуктивности кукурузы. Это подтверждает и рисунок 10.

Таблица 24 – Урожайность зерна гибридов с участием новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы и тестеров (КНИИСХ, 2011 год)

Линия ♀, стандарт	Тестер					
	Кр 685 МВ		Кр 244 МВ		Кр 717 МВ	
	Уро- жайн. зерна, ц/га	Откл. от ст. ц/га	Уро- жайн. зерна, ц/га	Откл. от ст. ц/га	Уро- жайн. зерна, ц/га	Откл. от ст. ц/га
РОСС 299 МВ (st)	54,0	-	54,0	-	54,0	-
810947773/1-1-1-2-1	68,2	+14,2	67,4	+13,4	73,1	+19,1
810947773/2-2-1-1-1	59,5	+5,5	58,1	-4,1	64,2	+10,2
810947773/3-1-1-1-1	54,7	+0,7	80,7	+26,7	69,1	+15,1
810947773/5-1-1-1-1	58,1	+4,1	65,0	+11,9	65,2	+11,2
810947773/9-2-1-1-1	54,4	+0,4	59,6	+5,6	69,6	+15,6
810947773/10-1-1-1-1	56,9	+2,9	60,0	+6,0	62,9	+8,9
810773774/4-1-1-1-1	53,4	-0,6	56,3	+2,3	63,0	+9,0
810773774/5-2-1-2-1	54,2	+0,2	66,6	+12,6	49,5	-4,5
810773774/6-2-1-1-1	57,0	+3,0	57,8	+3,8	60,2	+5,8
810773774/7-1-2-1-1	54,1	+0,1	61,5	+7,5	61,3	+6,2
810773119/2-1-1-2-1	67,3	+13,3	55,1	+1,1	51,7	-2,3
810773119/2-1-1-3-1	59,4	+5,5	53,4	-0,6	62,5	+8,5
810773119/6-2-1-1-1	58,8	+4,8	75,5	+21,5	60,7	+6,7
810773119/6-2-1-2-1	57,0	+3,0	52,6	-1,4	69,5	+15,5
810773119/7-1-1-1-1	61,2	+7,2	57,2	+3,2	53,9	-0,1
810773119/7-1-2-1-1	63,0	+9,0	55,1	+1,1	67,9	+13,9
810773119/7-1-2-2-1	64,7	+10,7	50,9	-3,1	51,9	-2,1
810773119/8-1-1-2-1	73,4	+19,4	69,4	+15,4	65,9	+11,9
Среднее по опыту	61,2					
НСР <sub>05</sub> для попар- ного сравнения линий		5,40		8,34		6,51
НСР <sub>05</sub> для срав- нения со средней	7,38					

Средняя урожайность в опыте оказалась на уровне прошлого года 61,2 ц/га. На этом фоне выделились гибриды с участием линий 810947773/1-1-1-2-1 и 810773119/8-1-1-2-1, которые продемонстрировали урожайность выше средней в опыте независимо от использованного тестера. Большинство гибридов не-

значительно превышали среднюю урожайность в опыте независимо от опылителя.

Сравнивая изучаемые гибриды между собой (таблица 25), можно отметить, что наилучшие результаты были получены при использовании исходного материала, где в качестве тестера была привлечена линия Кр 685 МВ.

Таблица 25 – Урожайность зерна гибридов с участием новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы и тестеров (КНИИСХ, 2012 год)

Линия ♀, стандарт	Тестер					
	Кр 685 МВ		Кр 244 МВ		Кр 717 МВ	
	Урожайн. зерна, ц/га	Откл. от ст. ц/га	Урожайн. зерна, ц/га	Откл. от ст. ц/га	Урожайн. зерна, ц/га	Откл. от ст. ц/га
РОСС 299 МВ (st)	48,1	-	48,1	-	48,1	-
810947773/1-1-1-2-1	66,8	+18,7	49,7	+1,6	51,1	+3,0
810947773/2-2-1-1-1	57,6	+5,4	46,6	-1,5	57,1	+9,0
810947773/3-1-1-1-1	54,2	+6,1	42,1	-6,0	50,4	+2,3
810947773/5-1-1-1-1	56,2	+8,1	33,9	-14,2	34,6	-13,5
810947773/9-2-1-1-1	52,8	+4,7	55,0	+6,9	42,3	-5,8
810947773/10-1-1-1-1	57,5	+9,4	58,2	+10,1	42,3	-5,8
810773774/4-1-1-1-1	53,2	+5,1	62,3	+14,2	47,0	-1,1
810773774/5-2-1-2-1	53,7	+5,6	47,9	-0,2	53,5	+5,4
810773774/6-2-1-1-1	55,7	+7,6	57,2	+9,1	56,2	+8,1
810773774/7-1-2-1-1	59,6	+11,5	58,8	+10,7	54,7	+6,6
810773119/2-1-1-2-1	54,5	+6,4	68,4	+20,3	64,7	+16,6
810773119/2-1-1-3-1	51,9	+3,8	75,1	+27,0	58,2	+10,1
810773119/6-2-1-1-1	73,1	+25,0	71,7	+23,6	58,4	+10,3
810773119/6-2-1-2-1	51,8	+3,7	80,0	+31,9	55,1	+7,0
810773119/7-1-1-1-1	55,5	+7,4	72,6	+24,5	59,6	+11,5
810773119/7-1-2-1-1	54,5	+6,4	48,7	+0,6	61,7	+13,6
810773119/7-1-2-2-1	49,9	+1,8	63,1	+15,0	62,2	+14,1
810773119/8-1-1-2-1	69,9	+21,8	80,5	+32,4	73,1	+25,0
Среднее по опыту	57,0					
НСР <sub>05</sub> для попарного сравнения линий		6,19		6,15		5,26
НСР <sub>05</sub> для сравнения со средней	5,95					

При этом восемь гибридов из восемнадцати достоверно превысили стандарт по урожайности.

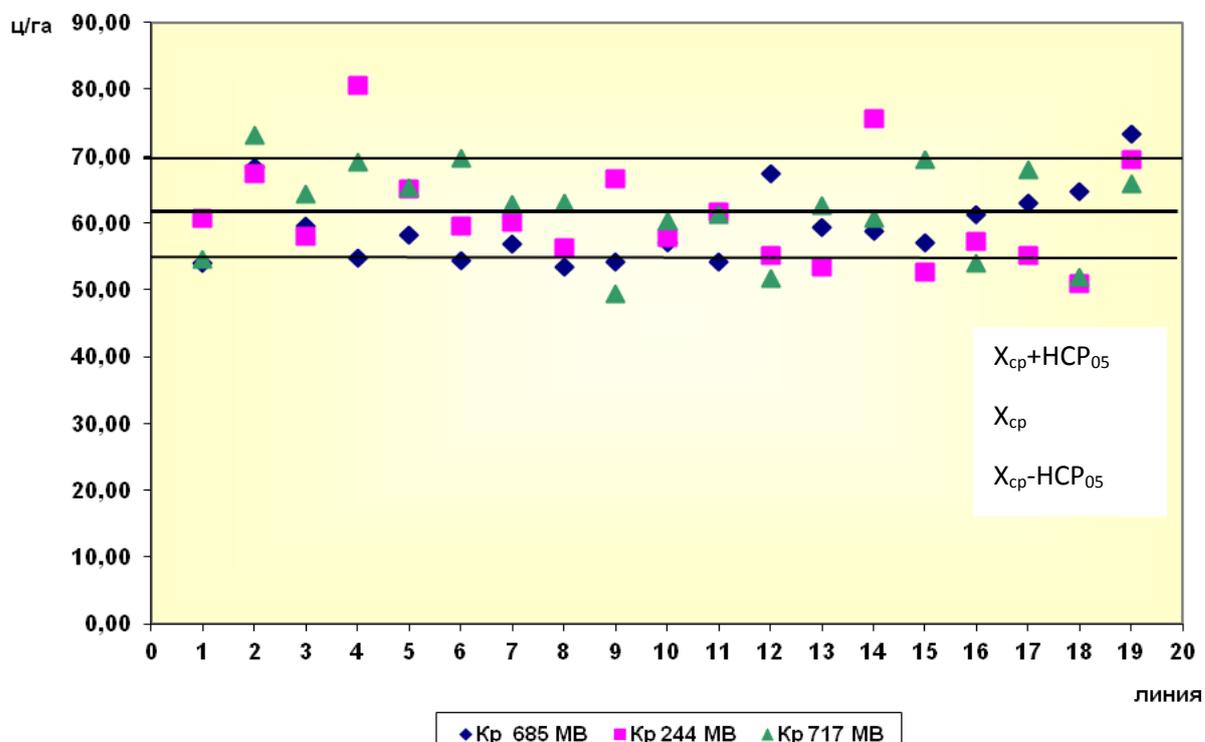


Рисунок 10 – Динамика изменчивости урожайности гибридов кукурузы с участием новых среднеранних самоопыленных линий в зависимости от использованного тестера, (КНИИСХ, 2011 год)

Наилучшие результаты отмечены у гибридов с участием линий 810773119/8-1-1-2-1 (+19,4 ц/га при  $HCP_{05}=5,40$  ц/га), 810947773/1-1-1-2-1 (+14,2 ц/га) и 810773119/2-1-1-2-1 (+13,3 ц/га). Зерновая продуктивность гибридных комбинаций с линиями 810947773/3-1-1-1-1, 810947773/9-2-1-1-1, 810773774/4-1-1-1-1, 810773774/5-2-1-2-1 и 810773774/7-1-2-1-1 оказалась практически близка к стандарту.

При скрещивании изучаемых линий с тестером Кр 244 МВ большинство гибридов показали снижение урожайности. Однако, это отклонение было зачастую ниже значения  $HCP_{05}$ . Только у гибрида с участием линии 810773119/7-1-2-2-1 отмечено достоверное снижение зерновой продуктивности

по сравнению со стандартом на 9,7 ц/га. Лучшими вновь оказались гибриды с участием линий 810947773/<sub>3-1-1-1-1</sub> и 810773119/<sub>6-2-1-1-1</sub>, прибавка их урожайности по сравнению со стандартом составила 26,7 и 21,5 ц/га соответственно.

При скрещивании новых среднеранних линий с третьим тестером Кр 717 МВ четырнадцать гибридов имели прибавку урожайности. Причем у двенадцати она была существенной по сравнению со стандартом. Наилучшие результаты были получены у гибридов с участием линий 810947773/<sub>1-1-1-2-1</sub>, 810947773/<sub>9-2-1-1-1</sub> и 810773119/<sub>6-2-1-2-1</sub> (более 15 ц/га).

Анализ результатов исследований за 2012 год позволил выделить группу гибридов, урожайность которых в большинстве случаев достоверно превышала среднее значение урожайности в опыте 57,0 ц/га при  $НСР_{05}=5,95$  ц/га (рисунок 11).

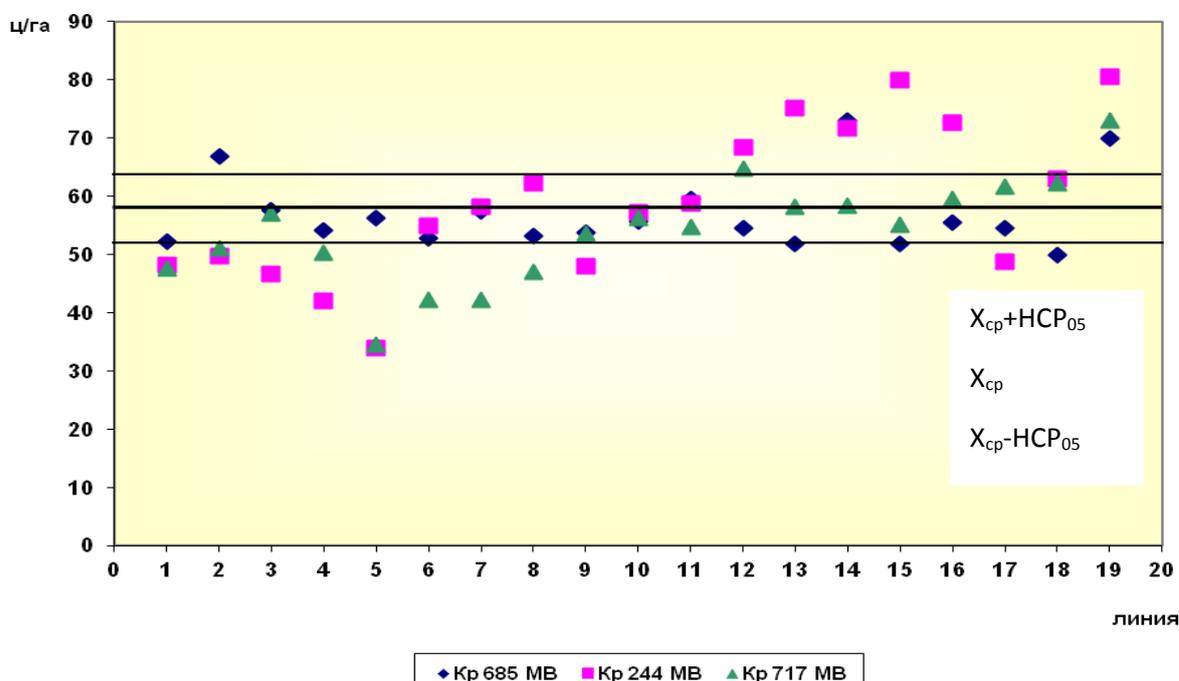


Рисунок 11 – Динамика изменчивости урожайности гибридов с участием новых среднеранних самоопыленных линий в зависимости от тестеров, (КНИИСХ, 2012 год)

Как показано на рисунке 11, у шести гибридов урожайность зерна была значительно выше средней по опыту при скрещивании их с тестером Кр 244 МВ. Использование Кр 685 МВ в качестве тестера продемонстрировало результаты близкие к средней по опыту у большинства изучаемых гибридов с его участием. Аналогичная тенденция отмечена и в результате применения линии Кр 717 МВ в качестве отцовской формы.

Гибриды кукурузы с участием линий 810773119/<sub>6-2-1-1-1</sub>, 810773119/<sub>8-1-1-2-1</sub> и 810773119/<sub>2-1-1-2-1</sub> продемонстрировали наиболее высокое проявление признака «урожайность зерна» в опыте независимо от применяемого тестера. Максимальный эффект прибавки урожайности (+32,4 ц/га) гибрида обеспечила линия 810773119/<sub>8-1-1-2-1</sub> при скрещивании ее с Кр 244 МВ.

Анализируя полученные данные (таблица 26, приложения 17-20) отметим, что большинство изучаемых гибридов продемонстрировали оптимальную урожайность в 2012 году. Урожайность стандарта РОСС 299 МВ в этом году была значительно ниже по сравнению с 2010 и 2011 годами.

Однако достоверно высокой урожайностью, независимо от применения тестера, обладали гибриды с участием новых среднеранних линий: 810773119/<sub>8-1-1-2-1</sub>, 810773119/<sub>6-2-1-1-1</sub> и 810773774/<sub>7-1-2-1-1</sub>. Это указывает на их повышенную стабильность по отношению к различным тестерам. Наиболее существенную прибавку урожайности в гибридах обеспечивала линия 810773119/<sub>8-1-1-2-1</sub> (+21,8 ц/га, +32,4 ц/га, +25,0 ц/га соответственно).

Анализируя каждый тестер в отдельности можно увидеть несколько иную картину. Так, при скрещивании изучаемых линий с тестером КР 685 МВ только четыре гибрида с линиями 810947773/<sub>1-1-1-2-1</sub>, 810773774/<sub>7-1-2-1-1</sub>, 810773119/<sub>6-2-1-1-1</sub> и 810773119/<sub>8-1-1-2-1</sub> достоверно превышают стандарт по урожайности (18,7 ц/га, 11,5 ц/га, 25,0 ц/га и 21,8 ц/га соответственно при НСР<sub>05</sub> равной 6,19 ц/га). Урожайность зерна остальных гибридов была близка к стандарту, либо их отклонения находились в пределах ошибки опыта.

Таблица 26 – Урожайность зерна гибридов с участием новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы и трех тестеров (КНИИСХ, 2013 год)

Линия ♀, стандарт	Тестер					
	Кр 685 МВ		Кр 244 МВ		Кр 717 МВ	
	Уро- жайн. зерна, ц/га	Откл. от ст. ц/га	Уро- жайн. зерна, ц/га	Откл. от ст. ц/га	Уро- жайн. зерна, ц/га	Откл. от ст. ц/га
РОСС 299 МВ (st)	57,7	-	57,7	-	57,7	-
810947773/1-1-1-2-1	49,5	-8,2	62,1	+5	62,3	+4,6
810947773/2-2-1-1-1	58,8	+1,1	56,7	-1	53,8	-3,9
810947773/3-1-1-1-1	57,7	0	47,4	-10,3	73,4	+15,7
810947773/5-1-1-1-1	55,8	-1,9	66,5	+8,8	60,0	+2,3
810947773/9-2-1-1-1	66,0	+8,3	71,2	+13,5	56,2	-1,5
810947773/10-1-1-1-1	62,4	+4,7	52,9	-4,8	56,0	-1,7
810773774/4-1-1-1-1	44,8	-12,9	61,6	+3,9	52,4	-5,2
810773774/5-2-1-2-1	62,4	+4,7	56,6	-1,1	62,3	+4,6
810773774/6-2-1-1-1	46,1	-11,6	49,4	-8,3	54,1	-3,6
810773774/7-1-2-1-1	48,6	-9,1	56,9	-0,8	58,9	+1,2
810773119/2-1-1-2-1	57,1	-0,6	49,0	-8,7	50,3	-7,4
810773119/2-1-1-3-1	64,7	+7,0	57,0	-0,7	49,0	-8,7
810773119/6-2-1-1-1	54,8	-2,9	57,7	0	69,2	+11,5
810773119/6-2-1-2-1	50,8	-6,9	63,5	+5,8	49,6	-8,1
810773119/7-1-1-1-1	58,2	+0,5	49,8	-7,9	53,2	-4,5
810773119/7-1-2-1-1	50,2	-7,5	63,8	+6,1	51,9	-5,8
810773119/7-1-2-2-1	62,5	+4,8	48,7	-9,0	47,3	-10,4
810773119/8-1-1-2-1	62,3	+4,6	60,8	+3,1	65,2	+7,5
Среднее по опыту	57,2					
НСР <sub>05</sub> для попар- ного сравнения линий		7,34		7,21		7,75
НСР <sub>05</sub> для срав- нения со средней	7,52					

Скрещивания новых линий с тестером Кр 244 МВ, как уже говорилось, дают наиболее интересные результаты. Так, из восемнадцати изучаемых гибридов по урожайности зерна достоверно превысили стандарт - двенадцать гибридов, и только один – с участием линии 810947773/5-1-1-1-1 – достоверно уступил ему (-14,2 ц/га при НСР<sub>05</sub>=6,15 ц/га).

Практический интерес в данной группе скрещиваний представляют гибриды с участием линий 810773119/8-1-1-2-1, 810773119/6-2-1-2-1, 810773119/2-1-1-3-1, 810773119/2-1-1-2-1, 810773119/6-2-1-1-1 и 810773119/7-1-1-1-1, прибавка урожая которых по сравнению со стандартом оказалась более 20 ц/га.

При скрещивании исследуемых линий с третьим тестером Кр 717 МВ двенадцать гибридов достоверно превысили урожайность стандарта РОСС 299 МВ. Наибольший эффект был получен у гибридов с участием линий 810773119/8-1-1-2-1 и 810773119/2-1-1-2-1 (25,0 и 16,6 ц/га соответственно при НСР<sub>05</sub>=5,26 ц/га). Снижение урожайности зерна было отмечено у трех гибридов с линиями 810947773/5-1-1-1-1, 810947773/9-2-1-1-1 и 810947773/10-1-1-1-1 (13,0 и 5,3 ц/га соответственно).

Анализ результатов исследований 2013 года показывает, что значения урожайности изучаемых гибридов в опыте, в большинстве случаев, были близки к среднему значению урожайности в опыте на всех вариантах (рисунок 12).

Достоверно превысили среднюю урожайность в опыте гибриды с участием линий 810947773/3-1-1-1-1 и 810773119/6-2-1-1-1 при скрещивании их с тестером Кр 717 МВ, а гибрид с линией 810947773/9-2-1-1-1 – при скрещивании с тестером Кр 244 МВ. Это подтверждают и данные, приведенные в таблице 26. Погодные условия 2013 года были весьма благоприятными для роста и развития растений кукурузы, как по тепло-, так и влагообеспеченности. Однако, урожайность большинства изучаемых гибридов оказалась ниже, чем в предыдущие годы исследований.

Сравнивая изучаемые линии между собой, можно отметить, что при использовании в качестве тестера Кр 685 МВ наилучшие результаты были получены у гибридов с участием линии 810947773/9-2-1-1-1 (+8,3 ц/га).

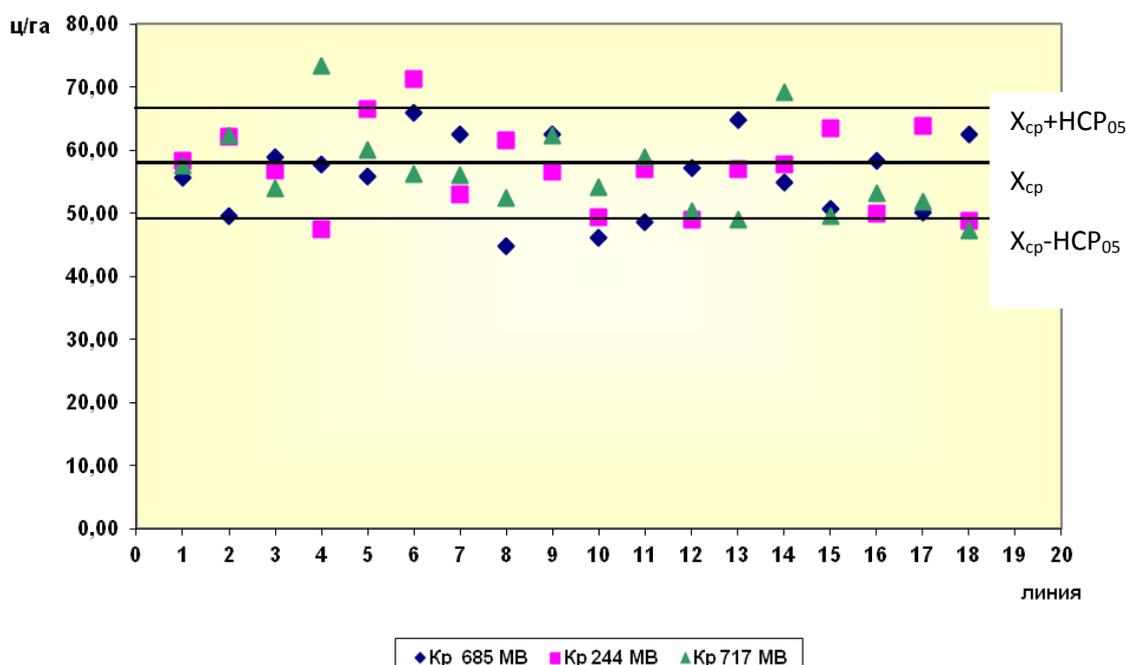


Рисунок 12 –Изменчивость урожайности гибридов с участием новых среднеранних самоопыленных линий с участием трех тестеров, (КНИИСХ, 2013 год)

Гибридная комбинация с линией 810773774/4-1-1-1-1, напротив, достоверно уступила стандарту по урожайности (-12,9 ц/га при  $HCP_{05}=7,34$  ц/га). Остальные гибриды по продуктивности зерна незначительно отклонялись от стандарта в большую или меньшую сторону.

При скрещивании изучаемых линий с тестером Кр 244 МВ два гибрида продемонстрировали более высокую урожайность зерна по сравнению со стандартом. При этом превышение продуктивности составило +8,8 ц/га у гибрида с участием линии 810947773/5-1-1-1-1 и +13,5 ц/га с линией 810947773/9-2-1-1-1. Однако, урожайность пяти гибридов из восемнадцати оказалась ниже стандарта. Наибольшее снижение урожайности было у гибридов с участием линий 810947773/3-1-1-1-1 (-10,3 ц/га при  $HCP_{05}=7,21$  ц/га), 810773119/7-1-2-2-1 (-9,0 ц/га) и 810773119/2-1-1-2-1 (-8,7 ц/га). Гибридные комбинации с линиями 810947773/1-1-1-2-1, 810773774/4-1-1-1-1, 810773119/6-2-1-2-1 и 810773119/7-1-2-1-1 хотя и превысили стандарт РОСС 299 МВ по продуктивности, но эта прибавка была незначительной, в пределах ошибки опыта.

Продуктивность большинства изучаемых гибридов при скрещивании новых линий с третьим тестером Кр 717 МВ также была невысокой. Наилучшие результаты продемонстрировали гибриды с участием линий 810947773/3-1-1-1-1, 810773119/6-2-1-1-1 и 810773119/8-1-1-2-1 превышение составило (15,7 ц/га, 11,5 и 7,5 ц/га соответственно). Урожайность гибридов с использованием линий 810773119/2-1-1-3-1, 810773119/6-2-1-2-1 и 810773119/7-1-2-2-1 была существенно ниже стандарта на 8,7 ц/га, 8,1 и 10,4 ц/га соответственно.

В целом за годы исследований прослеживается изменчивость урожайности по годам. Наилучшими по урожайности зерна оказались 2010 и 2011 годы.

При изучении различных тестеров наилучшие результаты были получены при скрещивании линий с тестером Кр 244 МВ (рисунок 13). При использовании данного тестера урожайность большинства линий колебалась в пределах от 56 до 64 ц/га, а максимальные ее значения были выше 72 ц/га.

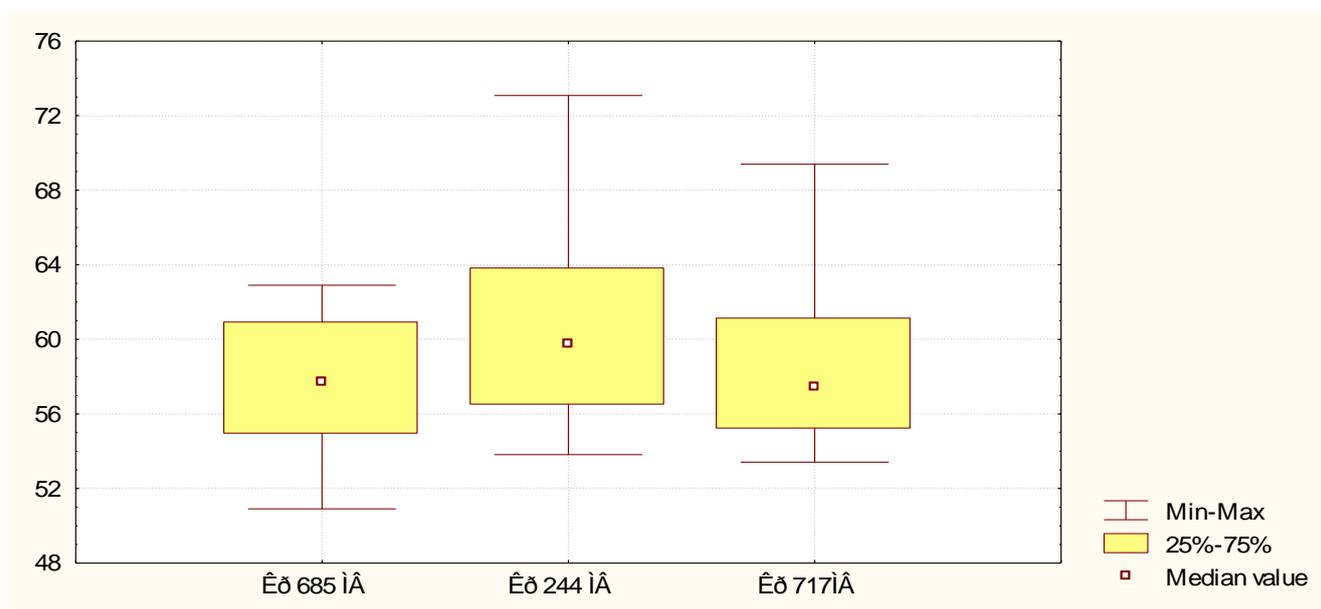


Рисунок 13– Зависимость урожайности изучаемых гибридов с участием новых среднеранних линий кукурузы с тремя тестерами (среднее за 2010-2013 гг.)

На втором месте по качеству использования оказался тестер Кр 717 МВ. При скрещивании с этим тестером были также отмечены высокие значе-

ния урожайности у некоторых гибридов (свыше 68 ц/га). Урожайность большинства изучаемых гибридов варьировала в пределах от 55 до 62 ц/га.

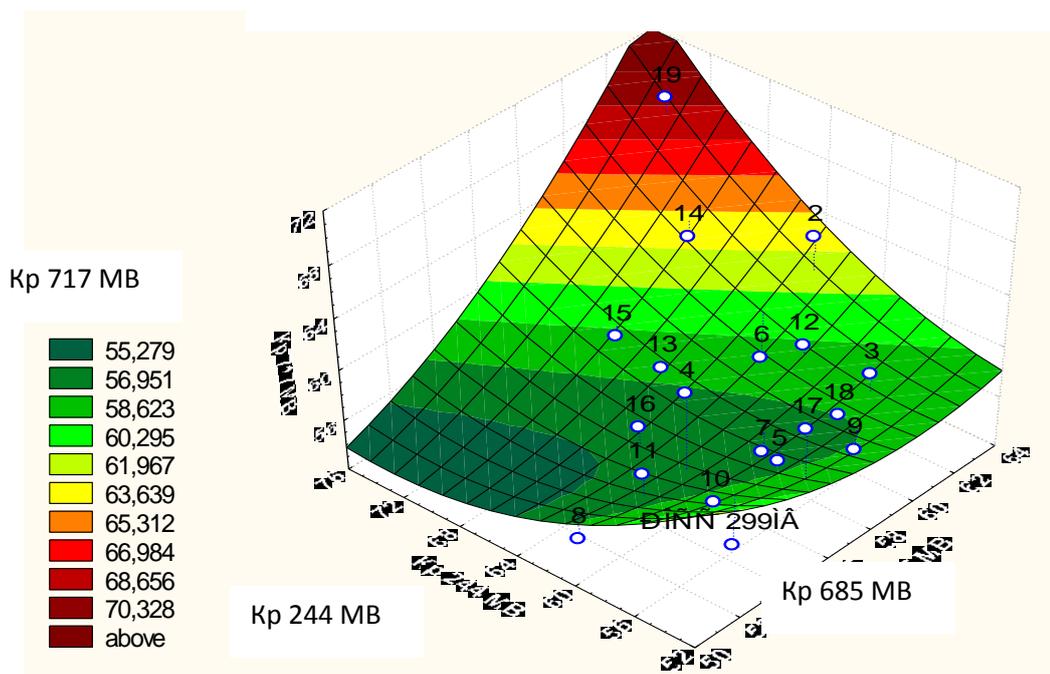
Необходимо отметить, что минимальные значения урожайности у изучаемых гибридов при скрещивании новых линий с тестерами Кр 244 МВ и Кр 717 МВ были примерно одинаковыми и не опускались ниже 53 ц/га.

Наименьшие результаты урожайности зерна у изучаемых гибридов отмечены при скрещивании новых линий с тестером Кр 685 МВ. Максимальные значения здесь были не выше 64 ц/га, а минимальные – 50 ц/га. Урожайность большинства гибридов варьировала в пределах от 55 до 61 ц/га.

На рисунке 14 представлена трехмерная диаграмма, которая более наглядно демонстрирует зависимость урожайности зерна гибридов с участием новых среднеранних линий и трех тестеров.

На этой диаграмме тестер Кр 685 МВ читается на правой стороне основания куба, тестер Кр 244 МВ – на левой стороне основания, а Кр 717 МВ – по вертикальному ребру.

Анализ результатов опытов позволил выделить группу гибридов с участием новых среднеранних линий, которые обладали стабильной урожайностью по годам исследований при скрещивании с различными тестерами. Это свидетельствует о потенциале новых гибридов с использованием линий 810773119/8-1-1-2-1, 810947773/1-1-1-2-1, 810947773/2-2-1-1-1, 810773119/2-1-1-3-1, 810773119/7-1-2-1-1 и 810773119/7-1-2-2-1.



2-19 – номера изучаемых линий

РОСС 299 MB – стандарт

Рисунок 14 –Изменчивость урожайности гибридов с участием новых среднеранних самоопыленных линий и трех тестеров, (КНИИСХ, среднее за 2010-2013 гг.)

### Высота растений

При сравнении линий, скрещенных с различными тестерами, наиболее высокорослыми оказались гибриды с тестером Кр 685 MB. (Таблица 27).

В этом варианте отмечена и наибольшая стабильность высоты изучаемых гибридов (CV 3,0%). Наиболее вариабельной высота гибридов была при скрещивании изучаемых самоопыленных линий с тестером Кр 717 MB (CV 5,1%).

С точки зрения стабильности признака «высота растений» у гибридов с участием новых самоопыленных линий независимо от использованного тестера можно выделить линии: 810947773/10-1-1-1-1, 810947773/3-1-1-1-1, 810773119/8-1-1-2-1, 810947773/1-1-1-2-1, 810947773/9-2-1-1-1, 810773119/2-1-1-3-1, 810773119/7-1-1-1-1 и 810773119/7-1-2-2-1 (CV изменяется от 1,5 до 5,6%).

Таблица 27 – Изменчивость высоты растений гибридов кукурузы с участием новых среднеранних линий в зависимости от использованного тестера, см, (среднее за 2010-2013 гг). Краснодар.

Название	Тестер, высота растения гибридов, см			CV, %
	Кр 685 МВ	Кр 244 МВ	Кр 717 МВ	
810947773 / 1-1-1-2-1	196,7±3,19	192,7±3,21	203,6±3,81	2,8
810947773 / 2-2-1-1-1	194,0±2,80	177,9±4,42	197,2±2,39	5,5
810947773 / 3-1-1-1-1	204,1±6,76	202,7±2,74	209,1±2,61	1,6
810947773 / 5-1-1-1-1	211,6±2,46	191,7±2,39	203,2±1,25	2,9
810947773 / 9-2-1-1-1	210,8±3,39	201,9±3,73	213,8±4,23	3,0
810947773 / 10-1-1-1-1	203,1±3,48	206,6±2,88	209,3±1,18	1,5
810773774 / 4-1-1-1-1	204,5±2,93	190,1±4,19	193,0±3,35	3,9
810773774 / 5-2-1-2-1	204,4±2,68	188,5±2,54	192,1±2,14	4,3
810773774 / 6-2-1-1-1	196,0±2,84	186,4±3,61	186,0±3,64	3,0
810773774 / 7-1-2-1-1	199,4±4,87	186,6±3,62	190,4±4,07	3,4
810773119 / 2-1-1-2-1	204,7±1,22	191,9±2,59	192,3±3,48	3,7
810773119 / 2-1-1-3-1	199,5±3,75	190,2±3,14	192,5±3,49	2,5
810773119 / 6-2-1-1-1	190,9±3,83	187,3±3,00	171,7±4,80	5,6
810773119 / 6-2-1-2-1	195,7±3,80	182,6±3,22	182,5±4,17	4,1
810773119 / 7-1-1-1-1	188,1±2,18	183,3±2,80	192,9±2,13	2,6
810773119 / 7-1-2-1-1	194,2±3,64	181,7±1,89	187,0±3,81	3,3
810773119 / 7-1-2-2-1	199,4±4,23	190,1±1,71	190,6±3,46	2,7
810773119 / 8-1-1-2-1	199,8±2,83	204,4±2,25	197,5±3,55	1,8
Среднее	199,8±3,38	190,9±3,10	194,7±3,19	-
CV, %	3,0	4,1	5,1	-
НСР <sub>05</sub>	7,84	8,96	9,1	

В целом, вариабельность высоты изучаемых гибридов оказалась незначительной во всех опытах (CV<10%).

Параметры варьирования признака «высота растений» у изученных тесткроссов за 2010-2013 гг. представлены в таблице 28 и в приложении 1.

На основании полученных данных в наших исследованиях установлены минимальные статистически несущественные различия средних значений изучаемых тесткроссов по высоте растений (CV<10%).

Таблица 28 – Параметры варьирования значений тесткроссов по признаку «Высота растений», (КНИИСХ, 2010-2013 гг.) Краснодар

Параметры	Тестер			
	Кр 685 МВ	Кр 244 МВ	Кр 717 МВ	Среднее
N	54	54	54	54
$X_{cp} \pm s_x$ , см	199,8 $\pm$ 3,38	190,9 $\pm$ 3,10	194,7 $\pm$ 3,19	195,1 $\pm$ 3,22
$X_{min}$ , см	188,1	177,9	171,7	179,2
$X_{max}$ , см	211,6	206,6	213,8	210,6
Lim, см	23,5	44,5	55,4	41,1
S	6,5 $\pm$ 0,51	10,7 $\pm$ 0,71	12,5 $\pm$ 0,83	12,9 $\pm$ 0,68
$CV \pm s_v$ , %	3,3 $\pm$ 0,31	5,6 $\pm$ 0,31	6,4 $\pm$ 0,41	5,1 $\pm$ 0,34
$HCP_{05}$	8,76	8,82	9,30	8,96

Это указывает на относительную выравненность изучаемых гибридов по данному признаку. Поэтому размах варьирования признака составил от 23,5 см у гибридов, скрещенных с тестером Кр685 МВ, до 55,4 см – с тестером Кр 717 МВ.

Данные по признаку «высота прикрепления початка» представлены в таблице 29.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что средние значения признака у гибридов независимо от использованного тестера были выше 60 см. Наибольшая высота прикрепления початка отмечена на варианте с тестером Кр 865 МВ (86,3 см), причем данный показатель в группе изучаемых гибридов был стабильным (коэффициент вариации 8,8%). Наиболее вариабельным изучаемый признак оказался на варианте с тестером Кр 717 МВ (15,5%). Здесь же и отмечена наиболее низкая высота прикрепления початка.

При анализе гибридных комбинаций можно выделить группу гибридов с участием новых линий, у которых высота прикрепления початка была существенно выше средних значений на всех трех вариантах опыта. Это позволило отобрать наиболее перспективные формы по данному признаку.

Таблица 29 – Высота прикрепления початка гибридов кукурузы с участием новых линий, (среднее за 2010-2013 гг). Краснодар

Название	Тестер, см			CV, %
	Кр 685 МВ	Кр 244 МВ	Кр 717 МВ	
810947773 / 1-1-1-2-1	74,1±2,22	71,4±2,67	59,0±4,33	11,8
810947773 / 2-2-1-1-1	66,1±1,90	56,0±1,00	58,5±1,98	8,7
810947773 / 3-1-1-1-1	80,1±2,49	74,3±2,24	69,5±1,89	7,1
810947773 / 5-1-1-1-1	86,3±1,70	69,0±2,60	58,0±2,26	20,1
810947773 / 9-2-1-1-1	83,7±2,77	71,9±2,81	63,0±4,23	14,3
810947773 / 10-1-1-1-1	77,9±2,42	75,7±2,59	67,0±2,00	7,8
810773774 / 4-1-1-1-1	78,1±3,30	64,2±1,20	59,5±2,73	14,4
810773774 / 5-2-1-2-1	73,6±2,90	64,4±2,09	61,0±2,33	9,8
810773774 / 6-2-1-1-1	67,6±2,76	62,1±2,98	52,0±2,26	13,1
810773774 / 7-1-2-1-1	67,0±2,49	62,8±2,41	59,5±1,38	6,0
810773119 / 2-1-1-2-1	85,3±2,61	67,5±2,39	68,5±2,89	13,6
810773119 / 2-1-1-3-1	74,8±2,45	66,0±2,56	53,0±3,18	17,0
810773119 / 6-2-1-1-1	65,2±1,84	66,0±1,63	44,0±2,87	21,4
810773119 / 6-2-1-2-1	72,3±2,25	59,5±1,57	55,0±2,24	14,4
810773119 / 7-1-1-1-1	66,5±1,88	65,0±1,97	58,9±1,92	6,3
810773119 / 7-1-2-1-1	69,2±1,59	64,5±2,52	57,3±1,40	9,4
810773119 / 7-1-2-2-1	73,1±1,99	61,1±2,23	53,7±2,01	15,6
810773119 / 8-1-1-2-1	72,5±3,00	73,7±2,97	57,1±2,01	13,7
Среднее	74,1±2,36	67,4±2,46	60,2±2,43	-
CV, %	8,8	10,0	15,5	-
НСР <sub>05</sub>	6,1	7,04	8,9	

Однако, ряд линий, особенно при скрещивании с тестером Кр 717 МВ, продемонстрировали высоту прикрепления початка в пределах 44,0-59,0 см.

Изменчивость изучаемых гибридов по признаку «высота прикрепления початка» была различной. Наименее вариabельными оказались гибридные комбинации с участием линий: 810947773/2-2-1-1-1, 810947773/3-1-1-1-1, 810947773/10-1-1-1-1, 810773774/5-2-1-2-1, 810773774/7-1-2-1-1, 810773119/7-1-1-1-1, 810773119/7-1-2-1-1 (CV<10%).

Средние параметры варьирования тесткроссов за 2010-2013 гг. по признаку «высота прикрепления початка» представлены в таблице 30 и в приложении 2.

Таблица 30 – Параметры варьирования значений тесткроссов по признаку «Высота прикрепления початка», (КНИИСХ, 2010-2013 гг.)

Параметры	Тестер			
	Кр 685 МВ	Кр 244 МВ	Кр 717 МВ	Среднее
N	54	54	54	54
$X_{cp} \pm S_x$ , см	74,1±1,49	67,4±1,55	60,2±2,15	67,2±2,41
$X_{min}$ , см	65,2	56,0	44,0	55,0
$X_{max}$ , см	86,3	75,7	69,5	77,2
Lim, см	21,1	19,7	25,5	22,1
S	6,5±0,41	6,8±0,43	9,4±0,61	7,5±0,48
$CV \pm s_v$ , %	8,8±0,29	10,0±0,33	15,5±0,45	11,4±0,35
$HCP_{05}$	6,99	6,88	7,26	7,04

На основании полученных данных в наших исследованиях установлены минимальные статистически несущественные различия средних значений, изучаемых тесткроссов по высоте прикрепления початка только на вариантах с тестерами Кр 685 МВ и Кр 244 МВ ( $CV \leq 10\%$ ). Это указывает на относительную выравненность изучаемых гибридов по данному признаку. Размах варьирования признака составил от 21,1 см у гибридов, скрещенных с тестером Кр 685 МВ, до 25,5 см – с тестером Кр 717 МВ.

Изучая признак «высота растений», обращает на себя внимание тот факт, что около 20% гибридов имели высоту растений в интервале 180-190 см. (при  $x_{cp} = 196,4 \pm 2,24$ ), наибольшая частота распределения значений признака находилась в интервале 190-200 см., а 24,6% гибридов – в интервале 200-210 см. Гибридов меньше 180 см и больше 210 см было менее 10% (Рисунок 15).

При рассмотрении частоты распределения высоты прикрепления початка у гибридов, можно отметить, что наибольшее их количество по данному признаку находилось в пределах 60-70 см (38,6%).

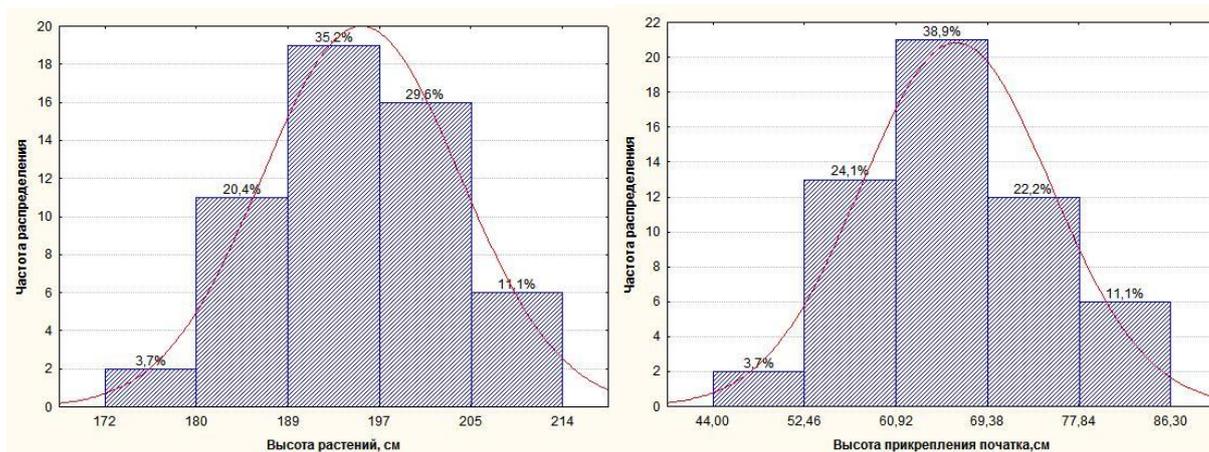


Рисунок 15 – Частота распределения гибридов кукурузы с участием новых линий по признаку «высота растений» и «высота прикрепления початка», среднее за 2010-2013 гг. Краснодар.

Одинаковое количество гибридов (24,6%) имели параметры данного признака 50-60 и 70-80 см. Только небольшое число гибридов (1,8%) оказались в пределах 40-50 см.

### Количество листьев

Количество листьев на растении колеблется в зависимости от группы спелости гибрида. Их бывает от 6-8 у раннеспелых до 48 – у позднеспелых сортов, и напрямую это связано со скороспелостью. Скороспелые сорта и гибриды имеют меньше листьев, чем позднеспелые. У распространенных в РФ гибридов образуется – 12-23 листьев. От положения листьев зависит взаимное затенение растений в посевах. Так как початок снабжается, прежде всего, ассимилятами от листа, которые находятся непосредственно под ним, очень важно, чтобы происходила полная инсоляция его поверхности. Чем вертикальнее расположены листья на стебле, тем лучше освещенность всей ассимилирующей поверхности растения и выше интенсивность фотосинтеза.

Поэтому селекционерами созданы «гелиотропные» формы кукурузы.

Данные по признаку «количество листьев на растении» представлены в таблице 31.

Таблица 31 - Количество листьев у гибридов кукурузы в зависимости от использованного тестера, среднее за 2010-2013 гг. Краснодар.

Название	Количество листьев, шт.			
	Тестер			CV, %
	Кр 685 МВ	Кр 244 МВ	Кр 717 МВ	
810947773/1-1-1-2-1	15,9±0,23	15,3±0,42	15,9±0,18	2,2
810947773/2-2-1-1-1	16,6±0,16	15,9±0,28	15,8±0,29	2,7
810947773/3-1-1-1-1	15,2±0,20	16,0±0,33	15,5±0,37	2,6
810947773/5-1-1-1-1	15,9±0,46	15,7±0,15	14,1±0,23	6,5
810947773/9-2-1-1-1	16,6±0,16	15,5±0,22	15,5±0,27	4,0
810947773/10-1-1-1-1	16,1±0,23	14,9±0,28	16,6±0,16	5,5
810773774/4-1-1-1-1	16,7±0,21	15,0±0,33	15,2±0,29	5,9
810773774/5-2-1-2-1	16,2±0,20	16,4±0,16	16,8±0,20	1,9
810773774/6-2-1-1-1	13,9±0,28	14,7±0,21	13,8±0,25	3,5
810773774/7-1-2-1-1	15,3±0,26	15,1±0,31	15,0±0,21	1,0
810773119/2-1-1-2-1	16,2±0,25	17,5±0,17	15,2±0,29	7,1
810773119/2-1-1-3-1	14,7±0,26	15,2±0,29	15,1±0,23	1,8
810773119/6-2-1-1-1	15,7±0,33	16,9±0,35	14,2±0,36	8,7
810773119/6-2-1-2-1	16,0±0,21	16,0±0,26	14,5±0,17	5,6
810773119/7-1-1-1-1	15,3±0,21	16,1±0,23	16,8±0,13	4,7
810773119/7-1-2-1-1	16,7±0,15	17,0±0,26	14,9±0,35	7,0
810773119/7-1-2-2-1	16,1±0,31	16,2±0,20	15,7±0,26	1,7
810773119/8-1-1-2-1	16,5±0,22	16,6±0,34	15,6±0,27	3,4
Среднее	15,8±0,24	16,0±0,26	15,4±0,25	-
CV, %	4,6	5,1	5,8	-
НСР <sub>05</sub>	1,0	1,2	1,1	-

По количеству листьев отмечена невысокая изменчивость изучаемых гибридных комбинаций как по годам, так и в зависимости от используемого тестера. Колебания данного признака составили от 1,0 до 8,7% (CV<10%). Это свидетельствует о высокой стабильности данного признака.

Однако, наименьшее количество листьев было у гибрида с участием линий 810773774/6-2-1-1-1 на всех вариантах опыта, а наибольшее у 810773774/5-2-1-2-1.

На основании полученных данных в наших исследованиях установлены минимальные статистически незначительные различия средних значений, изучаемых тесткроссов по количеству листьев (CV≤10%) на всех вариантах опыта. Это указывает на относительную выравненность изучаемых гибридов

по данному признаку. Размах варьирования максимальных значений признака составил от 16,7 штук у гибридов, полученных от скрещивания линий и тестера Кр 685 МВ, до 17,5 штук – с тестером Кр 244 МВ.

При рассмотрении признака «количество листьев», наибольшая частота распределения значений находилась в интервале 15-16 шт. (при  $x_{cp}=15,7\pm 0,13$ ). Около 36% гибридов имели количество листьев больше 16-17 шт., а 19,3% гибридов – в интервале 13-15 листьев (Рисунок 16).



Рисунок 16 - Частота распределения гибридов по признаку «количество листьев», среднее за 2010-2013 гг.

### Уборочная влажность зерна

Одним из актуальных вопросов, касающихся селекции среднеранних гибридов кукурузы является продолжительность вегетационного периода и критерии его определения.

Многие авторы полагают, что одним из самых важных признаков раннезрелого гибрида является быстрая отдача влаги зерном при созревании [33, 41, 49, 148, 150].

Создание и внедрение в производство гибридов кукурузы, характеризующихся быстрой потерей влаги зерном при созревании, позволит значительно сократить или вообще избежать затрат энергоресурсов на послеуборочную сушку зерна [6, 7, 20, 79].

Возделывание гибридов с быстрым высыханием зерна, особенно в зонах с коротким безморозным периодом, позволяет существенно снизить расход энергоресурсов на послеуборочную его сушку, достигающей около 30% всех затрат на его производство.

Из литературных источников известно, что на сушку зерна кукурузы с 30% до 13% необходимо использовать средств больше, чем на весь объем работ по её выращиванию [143, 156].

В годы проведения исследований средняя уборочная влажность по опыту составила 12,87%. Уборочная влажность стандарта была несколько ниже независимо от используемого тестера для скрещивания. Большинство изучаемых гибридов с участием новых линий отличались незначительным повышением уборочной влажности зерна (в пределах 1,0% или в пределах ошибки опыта). Только у гибридов с участием линий 810947773/10-1-1-1-1, 810773774/4-1-1-1-1, 810773774/5-2-1-2-1, 810773774/7-1-2-1-1 при скрещивании их с Кр 685 МВ влажность при уборке была выше, чем у стандарта на 2,1-3,5% при  $НСР_{05}=1,26\%$ . Однако, необходимо отметить, что значения данного признака были оптимальными даже у этих гибридов для данной группы спелости (ФАО 201-300), что является существенным критерием, подтверждающим эффективность проведенного отбора.

В таблице 32 представлена уборочная влажность зерна гибридов с участием изучаемых линий кукурузы в зависимости от используемого тестера, а их математическая обработка в приложении 30.

Таблица 32 – Уборочная влажность зерна гибридов с участием новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы в зависимости от используемого тестера, % (КНИИСХ, среднее за 2010-2013 гг.)

Линия ♀	Тестер					
	Кр 685 МВ		Кр 244 МВ		Кр 717 МВ	
	%	от-клонение от st (+-)	%	от-клонение от st (+-)	%	от-клонение от st (+-)
РОСС 299 МВ (st)	12,3	-	12,3	-	12,3	-
810947773/1-1-1-2-1	13,2	+0,9	12,6	+0,3	13,0	+0,7
810947773/2-2-1-1-1	12,7	+0,4	12,4	+0,1	12,2	-0,1
810947773/3-1-1-1-1	12,9	+0,6	12,4	+0,1	12,2	-0,1
810947773/5-1-1-1-1	13,4	+1,1	12,4	+0,1	12,5	+0,2
810947773/9-2-1-1-1	13,4	+1,1	12,6	+0,3	12,4	+0,1
810947773/10-1-1-1-1	15,2	+2,9	12,2	-0,1	13,2	+0,9
810773774/4-1-1-1-1	15,7	+3,4	12,9	+0,6	14,8	+2,5
810773774/5-2-1-2-1	14,4	+2,1	13,2	+0,9	13,1	+0,8
810773774/6-2-1-1-1	12,4	+0,1	12,6	+0,3	12,6	+0,3
810773774/7-1-2-1-1	15,8	+3,5	12,5	+0,2	11,3	-1,0
810773119/2-1-1-2-1	13,8	+1,5	12,2	-0,1	12,6	+0,3
810773119/2-1-1-3-1	12,6	+0,3	12,4	+0,1	11,9	-0,4
810773119/6-2-1-1-1	13,2	+0,9	12,5	+0,2	12,4	+0,1
810773119/6-2-1-2-1	12,2	-0,1	13,7	+1,4	11,9	-0,4
810773119/7-1-1-1-1	12,2	-0,1	13,0	+0,7	12,2	-0,1
810773119/7-1-2-1-1	12,8	+0,5	13,4	+1,1	12,8	+0,5
810773119/7-1-2-2-1	11,9	-0,4	12,6	+0,3	12,2	0
810773119/8-1-1-2-1	13,4	+1,1	13,2	+0,9	13,4	+1,1
Среднее по опыту	12,87					
НСР <sub>05</sub> для попарного сравнения линий	1,26					

Подводя итоги изучения новых тесткроссов по признаку «уборочная влажность зерна» хочется указать на то, что среди испытуемого материала находятся гибриды с низкой уборочной влажностью зерна. Наиболее ценны генотипы, показавшие в гибридах высокую урожайность зерна при пониженной уборочной влажности.

### Элементы продуктивности початков новых гибридов

Определяющими показателями продуктивности гибридов кукурузы являются количественные признаки. Количественные признаки очень сильно зависят от внешних факторов среды и имеют сложную наследственную

Таблица 33 – Статистическая характеристика морфо-биологических признаков початков перспективных гибридов (КНИИСХ, 2010 – 2011гг.)

Гибрид	Диаметр початка, см	Длина початка, см	Кол-во рядов зерен, шт.	Кол-во зерен в ряду, шт.	Масса 1000 зерен, г	Вес зерна с початка, г
РОСС 299 МВ (st)	3,8	17,3	16,2	38,5	319,2	150,9
810773119/2-1-1-3-1 X Кр 244 МВ	3,7	18,4	16,0	40,1	400,0	173,5
810773119/6-2-1-1-1 X Кр 244 МВ	4,0	19,1	17,8	37,3	423,6	154,5
810773119/6-2-1-2-1 X Кр 244 МВ	4,2	19,2	17,0	41,9	398,4	178,2
810773119/8-1-1-2-1 X Кр 244 МВ	3,8	18,5	19,0	40,6	315,9	171,3
810773119/8-1-1-2-1 X Кр 717 МВ	3,5	17,9	19,0	38,9	325,5	183,0
810947773/9-2-1-1-1 X Кр 244 МВ	3,8	18,4	16,0	39,3	300,1	171,4
Среднее	3,7	18,7	16,8	41,1	324,3	177,6
CV,%	4,21	7,39	8,38	5,97	13,28	13,31
StdDv	1,25	1,35	1,37	2,86	42,98	21,30

основу. Именно поэтому при характеристике тех или иных гибридов большую роль играет анализ их элементов продуктивности.

Выше при характеристике новых линий нами была дана подробная оценка элементам продуктивности. В данном разделе мы хотим показать характеристику количественных признаков перспективных гибридов.

В таблице 33 приведена характеристика основных количественных признаков элементов структуры урожая у выделившихся по урожайности зерна новых гибридов.

Следует отметить тот факт, что почти все показатели количественных признаков выделившихся гибридов значительно превышали таковые у стандарта РОСС 299 МВ. Таким образом, рассмотрев характеристики основных количественных признаков початка, определяющих продуктивность данного материала можно констатировать, что в результате селекции получены гибриды, несущие в себе набор ценных селекционных признаков и свойств.

### **3.8 Результаты экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы**

Посевы кукурузы в Российской Федерации располагаются на большой территории, включающей различные природно экологические зоны с разнообразным климатом. Именно это обстоятельство вынуждает селекционеров учитывать адаптивную способность новых гибридов. Новые гибриды должны быть не просто высокоурожайными, но и обеспечивать эту урожайность не зависимо от года и зоны выращивания [56,65,73,74].

Вопросы создания высокоадаптивных гибридов, обладающих наравне с высокой урожайностью зерна хорошей устойчивостью к различным стрессовым факторам среды, являются актуальными для современной селекции [30,49,64,103].

В селекционной практике, при изучении гибридов кукурузы на адаптивную способность, выделяют две группы: экологически адаптивные низкопластичные и высокопластичные со стабильным проявлением признаков.

Учитывая все выше изложенное нами была предпринята, попытка оценить новые гибриды на их экологическую пластичность и стабильность в различных климатических условиях.

Проведя сортоиспытания тесткроссов, полученных от тестирования новых самоопыленных линий кукурузы в 2010-2013 году на территории КНИИСХ, нами были выделены 13 лучших тесткроссов по урожайности зер-

на, в 2014 году лучшие тесткроссы прошли изучение в Агрофирме «Семеноводство Кубани» (ст. Ладожская Краснодарского края).

В качестве основных критериев при оценивании гибридов на их адаптивные свойства были взяты - урожайность зерна и его уборочная влажность.

Из литературных источников известно, что под экологической пластичностью, например, В.З. Пакудин и Л.П. Лопатина [93] принимали среднюю реакцию сорта или гибрида на изменение условий окружающей среды, а под стабильностью – отклонение эмпирических данных в каждом условии окружающей среды от этой средней реакции.

Из-за сурового климата территория Российской Федерации полностью подвержена постоянным проявлениям неблагоприятных условий среды, поэтому при выращивании кукурузы необходимо учитывать эти моменты.

В таблице 34 приведена характеристика урожайности зерна лучших новых тесткроссов, выделившихся при испытании в различных экологических зонах.

Как видно из таблицы, урожайность зерна выделившихся гибридов во всех пунктах изучения была значительно выше урожайности зерна соответствующего стандарта РОСС 299МВ. Этот факт подтверждает высокие адаптивные свойства данного материала. Об этом свидетельствует и просматриваемая закономерность по увеличению урожайности зерна выделившихся гибридов при изменении условий выращивания от неблагоприятных к более благоприятным.

Так, максимальную урожайность зерна в среднем за все годы изучения во всех пунктах имел тесткросс 810773119/8-1-1-2-1 х Кр 244 МВ. В среднем за пять лет изучения данный гибрид сформировал урожай – 74,1 ц/га.

За четыре года изучения в Краснодаре гибрид показал урожайность зерна – 69,4 ц/га. Хотелось выделить тот факт, что выделившийся тесткросс

положительно реагирует на улучшение условий выращивания - максимальную урожайность он имел при испытании в станице Ладожской при благоприятных погодных условиях (92,3 ц/га).

Самую низкую урожайность зерна данный тесткросс имел при испытании в Краснодаре в 2012 году и это связано с крайне неблагоприятными погодными условиями, сложившимися в этом году. Таким образом в результате четырехлетнего изучения в городе Краснодар и одногодичном в фирме «Кубанские семена» данный гибрид характеризуется как интенсивная форма с очень низкой фенотипической стабильностью.

При обработке результатов экологического испытания нами был принят метод двухфакторного дисперсионного анализа. В результате дисперсионного анализа было установлено достоверное влияние условий среды в различных пунктах и взаимодействия «генотип-условия» на урожайность зерна гибридов, изученных в экологическом испытании.

Полученная матрица статистических значений результата двухфакторного анализа указывает на высокую достоверность различий видов дисперсий, что и подтверждается различной реакцией новых тесткроссов на изменение условий среды (Таблица 35).

Таблица 35– Матрица статистических значений результата двухфакторного дисперсионного анализа по признаку «урожайность зерна» (по пяти пунктам, за 2010-2014 гг.)

Дисперсия	Степеней свободы	Средние квадраты	Дисперсия	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	64		8067,9		
Условия (А)	12		1491,8	124,3	1,62
Генотип (В)	4		2887,7	721,9	9,4
Взаимодействие (А х В)	48		3688,5	76,8	21,9
Остаток (ошибка)	3,5		60		

Для определения экологической пластичности и стабильности нового материала большинство селекционеров используют метод Eberhart S.A., Russel W.A [166].

При оценке новых тесткроссов на экологическую пластичность и стабильность и в соответствии с предлагаемой в методике интерпретацией все гибриды были поделены нами на три группы. В первую группу вошли гибриды: 810773119/8-1-1-2-1 x Кр 717 МВ и РОСС 299МВ (стандарт).

У приведенных тесткроссов установлены минимальные значения  $b_i$ , которые распределяются в пределах интервала ( $0,9 < b_i < 1,1$ ). Гибриды этой группы можно квалифицировать как гибриды с высокой фенотипической стабильностью.

Во вторую группу вошел один тесткросс - 810947773/9-2-1-1-1 x Кр 244 МВ, характеризующийся как интенсивная форма с высокой фенотипической стабильностью ( $1,1 < b_i < 1,2$ ).

Третья группа гибридов была самой значительной, лучшие из которых приведены в таблице: 810947773/9-2-1-1-1 x Кр 244 МВ; 810773119/6-2-1-1-1 x Кр 244 МВ; 810773119/6-2-1-2-1 x Кр 244 МВ; 810773119/7-1-1-1-1 x Кр 244 МВ. Данные тесткроссы характеризуются как гибриды интенсивного типа с пониженной фенотипической стабильностью ( $1,2 < b_i < 1,3$ ).

Таблица 34 – Урожайность зерна лучших тесткроссов кукурузы в различных условиях выращивания (2010-2014 гг.)

Гибрид	Урожайность зерна при 14% влажности, ц/га в различных условиях выращивания					
	КНИИСХ 2010 год	КНИИСХ 2011 год	КНИИСХ 2012 год	КНИИСХ 2013 год	«Сем. Куба- ни» 2014 год	Среднее
РОСС 299 МВ (st)	54,0	54,0	48,1	57,7	68,7	56,5
810947773/1-1-1-2-1 x Кр 685 МВ	66,9	68,2	66,8	49,5	70,2	64,3
810773119/8-1-1-2-1 x Кр 685 МВ	45,5	73,4	69,9	62,3	73,5	64,9
810947773/1-1-1-2-1 x Кр 244 МВ	73,1	67,4	49,7	62,1	78,9	66,2
810947773/9-2-1-1-1 x Кр 244 МВ	69,5	59,6	55,0	71,2	85,4	68,1
810773119/2-1-1-3-1 x Кр 244 МВ	77,5	53,4	75,1	57,0	87,3	70,1
810773119/6-2-1-1-1 x Кр 244 МВ	73,3	75,5	71,7	57,7	88,2	73,3
810773119/6-2-1-2-1 x Кр 244 МВ	81,0	52,6	80,0	63,5	87,6	72,9
810773119/7-1-1-1-1 x Кр 244 МВ	73,8	57,2	72,6	49,8	80,1	66,7
810773119/8-1-1-2-1 x Кр 244 МВ	81,8	69,4	60,8	65,6	92,3	74,1
810947773/1-1-1-2-1 x Кр 717 МВ	68,5	73,1	51,1	62,3	72,0	65,4
810773119/8-1-1-2-1x Кр 717 МВ	73,4	65,9	73,1	65,2	85,7	72,7
Среднее по опыту	61,9	60,9	56,9	56,8	59,2	

Более обзорную визуальную оценку различия реакций различных генотипов новых тесткроссов на изменение условий среды дает метод графического анализа линий регрессии по урожайности зерна ( $b_i$ ) на индексы условий среды ( $I_j$ ).

Таблица 36– Экологическая пластичность и стабильность лучших среднеранних гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна», (среднее по пунктам, 2010-2014 гг.)

Гибрид	Урожайность, ц/га	Пластичность, $b_i$	Стабильность, $Sd_i^2$	Ошибка ( $Sb_i$ )	Критерий Значимости отклонения от 1 (t)	Коэффициент адекватности (B)
<b>(0,9&lt;b&lt;1,1) - очень высокая фенотипическая стабильность</b>						
810773119/8-1-1-2-1 X Кр 717 МВ	72,9	1,03	4,1	0,23	0,11	0,83
РОСС-299МВ st	56,7	0,81	8,1	0,36	0,53	0,51
<b>1,1&lt;b&lt;1,2 - интенсивная фенотипически высокостабильная форма</b>						
810947773/1-1-1-2-1 X Кр 244 МВ	66,4	1,11	11,1	0,57	0,20	0,41
<b>1,2&lt;b&lt;1,4 - интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью</b>						
8109477739/6-2-1-1-1 X Кр 244 МВ	68,3	1,23	11,1	0,58	0,40	0,46
810773119/6-2-1-1-1 X Кр 244 МВ	73,4	1,30	6,9	0,39	0,77	0,71
810773119/6-2-1-2-1 X Кр 244 МВ	73,2	1,30	14,7	0,83	0,36	0,26
810773119/7-1-1-1-1 X Кр 244 МВ	66,9	1,32	11,9	0,62	0,52	0,47
Среднее по опыту	59,2					
НСР <sub>05</sub> частных средних	6,5					

На рисунках 15,16,17 изображены графики регрессии лучших тесткроссов, определенных нами к трем различным группам, выделенных при оценке экологической пластичности и стабильности в различных климатических зонах.

Приведенные графики регрессии тесткроссов каждой группы указывают, что наклон линии регрессии отражает реакцию гибридов к другим генотипам в сравнении со средней по опыту и стандартом.

На первом графике (Рисунок 17) изображена линия регрессии перспективного тесткросса: 810947773/1-1-1-2-1 x Кр 244 МВ, характеризующегося как интенсивная фенотипически высокостабильная форма. Выделенный гибрид имеет сходный угол наклона и расположен параллельно линии средней урожайности по опыту и стандарта и отличается по углу наклона от линий регрессии высокопластичных гибридов.

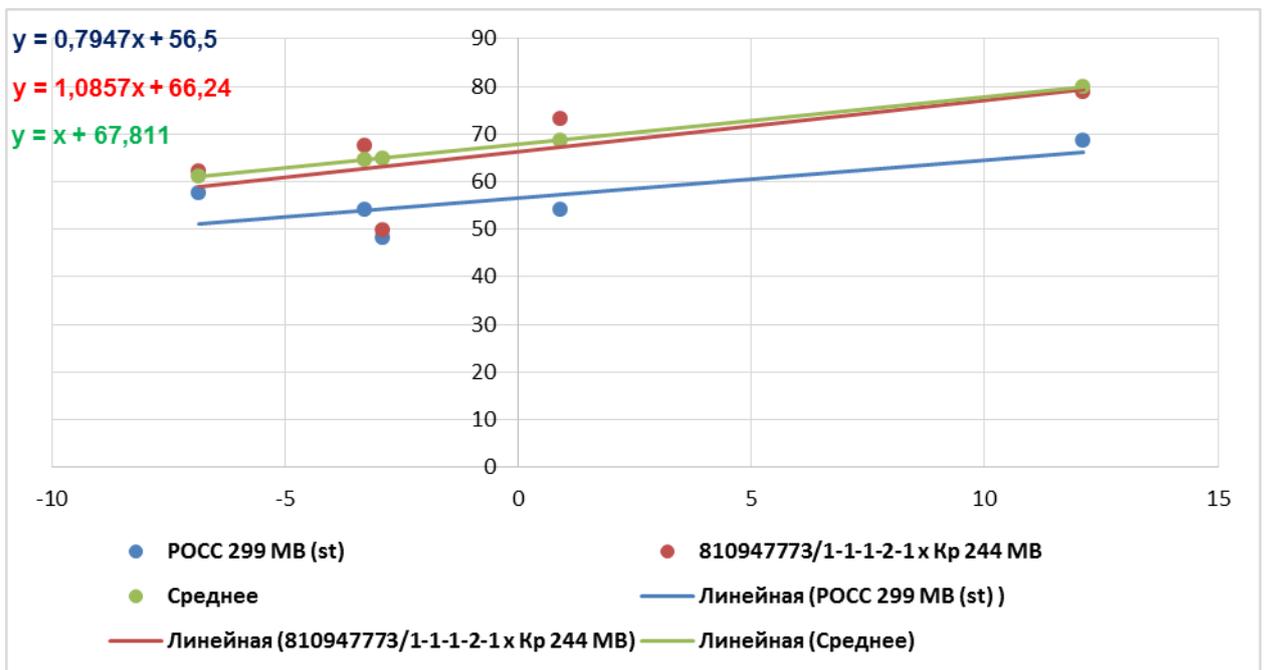


Рисунок 17 – Линии регрессии урожайности зерна гибридов в зависимости от условий выращивания (среднее, 2010-2014 гг.)

На втором графике (Рисунок 18) изображена линия регрессии выделенного тесткросса: 810773119/8-1-1-2-1 x Кр 717 МВ, характеризующегося

как очень высокая фенотипическая стабильная форма. Выделенный гибрид также имеет сходный угол наклона и расположен параллельно линии средней урожайности по опыту и стандарта, но выше линий средней урожайности и стандарта, что говорит о значительно большей стабильности в реакции на различные экологические условия выращивания

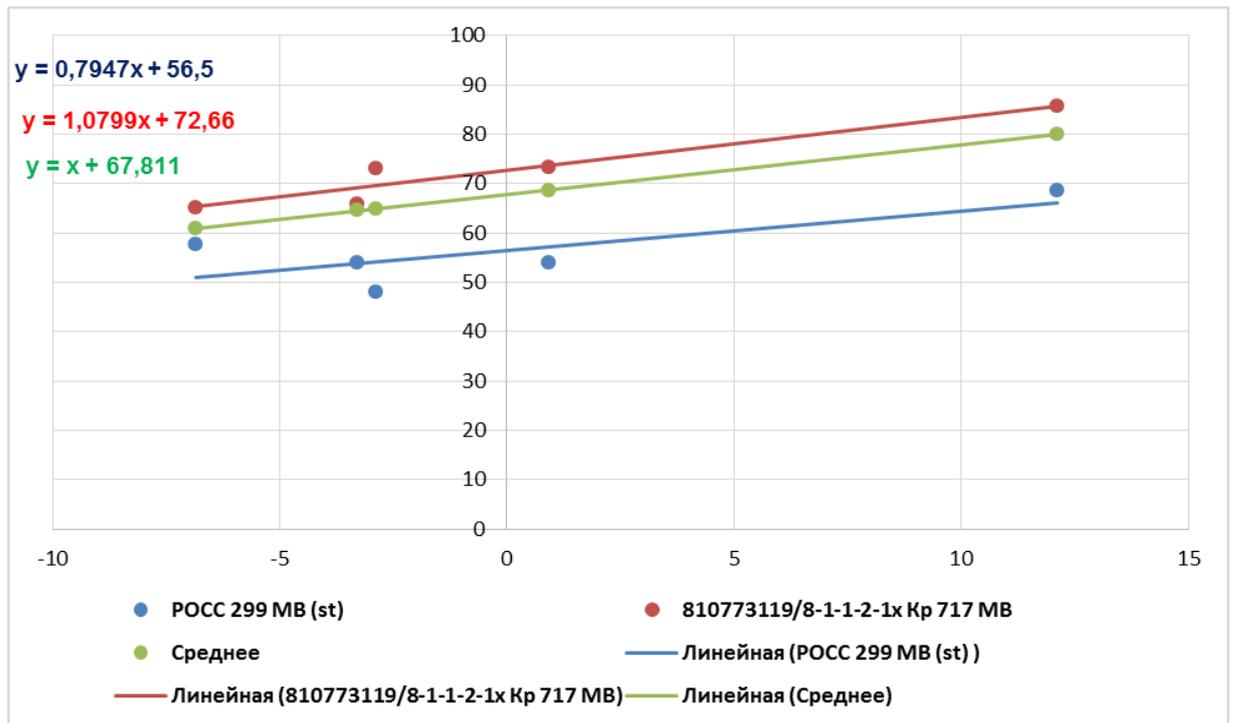


Рисунок 18 – Линии регрессии урожайности зерна гибридов в зависимости от условий выращивания (среднее, 2010-2014 гг.)

На третьем графике (Рисунок 19) приведены линии регрессии гибрида 8109477739/6-2-1-1-1 x Кр 244 МВ, характеризующегося как гибрид интенсивного типа с пониженной фенотипической стабильностью. Гибрид имеет сходный угол наклона и расположен параллельно линии средней

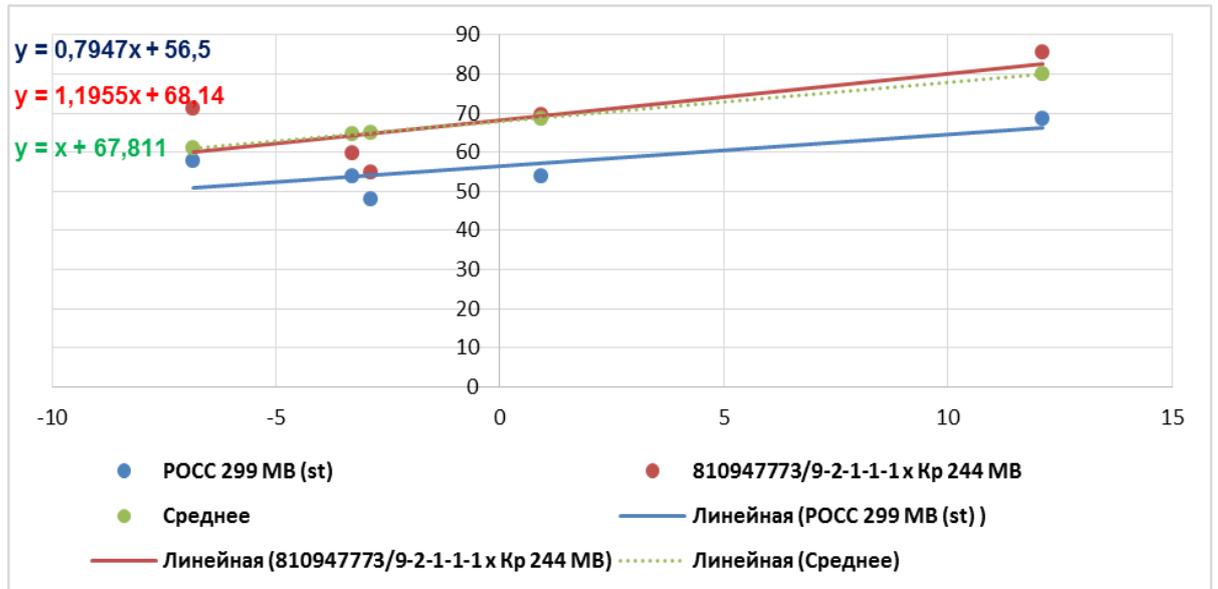


Рисунок 19 – Линии регрессии урожайности зерна гибридов в зависимости от условий выращивания (среднее, 2010-2014 гг.)

Подводя итоги проведенному анализу экологической пластичности и стабильности новых тесткроссов по методу S.A Eberhart, W.A. Russel, учитывая урожайные данные, полученные в различных климатических зонах, а также графическим отображением регрессии, можно заключить, что дана комплексная характеристика новым тесткроссам по норме их реакции на изменения условий среды и выявлены общие закономерности формирования их урожайности.

#### **4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ**

Важнейшей задачей сельскохозяйственного производства является получение максимальной прибыли от возделывания кукурузы на зерно при наименьших затратах труда и материальных средств на единицу продукции. В связи с этим внедрение в производство новых гибридов требует и экономической оценки. Основным критерием оценки экономической эффективности возделывания новых среднеранних гибридов кукурузы является снижение материальных и денежных затрат на производство зерна, а также повышение рентабельности [145].

Вопросам повышения эффективности зернового хозяйства посвящены научные исследования А.И. Алтухова (2000, 2002), А.Г. Белозерцева (1998), В.А. Грачева (1989, 1992), А.П. Ключака (1975), В.И. Нечаева (1999, 2000, 2002), А.Г. Прудникова (1986, 1989), Г.А. Романенко (1987), П.Н. Рыбалкина (1990), Е.Б. Хлебутина (1975) и других российских ученых, которыми разработаны основные подходы к оценке показателей, критериев эффективности, характеризующих состояние зернового производства в сельскохозяйственных предприятиях. Проблемы повышения эффективности производства кукурузы освещены в работах Г.С. Галеева, Я.В. Губанова, В.Х. Зубенко, Н.Г. Малюги, В.С. Сотченко, Т.Р. Толорая, П.А. Щербины, М.И. Хаджинова и других ученых-аграрников [3, 131, 145].

Сущность экономической эффективности вышеуказанными авторами трактовалась по-разному. Так, А.И. Алтухов указывает, что эффективность - это максимизация объема производства продукции, полученной при определенных размерах живого и овеществленного труда; экономический результат развития хозяйства, выражающийся в достижении наибольшего эффекта при минимальных затратах; производство продукции с наибольшей экономиче-

ской отдачей всех использованных ресурсов, означающей, что определенное количество продукции должно быть получено с минимальными затратами [3].

В условиях перехода к рыночным отношениям любой агропродуцент станет заниматься производственной деятельностью только, если она принесет ему доход, то есть будет эффективной [3, 8].

Применение оценки экономической эффективности в селекции и семеноводстве становится обоснованным уже на этапах конкурсных испытаний экспериментальных гибридов, а также является необходимым для обеспечения совершенствования селекционных программ и придания им энергосберегающей направленности [91]. При этом эффективность в любых условиях обуславливается получением полезного эффекта, то есть доход от реализации продукта должен быть выше затрат на его производство.

В сложившихся условиях среди факторов, направленных на повышение урожайности зерновых культур и устойчивости производства зерна, улучшения его качества, на первый план выходят те, которые требуют минимальных затрат, обладают высокой и быстрой отдачей. К одним из таких факторов безусловно относится высокоэффективное развитие инновационных процессов, интенсификация производства, использование экономических рычагов управления, усиление роли селекции и семеноводства зерновых культур при ускоренном внедрении в производство новых высокоурожайных, более качественных сортов и гибридов.

Экономическая оценка новых гибридов (сортов) зерновых культур основывается на сравнении их показателей со стандартами. Для более детального изучения эффективности селекции необходимо выявить преимущества новых сортов или гибридов, эффективность каждой линии, отдельных гибридов, чтобы наиболее экономичные из них включать в производство.

Величина экономического эффекта представляет собой разность чистого дохода в новом и базовом вариантах. Размер чистого дохода определяют, как разность стоимости валовой продукции и производственных затрат [98].

В наших исследованиях для оценки экономической эффективности новых самоопыленных линий мы применяли показатели прироста урожайности и валовых сборов зерна. Результаты экономической оценки наиболее перспективных гибридов кукурузы представлены в таблице 37. Для анализа экономической эффективности мы выбрали линии, которые имели стабильно высокие показатели урожайности по сравнению со стандартом во все годы исследований.

Наиболее высокий экономический эффект напрямую зависит от более высокой продуктивности гибридов. Полученные данные свидетельствуют о том, что новые гибриды значительно превышают стандарт РОСС 299 МВ по

Таблица 37 – Экономическая эффективность возделывания новых лучших среднеранних гибридов кукурузы (г. Краснодар, среднее за 2010-2012 гг.)

Показатель	Гибрид							
	РОСС 299 МВ (st)	810947773/ 1-1-1-2-1 x Кр 244 МВ	810947773/ 9-2-1-1-1 x Кр 244 МВ	810773119/ 2-1-1-2-1 x Кр 244 МВ	810773119/ 2-1-1-3-1 x Кр 244 МВ	810773119/ 6-2-1-1-1 x Кр 244 МВ	810773119/ 6-2-1-2-1 x Кр 244 МВ	810773119/ 8-1-1-2-1 x Кр 244 МВ
Урожайность, ц с 1 га	54,2	63,3	60,2	60,1	60,3	64,3	61,7	68,4
Себестоимость, руб./ц	314	283	293	293	292	281	288	270
Производственные затраты на 1 га, руб.	17027	17928	17623	17609	17634	18031	17771	18443
Цена реализации, руб.	700	700	700	700	700	700	700	700
Стоимость валовой продукции с 1 га, тыс. руб.	37967	44275	42140	42044	42218	44992	43174	47880
Условный чистый доход, руб.	20940	26347	24517	24434	24584	26961	25403	29437
Уровень рентабельности, %	123,0	147,0	139,1	138,8	139,4	149,5	142,9	159,6
Экономический эффект, руб.	-	5407	3577	3494	3644	6021	4463	8497

основным показателям экономической эффективности, таким как условно чистый доход, рентабельность, экономический эффект. Более высокая эффективность новых гибридов обусловлена не только превосходством их продуктивности над стандартом, но и значительным сокращением энергозатрат на послеуборочную доработку, так как выделенные гибриды обладают более низкой уборочной влажностью зерна (таблица 37). В наших опытах было установлено, что наилучшие результаты по урожайности гибридов кукурузы были получены при скрещивании новых самоопыленных линий с тестером Кр 244 МВ.

Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольший экономический эффект будет достигнут при внедрении в производство гибридов с участием линий 810773119/8-1-1-2-1, 810773119/6-2-1-1-1, 810947773/1-1-1-2-1 и 810773119/6-2-1-2-1 при скрещивании с тестеров. Условно чистый доход от выращивания этих гибридов составил 29437, 26961, 26347 и 25403 рублей соответственно, а уровень рентабельности - 159,6%, 149,5%, 147,0% и 142,9%, что на 36,6%, 26,5%, 24,0% и 19,9% выше, чем у стандарта РОСС 299МВ.

Таким образом, проведенный анализ экономической эффективности новых перспективных гибридов по сравнению со стандартом позволил определить эффективность их выращивания и окупаемость дополнительных затрат.

Однако, постоянные изменения цен на зерно и энергоносители не могут гарантировать устойчивого уровня рентабельности производства гибридов кукурузы, хотя тенденция получения экономической выгоды от возделывания новых перспективных гибридов будет сохраняться.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучение морфологических и биометрических характеристик новых перспективных линий кукурузы позволило выделить ряд генотипов, которые обладают повышенной стабильностью проявления признаков в различных условиях выращивания и наилучшими результатами: 810947773/<sub>1-1-1-2-1</sub>, 810947773/<sub>9-2-1-1-1</sub>, 810947773/<sub>10-1-1-1-1</sub>, 810773774/<sub>5-2-1-2-1</sub>, 810773119/<sub>2-1-1-2-1</sub>, 810773119/<sub>6-2-1-2-1</sub>, 810773119/<sub>7-1-1-1-1</sub>, 810773119/<sub>7-1-2-1-1</sub> и 810773119/<sub>8-1-1-2-1</sub>. Данные линии характеризовались лучшими результатами по высоте растений, высоте прикрепления початка, количеству листьев и другим признакам. Результаты урожайности и массы 1000 зерен позволят использовать полученные линии как в селекционной практике в качестве доноров полезных признаков, так и в производстве для получения высоких урожаев.

2. Установлена тенденция снижения средней урожайности от более благоприятного по влагообеспеченности периода 2010 и 2011 годов к менее благоприятным 2012 и 2013 годам. Вариабельность признака «урожайность зерна» тесткроссов в контрастных условиях выращивания 2010-2013 гг. с использованием различных тестеров позволяет прогнозировать существование различных адаптивных реакций, изучаемых самоопыленных линий к меняющимся факторам среды.

3. При изучении использования различных тестеров для скрещивания с самоопыленными линиями наилучшие результаты были получены при скрещивании линий с Кр 244 МВ. При использовании данного тестера урожайность большинства гибридов варьировала в пределах от 56 до 64 ц/га, а максимальные ее значения были свыше 72 ц/га. На втором месте по качеству использования оказались гибриды с участием новых линий и тестера Кр 717 МВ. При скрещивании с этим тестером была также отмечена высокая урожайность зерна гибридов (свыше 68 ц/га), а продуктивность большинства изучаемых гибридов варьировала в пределах от 55 до 62 ц/га. Наименьшие результаты продуктивности зерна были отмечены в гибридах, полученных от

скрещивания линий с тестером Кр 685 МВ. Максимальные значения здесь были не выше 64 ц/га, а минимальные – 50 ц/га. Урожайность большинства гибридов варьировала в пределах от 55 до 61 ц/га.

4. Анализ результатов опытов позволил выделить группу линий, которые при скрещивании с различными тестерами, обладали стабильной урожайностью тесткроссов, по годам исследований. Это свидетельствует о высоком потенциале новых линий, таких как 810947773/<sub>1-1-1-2-1</sub>, 810947773/<sub>9-2-1-1-1</sub>, 810773119/<sub>2-1-1-2-1</sub>, 810773119/<sub>2-1-1-3-1</sub>, 810773119/<sub>6-2-1-1-1</sub>, 810773119/<sub>6-2-1-2-1</sub> и 810773119/<sub>8-1-1-2-1</sub>.

5. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что ни один из элементов структуры не является доминирующим в формировании урожайности зерна изучаемых самоопыленных линий при скрещивании их с одним из трех тестеров. Доминирующее влияние на формирование продуктивности оказывают одновременно несколько признаков или их сочетание. Поэтому увеличение урожайности зерна выделенных самоопыленных линий происходит за счет комбинированного действия таких основных структурных элементов как число рядов зерен, число зерен в ряду, количество зерен в початке и масса 1000 зерен.

6. Изучение корреляционных взаимосвязей между основными селекционно-ценными признаками при скрещивании с различными тестерами показало, что существует ряд корреляционных связей, которые можно использовать при отборе наиболее ценных генотипов. Это, например, положительные корреляции между количеством зерен в ряду и озерненностью початка ( $r=0,74$ ,  $d_{xy}=0,55$ ), между длиной початка и количеством зерен в ряду ( $r=0,78$ ,  $d_{xy}=0,61$ ).

7. При проведении экологического сортоиспытания лучших тесткроссов, определена норма их реакции на изменения условий среды и выявлены общие закономерности формирования урожайности зерна в различных кли-

матических зонах. Выделены высокопластичные гибридные комбинации интенсивного типа: 810947773/<sub>1-1-1-2-1</sub> x Кр 244 МВ; 810947773/<sub>9-2-1-1-1</sub> x Кр 244 МВ; 810773119/<sub>6-2-1-1-1</sub> x Кр 244 МВ; 810773119/<sub>6-2-1-2-1</sub> x Кр 244 МВ; 810773119/<sub>7-1-1-1-1</sub> x Кр 244 МВ, обладающие высокой урожайностью зерна и стабильностью ее проявления в различных агроэкологических условиях выращивания.

8. В целом, полученные данные свидетельствуют о том, что различные генотипы специфически реагируют на меняющиеся условия внешней среды. В связи с этим большинство изучаемых гибридных комбинаций характеризуются значительным варьированием констант СКС по урожайности зерна. Поэтому можно предположить, что формирование высокой урожайности лучших гибридных комбинаций происходит как за счет неаддитивных генных взаимодействий, так и за счет аддитивных эффектов, так как, минимум одна из родительских форм имеет высокие оценки ОКС и СКС.

9. Существенная вариабельность оценок эффектов комбинационной способности зависит от набора исходных генотипов в системе скрещиваний и различных условий проведения испытаний. При этом наблюдалась более высокая изменчивость СКС, чем ОКС.

Систематизация оценок комбинационной способности линий в различных условиях выращивания позволила определить группу наиболее ценных в этом отношении среднеранних генотипов: 810773119/<sub>8-1-1-2-1</sub>, 810773119/<sub>6-2-1-2-1</sub>, 810773119/<sub>2-1-1-3-1</sub>, 810773119/<sub>2-1-1-2-1</sub>, 810773119/<sub>7-1-2-1-1</sub> и 810773119/<sub>7-1-1-1-1</sub>, представляющих несомненную практическую значимость, как исходный материал для гетерозисной селекции.

10. Использование С-типа цитоплазматической мужской стерильности выявило среди изучаемых самоопыленных линий восемь закрепителей стерильности: 810947773/<sub>2-2-1-1-1</sub>, 810947773/<sub>9-2-1-1-1</sub>, 810947773/<sub>10-1-1-1-1</sub>, 810773119/<sub>2-1-1-2-1</sub>, 810773119/<sub>2-1-1-3-1</sub>, 810773119/<sub>6-2-1-1-1</sub>, 810773119/<sub>6-2-1-2-1</sub> и

810773119/8-1-1-2-1. Восемь исследуемых линий оказались восстановителями фертильности (их балл цветения был равен 6), две линии – полувосстановителями фертильности 810947773/1-1-1-2-1 и 810947773/5-1-1-1-1.

11. При использовании М-типа цитоплазматической мужской стерильности среди восемнадцати изучаемых самоопыленных линий была обнаружена только одна – восстановитель фертильности 810773774/7-1-2-1-1 (цветение составило у нее 6 баллов). Кроме этого, линия 810773774/6-2-1-1-1 имела балл цветения от 0 до 2, что характеризует ее как плохого закрепителя стерильности. Остальные исследуемые линии проявили себя как полные закрепители стерильности.

12. Стерильные аналоги изучаемых самоопыленных линий легче образовывались на М-типе цитоплазмы, нежели на С-типе. На С-типе цитоплазмы линии, полученные от скрещивания 810x773x774 стерильных аналогов, не образовывали, а из скрещивания 810x773x119 из восьми линий положительный результат дали только пять. Линия 810773774/7-1-2-1-1 не образует стерильных аналогов ни на М-типе, ни на С-типе цитоплазмы.

13. Определена экономическая эффективность выращивания новых среднеранних гибридов кукурузы в условиях южных регионов России. Максимальный экономический эффект был получен при возделывании таких гибридов как 810773119/8-1-1-2-1 x Кр 244 МВ, 810773119/6-2-1-1-1 x Кр 244 МВ, 810947773/1-1-1-2-1 x Кр 244 МВ и 810773119/6-2-1-2-1 x Кр 244 МВ. Условно чистый доход от выращивания этих гибридов составил 29437, 26961, 26347 и 25403 рублей соответственно, а уровень рентабельности - 159,6%, 149,5%, 147,0% и 142,9%, что на 36,6%, 26,5%, 24,0% и 19,9% выше, чем у стандарта РОСС 299МВ.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ

1. С целью повышения эффективности семеноводства новых гибридов рекомендуется использовать самоопыленные линии, полученные на М-типе цитоплазматической мужской стерильности.

2. Самоопыленные линии 810773774/5-2-1-2-1, 810773119/8-1-1-2-1, 810773119/7-1-1-1-1, 810773119/7-1-2-1-1, 810773119/8-1-1-2-1, 810773119/6-2-1-2-1, 810773119/2-1-1-3-1 и 810773119/2-1-1-2-1 рекомендуется использовать в селекционных программах как источники высокой комбинационной способности по урожайности, уборочной влажности и другим селекционно-ценным признакам.

3. Выделенные линии рекомендуется использовать в качестве материнской формы для синтеза среднеранних гибридов кукурузы зернового типа, в качестве компонентов синтетических популяций при селекции на продуктивность, а также для непосредственного коммерческого применения в перспективных гибридных комбинациях.

4. Выделенные среднеранние гибриды кукурузы 810947773/1-1-1-2-1 x Кр 244 МВ, 810773119/8-1-1-2-1 x Кр 244 МВ, 810773119/2-1-1-3-1 x Кр 244 МВ, 810773119/7-1-1-1-1 x Кр 244 МВ, 810773119/8-1-1-2-1 x Кр 717 МВ и 810773119/6-2-1-2-1 x Кр 244 МВ рекомендуются для дальнейшего изучения в системе конкурсного и экологического испытаний для их последующей передачи в Государственное сортоиспытание (ГСИ).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы / Режим доступа: <http://www.pk-legion.ru/agrobiologicheskoe-obosnovanie-polucheniya-stabilnykh-urozhaev-zerna-kukuruzy-str64.html>
2. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 276 с.
3. Алтухов, А.И. Экономика производства кукурузы / А.И. Алтухов, В.И. Нечаев, А.И. Трубилин, В.В. Бондаренко, Н.Ф. Лавренчук, В.Г. Прокопц, З.М. Курбанов– М.: АгриПресс, 2006. – 528 с.
4. Анашенков, С.С. Анализ комбинационной способности новых самоопыленных линий и тестеров кукурузы. / С.С. Анашенков // Научный поли-тематич. сетевой журнал КубГАУ, №80(06), 2012 года. - электронный ресурс Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/01.pdf>
5. Анашенков, С.С. Создание исходного материала для селекции ран-незрелых гибридов кукурузы адаптированных к засушливым условиям юга России: дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / С.С. Анашенков. – Краснодар, 2014. – 205 с.
6. Асыка, Ю.А. Подбор исходного материала для создания гибридов кукурузы с пониженной уборочной влажностью к стеблевым гнилям / Ю.А. Асыка, Б.Ф. Вареник, В.А. Трофимов // Научн.-техн. бюлл. ВСГИ. – Одесса, 1986. – Вып. 1 (59). – с. 15-19.
7. Асыка, Ю.А. О селекции кукурузы на ускоренное высыхание зерна при созревании / Ю.А. Асыка, В.А. Трофимов // С.-х. биология. -1988.- №2.- с. 3-9.
8. Баутин, В.М. Научно-технический прогресс и эффективность произ-водства кукурузы. / В.М. Баутин, В.И. Нечаев, Н.Ф. Лавренчук. – М., 2005. – 246 с.

9. Блажний, Е.С. Почвы дельты реки Кубани и прилегающих пространств. / Е.С. Блажний – Краснодар: Кн. Изд-во, 1976. – 216 с.

10. Бокань, В.И. Сорто-популяции / В.И. Бокань // Основы селекции и семеноводства гибридной кукурузы. - М.: Колос, 1968.- С. 61-86.

11. Браун, У.Л. Создание и улучшение зародышевой плазмы современной кукурузы / У.Л. Браун // Материалы IX заседания ЕУКАРПИИ, секции кукурузы и сорго. / Краснодар, 1979. – Ч.1. – С. 81-98.

12. Вавилов, Н.И. Избранные сочинения. Генетика и селекция. / Н.И. Вавилов. – М.: Колос, 1966. – 559 с.

13. Вавилов, Н.И. Теоретические основы селекции / Н.И. Вавилов // М.: Наука, 1987. – 511 с.

14. Вахрушева, Э.И. ЦМС в селекции и семеноводстве гибридов кукурузы. В сб. стат. К 80-летию акад. ВАСХНИЛ М.И. Хаджинова. Итоги работ по селекции и генетике кукурузы. - Краснодар, 1979.- № 38 – 69 с.

15. Векич, Н. Результаты использования различных источников основного материала кукурузы при создании родственных сортов в сельскохозяйственном институте Осиека (1969-1979) / Н. Векич, Л. Радич. // Международ. симпозиум. Производство, переработка, использование кукурузы. – Белград, 1980. – 104 с.

16. Володарский, Н.И. Агробиологические основы возделывания кукурузы. / Н.И. Володарский, А.А. Галик, А.В. Саламаов // Использование ЦМС в селекции и семеноводстве кукурузы. В кн.: Селекция растений с использованием ЦМС. - М.: Колос, 1975. –256 с.

17. Вульф, В.Г. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности. / В.Г. Вульф, П.П. Литун, А.В. Хавелова, Р.И. Кузьменко. – Харьков: Укр.НИИРСиГ, 1980. – 75 с.

18. Галеев, Г.С. Методы селекции гибридной кукурузы/ Г.С. Галеев // Кукуруза. - М.: Сельхозгиз, 1960. - С.80-96.

19. Галеев, Г.С. результаты изучения и селекционного использования цитоплазматической мужской стерильности кукурузы на Кубанской опытной станции ВИР. / В кн. ЦМС в селекции и семеноводстве кукурузы, Киев, 1962. – С. 3-7.

20. Георгиев, Т. Селекция кукурузы и энергетическая проблема. / Т. Георгиев // Международный с-х. журнал. – 1980. - №3. – с. 25-28.

21. Гонтарский, В.А. Генетический контроль боливийского типа ЦМС у кукурузы. / Гонтарский, В.А.// Журн. Генетика. – 1980. - № 21, 143. – 155 с.

22. Гонтаровский, В.А. Генетические основы использования цитоплазматической мужской стерильности в селекции гибридной кукурузы. // Автореф.... дисс. докт. с.-х. наук: 06.01.05 / В.А. Гонтаровский– Харьков, 1986. – 47 с.

23. Горбачева, А.Г. Экологическое изучение и селекционное использование цитоплазматической мужской стерильности кукурузы. // Автореф.... дисс. канд. с.-х. наук: 06.01.05 / А.Г. Горбачева– Л., 1987. – 24 с.

24. Горбачева А.Г. Изучение комбинационной способности новых линий кукурузы селекции института / А.Г. Горбачева, Е.Г. Корниенко, Н.А. Орлянский // Селекция, семеноводство, производство зерна кукурузы. - Пятигорск. 2002. - С. 45-54.

25. Горбачева А.Г. Зимний питомник в Аргентине / А.Г. Горбачева // Кукуруза и сорго. 2004. - № 5. - С. 9-10.

26. Горбачева А.Г. Особенности наследования SD типа ЦМС / А.Г. Горбачева // Экологическая генетика культурных растений. Краснодар, 2005. - С. 290-292.

27. Грушка, Я. Монография о кукурузе. / Я. Грушка; пер.с чешского М. П. Умнова. – М.: Колос, 1965. – 723 с.

28. Гульняшкин, А.В. Создание раннеспелых линий кукурузы методом рекуррентного отбора из синтетических популяций. / А.В. Гульняшкин, А.Е. Медведев // Достижения науки и техники АПК. – 2007. - №4. – с. 42-43.

29. Гульняшкин, А.В. Оценка комбинационной способности новых самоопыленных линий в топкроссных скрещиваниях // А.В. Гульняшкин, И.М. Чилашвили, С.С. Попов // Отраслевой агропромышленный портал РусьАгроЮг, 2013. / электронный ресурс. Режим доступа: <http://rusagroug.ru/articles/1729>.

30. Гульняшкин, А.В. Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы / Гульняшкин, А.В., Варламова, И.Н., Варламов, Д.В. // Сб. статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием Белгородского НИИСХ, 2016. С.265-271

31. Гурьев, Б.П. О селекции раннеспелых самоопыленных линий кукурузы / Б.П. Гурьев // С.-х. биология. – 1969. – Т. IV. - №2. – С. 218-224.

32. Гурьев, Б.П. Перспективы селекции на повышение содержания и улучшения кислотного состава масла в зерне некоторых межвидовых гибридов кукурузы / Б.П. Гурьев, О.П. Зареченская, С.М. Тымчук, М.Ф. Бопенко // Селекция и семеноводство. – Киев: Урожай, 1983. – Вып.54. – С. 9-13.

33. Гурьев, Б.П. Селекция кукурузы на раннеспелость / Б.П. Гурьев, И.А. Гурьева // М., 1990. – 173 с.

34. Гурьева, И.А. Влияние погодных условий на длину вегетационного периода и другие признаки у кукурузы / И.А. Гурьева // Селекция и семеноводство. - Киев: Урожай, 1978. – Вып. 40.- С. 35-38.

35. Гусев, В.П. Сравнение двух модификаций рекуррентного отбора у кукурузы / В.П. Гусев, В.И. Радченко // Селекция кукурузы: сб. науч. тр. / КНИИСХ. – Краснодар, 1984. – Вып. 27. – С. 79-89.

36. Давиденко, Ф.С. Анатомо-морфологические, цитозэмбриологические и генетические исследования цитоплазматической стерильности у кукурузы. - Днепропетровск, 1971. – с.

37. Дзюбецкий, Б.В. Сравнительная оценка различных методов определения комбинационной способности линий. / Б.В. Дзюбецкий, В.И. Костюченко / Мат. II Всесоюзной науч.-теор. Конф. мол. Ученых по проблемам кукурузы. – Днепропетровск, 1978. - с. 5-6.

38. Дзюбецкий, Б.В. Селекционная характеристика новых линий, родственных линий А619 /Б.В. Дзюбецкий, Г.Я. Кривошеев // Бюл. ВНИИ кукурузы. – 1986. – Вып. 1 (66). – С. 9-13.

39. Дзюбецкий, Б.В. Селекция гибридов кукурузы интенсивного типа для условия достаточного увлажнения: дис. д-р ... с.-х. наук / Б.В. Дзюбецкий. – Одесса, 1989. – 309с.

40. Добродькин, А.М. [Оценка комбинационной способности исходных форм томата в пленочных необогреваемых теплицах](#) / А.М. Добродькин, М.М. Добродькин // [Сборник статей: Агросборник - № 4 \(2008\)](#). / электронный ресурс. Режим доступа: <http://agrosbornik.ru/agrosbornik4/35-2011-09-11-14-20-18.html>

41. Домашнев, П.П. Селекция кукурузы / П.П. Домашнев, Б.В. Дзюбецкий В.И. Костюченко // М.: Агропромиздат, 1992. – 204 с.

42. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

43. Дремлюк, Г.К. Метод оценки комбинационной способности при нерегулярных скрещиваниях/ Г.К.Дремлюк // Доклады ВАСХНИЛ.-1976.- №1.- С.10-12.

44. Дювик, Д.Н. Влияние генотипа и условий внешней среды на цитоплазматическую стерильность пыльцы у кукурузы. / Д.Н. Дювик // В сб. Гибридная кукуруза. - М.: «Колос», 1964. – Вып. 42. – 46 с.

45. Ефанов, Д.В. Формирование урожая гибридов кукурузы под влиянием природных факторов, предшественников и способов основной обработки почвы в зоне каштановых почв Волгоградской области: автореф. дисс... канд. с.-х. наук: 60.01.05 / Д. В. Ефанов – Волгоград, 2003. – 23 с.

46. Жуков, А.Б. Рекуррентный отбор на раннее цветение в позднеспелых популяциях кукурузы: автореф. дис. ... канд. наук / А.Б. Жуков; КНИИСХ. – Краснодар, 1993. – С. 20.

47. Зима, К.И. Селекция и генетика кукурузы / К.И. Зима – Краснодар, 1979. – 165–183 с.

48. Зозуля, А.Л. Наследование интенсивной отдачи влаги зерном кукурузы. / А.Л. Зозуля // V съезд генетиков и селекционеров Украины: Тезисы докл. – Ч. 3. – Киев, 1986. – с. 73.

49. Зозуля, А. Л. Стратегия создания гибридов кукурузы с высоким адаптивным потенциалом / А.Л. Зозуля, Л.В. Бондаренко, П.П. Литун // Урожай и адаптивный потенциал экологической системы поля: Сборник научн. Тр. – Киев, 1991. – С. 85-88.

50. Иванова, З.А. Продуктивность кукурузы в зависимости от минерального питания и густоты стояния растений в Предгорной зоне КБР: автореф. дис...канд. с.-х. наук: 06.01.05 / З.А. Иванова. – Нальчик, 1998. – 27 с.

51. Инге-Вечтомов, С.Г. Система генотипа. / С.Г. Инге-Вечтомов // В кн.: Физиологическая генетика. - Л.: Медицина, 1976. – 57. – 113 с.

52. Казанков, А.Ф. Особенности селекции на повышение урожая зерна / А.Ф. Казанков, Л.А. Пономаренко, М.А. Чуприна // Кукуруза и сорго. – 1996. – № 6. - с.

53. Каминская, Л.Н. Рекуррентная селекция / Л.Н. Каминская // Наука и техника. – Минск, 1985. – 204 с.

54. Капустин, А.А. Селекция самоопыленных линий и межлинейных гибридов сахарной кукурузы/ А.А.Капустин //Сб.тр. по прикл. бот., ген. и сел.- Л., 1985.- Т.97.- С.42-46.

55. Капустин, А.А. Корреляция признаков у самоопыленных линий сахарной кукурузы // А.А. Капустин // Научно-технич. Бюлл. ВНИИ растениеводства. – 1986. – с. 22-25.

56. Кильчевский, А.В. Экологическая селекция растений / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылёва // Минск: Тэхналогія, 1997. – 372 с.

57. Кобелев, Ю.К. Результаты и перспективы селекции сложных гибридов / Ю.К. Кобелев // Кукуруза. — 1980. —№6. — С. 25-27.

58. Кобелева, Э.Н. Классификация самоопыленных линий по фенотипу. / Э.Н. Кобелева, Ю.К. Кобелев. // Кукуруза, 1970. –№3. – с. 29.

59. Козубенко, В.Е. Селекция кукурузы / В.Е. Козубенко // М.: Колос, 1965. – 205 с.

60. Козубенко, В.Е. ЦМС в селекции и семеноводстве кукурузы. / В.Е. Козубенко // В кн.: Селекция растений с использованием ЦМС. - Киев, Урожай, 1966. – 61. – 67 с.

61. Козубенко, В.Е. Изучение корреляций между признаками гибридов и их родительских форм. / В.Е. Козубенко // Кукуруза. – 1966. - №1. – с.25-26.

62. Козубенко, Л.В. Вивчення кореляцій у самозапилених ліній і гібридів кукурудзи / Л.В. Козубенко // Вісник с.-г. науки. – Київ, 1966. - №6. – с. 33-36.

63. 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. 14. - №3. – с. 47-52.

64. Кравченко, Р.В. Адаптивность и стабильность гибридов кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья / Р.В. Кравченко, В.Ф. Пивоваров // Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы: матер. II Междунар. науч.-практ. конф. посв. 90-летию ВНИИССОК. – М.: Изд-во ВНИИССОК, 2010. – Т.1. – С. 367 – 370.

65. Кравченко, Р.В. Сравнительная оценка гибридов кукурузы по отзывчивости к регулируемым факторам среды и устойчивости к нерегулируемым / Р.В. Кравченко, Е.Г. Добруцкая, Е.В. Шевцова // Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы: матер. II Междунар. науч.-практ. конф. посв. 90-летию ВНИИССОК. – М.: Изд-во ВНИИССОК, 2010. – Т.2. – С. 347 – 351.

66. Красковская, Н.А. Испытание гибридов кукурузы в Приморском крае / Н.А. Красковская, О.А. Савенко // Кормопроизводство. - 2002. - № 8. – С. 9-10.

67. Крупнов, В.А. Генная и цитоплазматическая стерильность растений. / В.А. Крупнов – М.: Колос, 1973.

68. Кукуруза – использование цитоплазматической мужской стерильности. / В Кн.: Селекция полевых культур. Создание высокоурожайных сортов – 2011. – электронный ресурс. Режим доступа: <http://selekcija.ru/kukuruza-ispolzovanie-citoplazmaticheskoj-muzhskoj-sterilnosti.html>

69. Кулешов, Н.И. Число листьев как показатель длины вегетационного периода у кукурузы / Н.И. Кулешов // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – Л., 1931. – Т. XXVII. – Вып. 2. – С. 478-488.

70. Куперман, Ф.М. Морфофизиология растений / Ф.М. Куперман. – М., 1971. – 276 с.

71. Лавренчук, Н.Ф. Оценка и подбор исходного материала при селекции гибридов кукурузы для пожнивных посевов при орошении: Автореф. дис...канд. с.-х. наук / Н.Ф. Лавренчук. - Краснодар, 1998. - 28 с.

72. Литун, П.П. Методы оценки комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы и подбора их для конкретных программ селекции. / П.П. Литун, И.А. Гурьева // Кукуруза. – 1974. - № 12. – с. 20-22.

73. Мамедов, М.И. Теоретическое обоснование и разработка методов селекции сортов и гетерозисных гибридов пасленовых культур на адаптивность / М.И. Мамедов, О.Н. Пышная // Приоритетные направления в селекции и семеноводстве с. - х. растений в XXI веке: Междун. науч. – практ. конф. – М.: 2003. – С. 119-148.

74. Мартынов, С.П. Оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур / С.П. Мартынов // Сельскохозяйственная биология. – 1989. - №3. – С. 124-128.

75. Матвеева, Г.В. Статистический анализ элементов продуктивности гибридов кукурузы. / Г.В. Матвеева, Л.Ю. Новикова, В.Б. Корнеев // Кукуруза и сорго. – 2010. - №4. – с. 25-29.

76. Миклош Н. Создание стерильных аналогов и восстановителей фертильности венгерских самоопыленных линий кукурузы: Автореф. дисс.канд. с.-х. наук /Н. Миклош. Краснодар, 1964. -26 с.

77. Мирюта, Ю.П. Приспособления размножения организмов к закреплению гетерозиса. / В кн.: Гетерозис. Теория и практика. – Л.: Колос, 1968. – 173 – 186 с.

78. Мусийко, А.С. Корреляция признаков у самоопыленных линий и гибридов кукурузы. / А.С. Мусийко, В.Ф. Трофимов // Вестник с.-х. науки. – 1965. - №2. – с.114-141.

79. Мустяца, С.И. Динамика влажности зерна / С.И. Мустяца // Кукуруза и сорго. – 1993. - № 5. – С. 15-17.

80. Мустяца, С.И. Селекция раннеспелых гибридов кукурузы.: — Автореф. дис. докт. ...с.-х. наук. - Кишинёв, 1993. – 48 с.

81. Мустяца, С.И. Оценка и создание раннеспелых линий. / С.И. Мустяца // Кукуруза и сорго. – 1994. - №6. – с. 8-14.

82. Мустяца, С.И. Фенотипический рекуррентный отбор в популяциях кукурузы /С.И. Мустяца, С.И. Мистрец, Л.П. Нужная // Кукуруза и сорго. – 1997. - №1. – С. 2-4.

83. Мустяца, С.И. Селекция кукурузы для зон с коротким безморозным периодом. / С.И. Мустяца, Л.П. Нужная, С.Н. Мистрец, П.А. Бородан. // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – Краснодар, 1999. – с. 163-168.

84. Мырза В.П. Перевод гибридов кукурузы на стерильную основу / В.П. Мырза // Гибридная кукуруза в Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1981а. - С. 132-141.

85. Нетер, И. Создание раннеспелого устойчивого к фузариозу кремнистого синтетика как исходного материала для выведения инцухт-линий / И. Нетер // Информ. бюлл. по кукурузе. – Мартонвашар, 1984. - №3. – С. 11-24.

86. Новоселов, С.Н. Сахарная кукуруза: история, селекция, экономика. / С.Н. Новоселов. – Пятигорск, РИА-КМВ, 2007. – 564 с.

87. Огняник, Л.Г. Селекционно-генетическое изучение цитоплазматической мужской стерильности и использование в селекции и семеноводстве кукурузы: дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.05. – Краснодар, 1998. – электронный ресурс. Режим доступа: Диссертации о Земле <http://earthpapers.net/selektionno-geneticheskoe-izuchenie-tsitoplazmaticheskoy-muzhskoy-sterilnosti-i-ispolzovanie-v-seleksii-i-semenovodstve#ixzz3QIni7t6e>

88. Олинга, Т.Ж. Скрининг коллекции кукурузы по селекционно-ценным физиологическим признакам. / Т.Ж. Олинга, И.А. Косарева, В.А.

Кошкин, Г.В. Матвеева. // Журнал АгроXXI. – Изд-во «Агрорус», 2007. - № 10-12. – с. 21-23.

89. Орел, Л.И. Цитология мужской стерильности кукурузы и других культурных растений: Автореф... дисс. докт. с.-х. наук/ Л.И. Орел– Л., 1973. – 48 с.

90. Орлянский, Н.А. Корреляционный анализ в селекции ультраранне-спелых гибридов кукурузы / Н.А. Орлянский, Д.Г. Зубко, Н.А. Орлянская, Г.Г. Голева // Кукуруза и сорго. – 1999. - №6. – с. 9-12.

91. Орлянский, Н.А. Селекция и семеноводство зерновой кукурузы на повышение адаптивности в условиях Центрального Черноземья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Н.А. Орлянский. – Воронеж, 2004. – 46 с.

92. Пакудин, В.З. Оценка комбинационной способности линий кукурузы в диаллельных и анализирующих скрещиваниях: автореф. Дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / В.З. Пакудин. – Краснодар, 1972. – 26 с.

93. Пакудин, В.З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В.З. Пакудин, Л.М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология, 1984. - № 4. - С. 109 – 113.

94. 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>.

95. Перспективная ресурсосберегающая технология производства кукурузы на зерно: Метод. рек. [Текст]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 72 с.

96. Пономаренко, Л.А. Результаты четырех циклов рекуррентного отбора на многопочатковость у двух популяций кукурузы / Л.А. Пономаренко, А.Ф. Казанков // Селекция и генетика кукурузы // Тр. / КНИИСХ. – 1987. – С. 32-41.

97. Радченко, В.И. Изучение линий кукурузы Краснодарского синтетика 1 в системе тестскрещиваний / В.И. Радченко // Селекция и генетика кукурузы // Тр. КНИИСХ. – 1987. – С. 57-62.
98. Романенко, Т.Н. Экономическая эффективность селекции зерновых культур и использования новых сортов в сельскохозяйственном производстве: автореф. дисс... канд. экон. наук: 08.00.05 / Т.Н. Романенко. – Майкоп: 2006. – 24 с.
99. Рунфельдт, Г. Использование эффекта гетерозиса при селекции кукурузы / Г. Рунфельдт // Сб. Гибридная кукуруза. – М.: ИЛ., 1955. – с. 134-180.
100. 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.
101. Свиридов, А.В. Агробиологическая характеристика самоопыленных линий кукурузы и использование их в селекции для орошаемых условий юга Украины: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.В. Свиридов. - Одесса, 1977. – 21 с.
102. Сисин, Д.А. Селекция раннеспелых линий кукурузы на северокубанской с-х опытной станции КНИИСХ. / Д.А. Сисин / Отраслевой Агропромышленный портал – РусьАгроЮг. – 2010. – режим доступа: <http://rusagroug.ru/articles/print/319>.
103. Созинов, А. А., Генетический аспект стабильности производства зерна / А.А. Созинов, А.А. Корчинский, П.П. Литун // Урожай и адаптивный потенциал экологической системы поля: Сборник научн. тр. – Киев, 1991. – С. 2-13.
104. Соколов, Б.П. Гибридные семена кукурузы – мощный фактор повышения урожайности кукурузы. / Б.П. Соколов – М.: Знание, 1956. – 40 с.

105. Соколов, Б.П. Селекция кукурузы с использованием цитоплазматической мужской селекции / Б.П.Соколов, Н.М.Падалка // В кн. ЦМС в селекции и семеноводстве кукурузы, Киев, 1962. – С. 63-102.

106. Соколов В.П. К методике создания аналогов-восстановителей мужской стерильности у кукурузы. / В.П. Соколов, В.А. Гонтаровский // Селекция растений с использованием цитоплазматической мужской стерильности. Киев: Урожай, 1966.- С. 48-60.

107. Соколов, Б.П. Комбинационная ценность сортов-популяций/ Б.П.Соколов, В.И.Бокань// Кукуруза. - 1965.- №11.- С.34-35.

108. Сотченко, В.С. Сравнительная оценка методов изучения комбинационной способности линий кукурузы: автореф. Дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / В.С. Сотченко. – Л., 1970. – 24 с.

109. Сотченко, В.С. Селекция и семеноводство раннеспелых и средне-ранних гибридов кукурузы. автореф. дисс... д-ра. с.-х. наук: 06.01.05 / – С.Пб., 1992. – 48 с.

110. Сотченко, В.С. Использование новых типов ЦМС в селекции и семеноводстве кукурузы / В.С. Сотченко, А.Г. Горбачева, Н.И. Косогорова // Селекция, семеноводство и производство зерна кукурузы. – 2002.– с.

111. Сотченко, В.С. Перспективы производства зерна кукурузы в России / В.С. Сотченко // Кукуруза и сорго. - 2002. - № 6. - С. 2-5.

112. Сотченко, В.С. С-тип цитоплазматической мужской стерильности кукурузы / В.С. Сотченко, А.Г. Горбачева, Н.И. Косогорова // Доклады РАСХН. – 2007. - №2. – с. 12-14.

113. Сотченко, В.С. Сравнительное изучение М и SD типов цитоплазматической мужской стерильности кукурузы. / В.С. Сотченко, А.Г. Горбачева // Зерновое хозяйство России. – 2010. - №9 (3) - электронный ресурс. Режим доступа: [http://www.zhros.ru/num09%283%29\\_2010/st18\\_sotchenko.html/](http://www.zhros.ru/num09%283%29_2010/st18_sotchenko.html/).

114. Спрэг, Г. Ранние испытания и периодический отбор / Г. Спрэг // Гибридная кукуруза. – М.: И.Л., 1955. – С. 262-283.

115. Статистический и биометрико-генетический анализ в растениеводстве и селекции. Пакет программ AGROS, версия 2.09.: Руководство пользователя. / С.П. Мартынов. – Тверь, 1999. – 90 с.

116. Супрунов, А.И. Двадцать циклов рекуррентного отбора на раннее цветение в позднеспелых популяциях кукурузы / А.И. Супрунов // Кукуруза и сорго, 2002 - №1. – С. 16-18.

117. Супрунов, А.И. Популяция лопающейся кукурузы – Российская 3 / А.И. Супрунов, Н.Ф. Лавренчук, М.Ф. Жуков // Тр. / КубГАУ. – Краснодар, 2009. – Вып.... – С. 22-25.

118. Тарутина, Л.А. Характер проявления комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы в онтогенезе/Л.А.Тарутина, С.И.Посканная, И.Б.Капуста, Л.В.Хотылева // Сельскохозяйственная биология. - 1991.- № 1.- С. 65-69.

119. Терентьев, П.В. Методы корреляционных плеяд. / П.В. Терентьев // Вестник ЛГУ. – 1959. - №9. – Вып. 2. – с. 137-141.

120. Томов, Н. Расширение и обогащение генетической базы для селекции кукурузы / Н. Томов // Информ. бюл. по кукурузе №4. – Мартонва-шар, 1985. - №4. – С. 315-334.

121. Томов, Н. Нови направления и изисквания към селекцията на царевицата / Н. Томов // София, 1987. – 131 с.

122. Турбин, Н.В. О принципах и методах селекции на комбинационную способность у растений. / Н.В. Турбин, Л.В. Хотылева // Генетика. – 1966. - №8. – с. 17-25.

123. Турбин, Н.В. Генетические основы ЦМС у растений. / Н.В. Турбин, А.Н. Палилова– Минск.: Наука и техника, 1975. – с. 24-28.

124. Турбин Н.В. Периодический отбор в селекции растений. / Н.В. Турбин, Л.В. Хотылева, Л.Н. Каминская // Минск.: Наука и техника, 1976. – 144 с.

125. Филиппов, Г.Л. О характеристике сортов и гибридов кукурузы по длине вегетационного периода / Г.Л. Филиппов, П.П. Домашнев // С.-х. биология. – 1980. - №5. – С. 780-785.

126. Филиппова, Р.И. Комбинационная способность и некоторые особенности биохимического состава семян линий сахарной кукурузы/ Р.И. Филиппова, Т.Р. Стрельникова, В.Н. Изерская, Ю.Г. Филиппов// Физиология и биохимия культурных растений. - 1988.- Т.20, № 1.- С. 55-60.

127. Франковская М.Т. Особенности использования С-типа цитоплазматической мужской стерильности в селекции и семеноводстве гибридов кукурузы: дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / М.Т. Франковская. – Краснодар, 1989. – 191 с.

128. Франковская М.Т. Идентификация линий кукурузы по генам восстановления фертильности С-типа ЦМС / М.Т. Франковская, Л.Г. Огняник // Доклады ВАСХНИЛ – 1998 - № 1. С 8 -10.

129. Франковская, М.Т. Особенности проявления и использования цитоплазматической мужской стерильности у кукурузы. // М.Т. Франковская, Л.Г. Огняник, Н.Н. Куц / В Кн.: Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – 1999. – с. 44-58

130. Хаджинов, М.И. Селекция кукурузы. / М.И. Хаджинов // Теоретические основы селекции растений. – М.: Сельхозгиз, 1935. – Т. 1. – С. 435-460.

131. Хаджинов, М.И. Кукуруза (Отчет по группе кукурузе за 1938 – 1948) / М.И. Хаджинов // Научный отчет Краснодарской госселекстанции за 1937 – 1948 гг. - Краснодар: Краевое книгоиздательство, 1949. – 207-268 с.

132. Хаджинов, М.И. Цитоплазматическая мужская стерильность в селекции и семеноводстве // Цитоплазматическая мужская стерильность в селекции и семеноводстве кукурузы. Киев. 1962. – С. 103-140.

133. Хаджинов М.И. Гибридная кукуруза на стерильной основе в Краснодарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства // Достижения отечественной селекции. – М., 1967. – С. 173-186.

134. Хаджинов, М.И. Генетические основы ЦМС. / М.И. Хаджинов // В кн.: Гетерозис. Теория и практика. - Л.: «Колос», 1968. – с. 23-31.

135. Хотылева, Л.В. Генетический анализ самоопыленных линий кукурузы. / Л.В. Хотылева, Л.А. Тарутина // Материалы IX заседания ЕУКАРПИИ. – Краснодар, 1979. – с. 129-139.

136. Цаган-Манджиев, Н.Л. Комбинационная способность самоопыленных линий и прогнозирование гетерозиса у раннеспелых гибридов кукурузы: автореф. Дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Н.Л. Цаган-Манджиев. – Л., 1987. – 17 с.

137. Чалык Т.С. Создание и изучение стерильных аналогов самоопыленных линий и сортов кукурузы / Т.С. Чалык, И.А. Сусак // Изучение природы пыльцевой стерильности и использование ее в селекции сельскохозяйственных растений. Кишинев, 1969. - С. 27-39.

138. Чалык, Т.С. ЦМС в селекции и семеноводстве кукурузы / Т.С. Чалык. // В кн.: «Пшеница» - Кишинёв, 1974. - с .68-73.

139. Чалык, Т.С. Цитоплазматическая мужская стерильность и ее использование в селекции и семеноводстве кукурузы: автореф... докт. дисс. / Т.С. Чалык. - Кишинёв, 1974. - 48 с.

140. Чалык, Т.С. Создание новых гибридов кукурузы для индустриальной технологии возделывания / Т.С. Чалык, М.И. Боровской // Гибридная кукуруза в Молдавии. – Кишинев, 1981. – С. 3-15.

141. Чилашвили, И. М. Оценка нового исходного материала для селекции ранних и среднеранних гибридов кукурузы / И.М. Чилашвили // Научный журнал КубГАУ, 2012. - №79 (05). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/05/pdf/01.pdf>. - 16 с.

142. Чирков, Ю.И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы / Ю.И. Чирков // Л.: Агрометеоиздат, 1969. – 250 с.

143. Чистяков, С. Н. Изучение динамики влагоотдачи зерном у линий и гибридов кукурузы при его созревании / С.Н. Чистяков, А.И. Супрунов, Р. В. Ласкин // Научный политематич. Сетевой журнал КубГАУ, №84(10), 2012 года. - электронный ресурс. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/59.pdf>

144. Чистяков, С.Н. Оценка комбинационной способности новых линий кукурузы по признакам «урожайность и уборочная влажность» зерна в топ-кроссных скрещиваниях /Чистяков С.Н., Супрунов А.И. //Зерновое хозяйство. – 2013. - №1 (25). – с. 42-46.

145. Чистяков, С.Н. Повышение рентабельности производства кукурузы на зерно за счет возделывания новых раннеспелых гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна в условиях Воронежской области / С.Н. Чистяков / Журн. Отраслевые научные и прикладные исследования: Производство, переработка и хранение сельскохозяйственной продукции. – 2013. - №1 (2). – с. 78-80.

146. Чумак, М.В. Периодический отбор на раннее цветение в позднеспелых популяциях кукурузы / М.В. Чумак, Н.И. Бенко, В.А. Евус, С.К. Эржибов, Н.И. Шиян // Селекция и генетика кукурузы // Тр. / КНИИСХ. – 1987. – С. 42-56.

147. Чумак, М.В. Селекция раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы в Краснодарском НИИСХ / М.В. Чумак // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – Краснодар, 1999. – С. 13-27.

148. Чучмий, И.П. Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы. / И.П. Чучмий, В.В. Моргун // Киев, 1990. – 282 с.
149. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ видов *Zea mays* L. – Л., 1977. – 80 с.
150. Шмараев, Г.Е. Расы экзотической кукурузы – новый ценный материал для селекции. / Г.Е. Шмараев // IV съезд ВОГИС им. Н.И. Вавилова: Тезисы докл. – Кишинев, 1982. – Т. 3. – С. 269.
151. Шмараев, Г.Е. Генетика количественных и качественных признаков кукурузы. Монография. – СПб: изд. ВИР, 1995. – 168 с.
152. Шмараев, Г.Е. Генофонд и селекция кукурузы / Г.Е. Шмараев. – С.-Пб., 1999. – 383 с.
153. Югенхеймер, Р.У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование / Р.У. Югенхеймер // М.: Колос, 1979. – 519 с.
154. Aguila, C.A. Agricultura tecn. / C.A. Aguila, M.A.Violic, B. Gebanger, E. Juan // Mexico, 1971. – V. 31. - № 4. – p. 198-203.
155. Anderson, L.E. Similarities between chloroplast can zymes fructose 1 – 6 diphosphat addles. / L.E. Anderson. // Preceding international congress on photosynthesis research. - Italy, 1971. – p. 727 – 731.
156. Bahadur, K. Progress from modified ear-to-row selection in two population of maize (*Zea mays* L.) / K. Bahadur // Ph. D. Thesis. – Lincoln, Nerb.^ University of Nebraska, 1974. – P. 134-152.
157. Bauman, L.F. Review of methods used by breeders to develop superior corn inbred / L.F. Bauman // Proc. 36<sup>th</sup> Ann. Corn Sorgh. Res. Conf. – 1981. – P. 199-208.
158. Beckett, J.B. Classification of cytoplasm in maize. / J.B. Beckett. // Group science. - № 6. – 1971. - p. 724 – 728.

159. Beil, G.M. Selection and development of inbred material for use in early maturing corn hybrids / G.M. Beil // Proc. 30<sup>th</sup> Ann. Corn Sorgh. Res. Conf. – 1975. – P. 131-149.

160. Bunting, E. S. Ripening in maize interrelationships between time, water content and weight of dry material in ripening grene of a flint x dent hybrid / Bunting E. S. // Agron. J. – 1972. – V. 79. - №2. – P. 225-234.

161. Charcosset, A. Etude de heterosis chez le mats Zea mays L. / A. Charcosset // These de 3 eme cycle, Institut National Agronomique, Paris-Grignon., 1990. P. 142.

162. Comstok, R.E. Quantitative genetics in maize breeding / R.E. Comstok // Maize breeding and genetics. – USA. – 1979. – P. 206.

163. Coors, J.G. Twelve cycles of maize selection for prolificacy in maize. I. Direct and correlated responses / J.G. Coors, M.S. Mardones // Crop. Sci. – 1989/ - V. 29. – N.2. – P. 262-266.

164. Cross, N.Z. Yield responses to selection for variable R-nj expression in early maize / N.Z. Cross // Crop. Sci. – 1980. – Vol. 20. – N3. – P. 815-830.

165. Crow, J.F. Alternative hypothesis of hybrid vigor. – Geneties, 1948, vol. 33, № 5, 471 – 487 p.

166. . Eberhart, S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A Eberhart, W.A. Russel // Crop. Sci. -1966. - V.6. -№ 1.- P. 36-40.

167. Gallais, A. Etude de criteres de selectijn chez le mais fourrage: Heritabilities, cjrrelations genetuques et reponse attendue ala selection/ A. Gallais, P. Vincourt, J. Bertholleon // Agronomic. – 1983. – Vol. 3. - №8. – P. 751-760.

168. Gama, E. Relation between inbred and hybrid traits in maize / E. Gama, A. Hallauer // Crop Sci. – 1977. – 17. - № 5. – P. 703-708.

169. Genter, C.F. Mass selection in a composite of intercross of Mexican rages maize / C.F. Genter // Crop. SCI. – 1976. – V. 16. – N.4. – P. 184-188.

170. Gracen, V.E. Proc. Of 34 Ann. Corn and Sorghum Res. Conf. // Gracen V.E., Kheyr Pour A., Earle E.D., Gregr P. – 1979. – P. 76-91.

171. Hageman, R.H. Recurrent divergent and mass selection in maize with physiological and biometrical traits / R.H Hageman, R.J. Lambert // Plenum publishing corporation / Univ. of Illinois, Urbana, 1981. – P. 141-150.

172. Hallayer, A.R. Comparison among testers evaluating lines of corn / A.R. Hallayer, E. Lopes-Peres // Ann. Corn and Sorghum Res. Conf. – 1979. – 34. – P. 57-75.

173. Hallayer, A.R. Corn breeding / A.R. Hallayer, W.A. Russel, K.R. Lamkey // In “Corn an corn improvement” / Third edition (Ed. By G.F. Spragus and J.W. Dudley). – Madison, Wisconsin, USA. – 1988. – P. 463-564.

174. Hallayer, A.R. Integrating exotic germplasm into corn belt maize breeding programs / A.R. Hallayer, J.H. Sears // Crop Sci. – 1972. – V.12. – N.2. – P. 203-206.

175. Hallayer, A.R. Quantitative genetics in maize breeding / A.R. Hallayer, J.B. Miranda // Iowa St. Univer. Press. – Ames. – 1981. – 468 p.

176. Hayes, H.K. Synthetic production of high protein corn in relation to breeding / H.K. Hayes, R.J. Garber // Agron. J. – 1919. – V.11. – P. 309-318.

177. Hayes, H.K. The development of a synthetic variety if corn from inbred lines / H.K. Hayes, E.H. Rinke, Y.S. Tsiang // Agron. J. – 1944. – V. 36. – P. 988-1000.

178. Hayes, H.K. The breeding of improved selfed lines of corn / H. K. Hayes, I.J. Johnson // Agron.J. – 1939. – V. 31. – p. 710-724.

179. Helms, T.C. Genetic variability estimates in improved and non-improved 'Iowa Stiff Stalk Synthetic' maize population / T.C. Helms, A.R. Hallauer, O.S. Smith // Crop Sci. – 1989. – V.29. – N.4. – P. 959-962.

180. Henderson, C.B. Inbreds, breeding stocks / C.B. Henderson // *Maize investigation and Academic Reserch Personnel Illinois Found. Seeds.* – 1976. – 217, 3. – P. 113.

181. Hillson, M.T. Dry matter accumulation and moisture loss during maturation of corn grain / M.T. Hillson, L.H. Penny // *Agron. J.* – 1965. – 57. – P. 150-153.

182. Jenkins, M.T. The segregation of genes affecting yield of grain in maize / M.T. Jenkins // *Agron. J.* – 1940. – V.32. – P. 55-63.

183. Jenkins, M.T. Correlation studies with inbred and crossbred strains of maize / M.T. Jenkins // *Agr. Res.* – 1929. – 39 (9). – p. 677-721.

184. Khehra, A.S. Reciprocal recurrent selection for multitrait indices in maize / A.S. Khehra, B.S. Dhillon, N.S. Malhi, S.S. Pal, V.K. Saxena, V.V. Malhotra // *Euphytica.* – 1986. – V.35. – N.3. – P.817-822.

185. Lonnguist, J.H. Progress from recurrent selection procedures for the improvement of corn population / J.H. Lonnguist // *Research Bulletin.* – University of Nebraska. – 1961. – N.167. – 33 p.

186. Martin, J.M. Response of maize synthetic to recurrent selection for stalk quality / J.M. Martin, W.A. Russel // *Crop Sci.* – 1984. – V.24. – N.2. – P. 331-337.

187. Martin, J.M. Seven cycles of reciprocal recurrent selection in BSSS and BSCB 1 maize populations / J.M. Martin, A.R. Hallauer // *Crop Sci.* – 1980. – V.20. – N.5. – P. 599-603.

188. Mitra, R. Iso enzymes and polyploidy. 1 Qualitative and quantitative Iso enzyme studies in the Tritieinae. / R. Mitra, C.R. Bharia // *Giener. Res.* – 1971. – Vol. 18. – № 1. – p. 57-69.

189. Moll, R.H. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize / R.H. Moll, W.S. Salhuana, H.F. Robinson // *Crop Sci.* – 1962. – V.2. – N.3. – P. 197-198.

190. Overvides-Garsia, M. Evaluation of improved maize populations to Mexico and the US corn belt/ M.Overvides-Garcia, A.R.Hallauer, H.Cortez-Mendoza// Crop science.- 1985.- Vol. 25, №1.- P.115-120.

191. Paul Grum Cytoplasmic and solution / Paul Grum. // Columbia University press (New York), 1976. - 300 p.

192. Russell, W.A. Improvement of maize population for source of inbred lines / W.A. Russell // Proc. 7<sup>th</sup> Meeting of Maize and Soghum Section of EUCARPIA. – Zagreb. – 1973. – P. 2-62.

193. Russell, W.A. Registration of B76 and B77 parental inbred lines of maize / W.A. Russell, A.R. Hallauer // Crop Sci. – 1974. – P. 38-39

194. Russell, W.A. Registration of B90 and B91 parental inbred lines of maize / W.A. Russell // Crop Sci. – 1989. – V.29. – N.4. – P. 1101-1102.

195. Singh, M. Direct and correlated response to recurrent full-sib selection for prolificacy in maize / M. Singh, A.S. Khehra, B.S. Dhillon // Crop Sci. – 1986. – V.26. - №2. – P. 275-278.

196. Slife, F.W. Changes in the moisture content of the corn grain and during development of the ear / F.W. Slife // Univ. M.S. thesis. – 1949.- p.27-29.

197. Smith, J.S.C. The discription and assessment of distances between inbred lines of maize / J.S.C. Smith, O.S. Smith// Mayidica. – 1989. – 34, 2. - P. 151-161.

198. Smith, O.S. Similarities among a group of elite maize inbreds as measured by pedigree, F<sub>1</sub>, grain yield heterozis and PFLPs. / O.S. Smith, J.S.C. Smith, S.L. Bowen, R.A. Tenborg, S.J. Wall// // Theoretical and Applied Genetics, 1990. – V. 80. - P. 833-840.

199. Sprague, G.F. A comparison synthetic varieties, multiple crosses and double crosses in corn / G.F. Sprague, M.T. Jenkins // Agron. J. – 1943. – V.35. – P. 137-147.

200. Sprague, G.F. Corn breeding / G.F. Sprague, S.A. Eberhart // Corn and improvement. – USA. - 1977. – P. 305-362.
201. Sprague, G.F. General versus combining ability in single crosses of corn / G.F. Sprague, L.A. Tatum // Agron. J. - 1942. - V.34. - P. 923-932.
202. Thompson, D.L. Rain yield of two synthetics corn after seven cycles of selection for lodging resistance / D.L. Thompson // Crop Sci. – 1982. – V.22. – N.6. – P.1207-1210.
203. Troyer, A.F. Breeding early corn / A.F. Troyer // Speciality corns. – CBS Pres, Boca Raton. – 1994. – P. 341-396.
204. Troyer, A.F. Measurement of genetic diversity among popular commercial corn hybrids // A.F. Troyer, S.J. Openshaw, K.H. Knittle // Crop Sci. – 1988. – V.28. – N.3. – P. 481-485.
205. Troyer, A.F. Selection for early flowering in corn / A.F. Troyer, W.L. Brown // Crop Sci. – 1972. – V.12. – N.3. – P.301-304.
206. Troyer, A.F. Selection for early flowering in corn: 10 late synthetics / A.F. Troyer, J.R. Larkins // Crop Sci. – 1985. – V.25. – N.4. – P.695-697.
207. Troyer, A.F. Selection for early flowering in corn: 18 adapted F populations / A.F. Troyer // Crop Sci. – 1986. – V.26. – P.283-285.
208. Troyer, A.F. Selection for early flowering in corn: seven late synthetics / A.F. Troyer, W.L. Brown // Crop Sci. – 1976. – V.16. – N.6. – P.767-772.
209. Troyer, A.F. Temperature corn – background, behavior and breeding / A.F. Troyer // Speciality corns / Second edition / CBS Press. – 2000. – P. 393-466.
210. Webel, O.D. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.) / O.D. Webel, J.H. Lonquist // Crop Sci. – 1967. – V.7. – P. 651-655.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

Результаты дисперсионного анализа тесткроссов кукурузы по признаку «высота растений», 2010-2013 гг.

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	189,00	25333,00	-		
Повторений	9,00	1667,95	-		
Вариантов	18,00	7714,60	428,59	4,35	1,67
Ошибки	162,00	15950,45	98,46		
Ошибка опыта	3,14				
Ошибка разности средних	4,44				
НСР для попарного сравнения		8,76			

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	189,00	38041,00	-		
Повторений	9,00	1143,42	-		
Вариантов	18,00	20733,40	1151,86	11,54	1,67
Ошибки	162,00	16164,18	99,78		
Ошибка опыта	3,16				
Ошибка разности средних	4,47				
НСР для попарного сравнения		8,82			

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	189,00	48392,00	-		
Повторений	9,00	2276,21	-		
Вариантов	18,00	28166,40	1564,80	14,12	1,67
Ошибки	162,00	17949,39	110,80		
Ошибка опыта	3,33				
Ошибка разности средних	4,71				
НСР для попарного сравнения		9,30			

## Приложение 2

Результаты дисперсионного анализа тесткроссов кукурузы по признаку «высота прикрепления початка», 2010-2013 гг.

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	189,00	18365,13	-		
Повторений	9,00	620,23	-		
Вариантов	18,00	7582,23	421,23	6,71	1,67
Ошибки	162,00	10162,67	62,73		
Ошибка опыта	2,50				
Ошибка разности средних	3,54				
НСР для попарного сравнения		6,99			

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	189,00	18458,44	-		
Повторений	9,00	381,60	-		
Вариантов	18,00	8233,94	457,44	7,53	1,67
Ошибки	162,00	9842,90	60,76		
Ошибка опыта	2,46				
Ошибка разности средних	3,49				
НСР для попарного сравнения		6,88			

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	189,00	28014,31	-		
Повторений	9,00	1281,89	-		
Вариантов	18,00	15787,81	877,10	12,98	1,67
Ошибки	162,00	10944,61	67,56		
Ошибка опыта	2,60				
Ошибка разности средних	3,68				
НСР для попарного сравнения		7,26			

## Приложение 3

Результаты дисперсионного анализа линий кукурузы по признаку «длина початка», 2010-2013 гг.

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	1169,16	-		
Повторений	3,00	326,27	-		
Вариантов	18,00	487,51	27,08	4,12	1,80
Ошибки	54,00	355,38	6,58		
Ошибка опыта	1,28				
Ошибка разности средних	1,81				
НСР для попарного сравнения		3,64			

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	1256,00	-		
Повторений	3,00	398,49	-		
Вариантов	18,00	394,35	21,91	2,55	1,80
Ошибки	54,00	463,16	8,58		
Ошибка опыта	1,46				
Ошибка разности средних	2,07				
НСР для попарного сравнения		4,15			

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	570,14	-		
Повторений	3,00	45,15	-		
Вариантов	18,00	239,75	13,32	2,52	1,80
Ошибки	54,00	285,24	5,28		
Ошибка опыта	1,15				
Ошибка разности средних	1,63				
НСР для попарного сравнения		3,26			

## Приложение 4

Результаты дисперсионного анализа линий кукурузы по признаку «диаметр початка», 2010-2013 гг.

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	107,77	-		
Повторений	3,00	31,19	-		
Вариантов	18,00	24,44	1,36	1,41	1,80
Ошибки	54,00	52,14	0,97		
Ошибка опыта	0,49				
Ошибка разности средних	0,69				
НСР для попарного сравнения		1,39			

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	132,84	-		
Повторений	3,00	40,57	-		
Вариантов	18,00	32,68	1,82	1,65	1,80
Ошибки	54,00	59,58	1,10		
Ошибка опыта	0,53				
Ошибка разности средних	0,74				
НСР для попарного сравнения		1,49			

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	31,03	-		
Повторений	3,00	8,30	-		
Вариантов	18,00	9,29	0,52	2,08	1,80
Ошибки	54,00	13,44	0,25		
Ошибка опыта	0,25				
Ошибка разности средних	0,35				
НСР для попарного сравнения		0,71			

## Приложение 5

Результаты дисперсионного анализа линий кукурузы по признаку «количество рядов зерен в початке», 2010-2013 гг.

## Тестер Кр 685 МВ

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	1679,66	-		
Повторений	3,00	390,52	-		
Вариантов	18,00	311,90	17,33	0,96	1,80
Ошибки	54,00	977,23	18,10		
Ошибка опыта	2,13				
Ошибка разности средних	3,01				
НСР для попарного сравнения		6,03			

## Тестер Кр 244 МВ

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	2220,85	-		
Повторений	3,00	490,14	-		
Вариантов	18,00	562,42	31,25	1,44	1,80
Ошибки	54,00	1168,29	21,63		
Ошибка опыта	2,33				
Ошибка разности средних	3,29				
НСР для попарного сравнения		6,59			

## Тестер Кр 717 МВ

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	604,06	-		
Повторений	3,00	44,28	-		
Вариантов	18,00	316,92	17,61	3,91	1,80
Ошибки	54,00	242,87	4,50		
Ошибка опыта	1,06				
Ошибка разности средних	1,50				
НСР для попарного сравнения		3,01			

## Приложение 6

Результаты дисперсионного анализа линий кукурузы по признаку «количество зерен в ряду початка», 2010-2013 гг.

## Тестер Кр 685 МВ

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	4240,36	-		
Повторений	3,00	1235,58	-		
Вариантов	18,00	1422,03	79,00	2,70	1,80
Ошибки	54,00	1582,75	29,31		
Ошибка опыта	2,71				
Ошибка разности средних	3,83				
НСР для попарного сравнения		7,68			

## Тестер Кр 244 МВ

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	4165,38	-		
Повторений	3,00	1800,51	-		
Вариантов	18,00	774,55	43,03	1,46	1,80
Ошибки	54,00	1590,32	29,45		
Ошибка опыта	2,71				
Ошибка разности средних	3,84				
НСР для попарного сравнения		7,69			

## Тестер Кр 717 МВ

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	2607,34	-		
Повторений	3,00	219,86	-		
Вариантов	18,00	967,98	53,78	2,05	1,80
Ошибки	54,00	1419,51	26,29		
Ошибка опыта	2,56				
Ошибка разности средних	3,63				
НСР для попарного сравнения		7,27			

## Приложение 7

Результаты дисперсионного анализа линий кукурузы по признаку «количество зерен в початке», 2010-2013 гг.

## Тестер Кр 685 МВ

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	727803,00	-		
Повторений	3,00	266160,38	-		
Вариантов	18,00	196599,50	10922,19	2,23	1,80
Ошибки	54,00	265043,13	4908,21		
Ошибка опыта	35,03				
Ошибка разности средних	49,54				
НСР для попарного сравнения		99,32			

## Тестер Кр 244 МВ

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	345654,50	-		
Повторений	3,00	107344,16	-		
Вариантов	18,00	74197,50	4122,08	1,36	1,80
Ошибки	54,00	164112,84	3039,13		
Ошибка опыта	27,56				
Ошибка разности средних	38,98				
НСР для попарного сравнения		78,15			

## Тестер Кр 717 МВ

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	633580,00	-		
Повторений	3,00	57848,37	-		
Вариантов	18,00	257404,50	14300,25	2,43	1,80
Ошибки	54,00	318327,13	5894,95		
Ошибка опыта	38,39				
Ошибка разности средних	54,29				
НСР для попарного сравнения		108,85			

## Приложение 8

Результаты дисперсионного анализа линий кукурузы по признаку «масса 1000 зерен», 2010-2013 гг.

## Тестер Кр 685 МВ

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	45471,00	-		
Повторений	3,00	9693,42	-		
Вариантов	18,00	26586,50	1477,03	8,68	1,80
Ошибки	54,00	9191,08	170,21		
Ошибка опыта	6,52				
Ошибка разности средних	9,23				
НСР для попарного сравнения		18,50			

## Тестер Кр 244 МВ

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	75244,00	-		
Повторений	3,00	29169,63	-		
Вариантов	18,00	28540,50	1585,58	4,88	1,80
Ошибки	54,00	17533,87	324,70		
Ошибка опыта	9,01				
Ошибка разности средних	12,74				
НСР для попарного сравнения		25,55			

## Тестер Кр 717 МВ

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	75,00	64041,50	-		
Повторений	3,00	33783,18	-		
Вариантов	18,00	25495,50	1416,42	16,06	1,80
Ошибки	54,00	4762,82	88,20		
Ошибка опыта	4,70				
Ошибка разности средних	6,64				
НСР для попарного сравнения		13,31			

## Приложение 9

Результаты дисперсионного анализа урожайных данных изучаемых линий кукурузы с тестером Кр 685 МВ, 2010 год

Варианты	Повторности			Среднее
	1	2	3	
Росс 299 МВ st	53,20	54,60	54,00	53,93
810947773/1-1-1-2-1	66,94	62,00	72,09	67,01
810947773/2-2-1-1-1	67,85	67,43	67,85	67,71
810947773/3-1-1-1-1	52,29	53,74	52,19	52,74
810947773/5-1-1-1-1	60,73	60,52	60,32	60,52
810947773/9-2-1-1-1	67,10	73,57	71,93	70,87
810947773/10-1-1-1	53,33	53,13	54,33	53,59
810773774/4-1-1-1-1	51,01	53,91	52,01	52,32
810773774/5-2-1-2-1	63,99	65,00	72,72	67,24
810773774/6-2-1-1-1	54,88	52,70	59,56	55,71
810773774/7-1-2-1-1	49,05	48,95	48,45	48,82
810773119/2-1-1-2-1	63,92	63,92	64,64	64,16
810773119/2-1-1-3-1	54,44	54,24	56,00	54,89
810773119/6-2-1-1-1	69,00	55,61	51,80	58,80
810773119/6-2-1-2-1	69,69	64,90	81,67	72,09
810773119/7-1-1-1-1	51,36	41,67	43,23	45,42
810773119/7-1-2-1-1	56,91	53,80	59,49	56,73
810773119/7-1-2-2-1	62,93	55,82	67,42	62,06
810773119/8-1-1-2-1	51,58	40,28	44,18	45,35

## Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	56,00	4266,39	-		
Повторений	2,00	106,78	-		
Вариантов	18,00	3592,02	199,56	12,66	1,90
Ошибки	36,00	567,59	15,77		
Ошибка опыта	2,29				
Ошибка разности средних	3,24				
НСР для попарного сравнения		6,58			

## Приложение 10

Результаты дисперсионного анализа урожайных данных изучаемых линий кукурузы с тестером Кр 244 МВ, 2010 год

Варианты	Повторности			Среднее
	1	2	3	
Росс 299 МВ st	53,20	54,60	54,00	53,93
810947773/1-1-1-2-1	69,69	72,70	77,78	73,39
810947773/2-2-1-1-1	58,83	62,78	70,68	64,10
810947773/3-1-1-1-1	66,83	69,74	70,16	68,91
810947773/5-1-1-1-1	64,44	66,52	64,86	65,27
810947773/9-2-1-1-1	66,37	65,85	76,22	69,48
810947773/10-1-1-1-1	66,67	57,30	66,78	63,58
810773774/4-1-1-1-1	65,11	60,77	67,28	64,38
810773774/5-2-1-2-1	49,95	46,45	51,80	49,40
810773774/6-2-1-1-1	61,39	60,15	59,11	60,22
810773774/7-1-2-1-1	61,25	61,25	61,15	61,22
810773119/2-1-1-2-1	67,30	67,30	76,05	70,22
810773119/2-1-1-3-1	85,44	73,90	73,90	77,75
810773119/6-2-1-1-1	72,78	73,40	73,40	73,19
810773119/6-2-1-2-1	82,02	80,38	80,38	80,93
810773119/7-1-1-1-1	74,32	67,92	78,97	73,74
810773119/7-1-2-1-1	35,04	51,58	56,31	47,64
810773119/7-1-2-2-1	61,70	65,85	65,85	64,47
810773119/8-1-1-2-1	80,85	78,38	85,69	81,64

## Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	56,00	5712,42	-		
Повторений	2,00	208,41	-		
Вариантов	18,00	4874,47	270,80	15,49	1,90
Ошибки	36,00	629,55	17,49		
Ошибка опыта	2,41				
Ошибка разности средних	3,41				
НСР для попарного сравнения		6,92			

## Приложение 11

Результаты дисперсионного анализа урожайных данных изучаемых линий кукурузы с тестером Кр 717 МВ, 2010 год

Варианты	Повторности			Среднее
	1	2	3	
Росс 299 МВ st	53,20	54,60	54,00	53,93
810947773/1-1-1-2-1	65,86	65,03	74,32	68,41
810947773/2-2-1-1-1	62,61	54,17	62,61	59,80
810947773/3-1-1-1-1	59,17	52,30	53,86	55,11
810947773/5-1-1-1-1	57,93	60,11	58,14	58,73
810947773/9-2-1-1-1	57,17	52,07	55,92	55,05
810947773/10-1-1-1-1	56,95	57,67	60,04	58,22
810773774/4-1-1-1-1	59,54	51,46	50,85	53,95
810773774/5-2-1-2-1	56,71	54,75	53,51	54,99
810773774/6-2-1-1-1	56,41	56,00	58,28	56,90
810773774/7-1-2-1-1	57,46	56,83	56,83	57,04
810773119/2-1-1-2-1	65,33	67,41	72,07	68,27
810773119/2-1-1-3-1	58,54	59,58	61,57	59,90
810773119/6-2-1-1-1	66,31	58,21	53,63	59,38
810773119/6-2-1-2-1	56,24	61,26	54,15	57,21
810773119/7-1-1-1-1	60,94	63,24	59,38	61,19
810773119/7-1-2-1-1	66,53	59,49	63,11	63,04
810773119/7-1-2-2-1	65,42	67,71	60,21	64,45
810773119/8-1-1-2-1	72,34	72,95	74,80	73,37

### Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	56,00	1984,95	-		
Повторений	2,00	22,54	-		
Вариантов	18,00	1575,40	87,52	8,14	1,90
Ошибки	36,00	387,01	10,75		
Ошибка опыта	1,89				
Ошибка разности средних	2,68				
НСР для попарного сравнения		5,43			

## Приложение 12

Результаты ковариационного анализа урожайных данных изучаемых гибридов кукурузы, 2010 год

Дисперсия	df	SSурожая	SSраст	SSков	mS	F-крит	F-стан
Общая	170,00	14 072,88	6 470,63	1 025,16			
Повторений	2,00	222,40	148,43	-160,86			
Вариантов	56,00	12 150,85	4 198,63	1 125,97	216,98	14,18	1,45
Ошибки1	112,00	1 699,62	2 123,57	60,05	15,18		
Регрессия	1,00				1,70	0,11	3,93
Остаток 2	111,00	1 697,92			15,30		

Регрессия	0,03
Ошибка опыта, %	2,26
Ошибка разности средних	3,19
НСР для попарного сравнения	6,33

Результаты дисперсионного анализа урожайных данных изучаемых линий кукурузы с тестером Кр 685 МВ, 2011 год

Варианты	Повторности			Среднее
	1	2	3	
Росс 299 МВ st	53,80	54,20	53,90	53,96
810947773/1-1-1-2-1	65,71	64,88	74,15	68,25
810947773/2-2-1-1-1	62,25	53,86	62,25	59,46
810947773/3-1-1-1-1	58,70	51,88	53,43	54,67
810947773/5-1-1-1-1	57,34	59,49	57,54	58,12
810947773/9-2-1-1-1	56,51	51,48	55,28	54,42
810947773/10-1-1-1-1	55,64	56,35	58,66	56,88
810773774/4-1-1-1-1	58,91	50,91	50,31	53,38
810773774/5-2-1-2-1	55,86	53,93	52,71	54,17
810773774/6-2-1-1-1	56,54	56,13	58,41	57,03
810773774/7-1-2-1-1	54,55	53,95	53,95	54,15
810773119/2-1-1-2-1	64,44	66,48	71,08	67,33
810773119/2-1-1-3-1	58,07	59,11	61,08	59,42
810773119/6-2-1-1-1	65,71	57,67	53,14	58,84
810773119/6-2-1-2-1	56,05	61,05	53,96	57,02
810773119/7-1-1-1-1	60,94	63,24	59,38	61,19
810773119/7-1-2-1-1	66,53	59,49	63,11	63,04
810773119/7-1-2-2-1	65,65	67,95	60,42	64,67
810773119/8-1-1-2-1	72,34	72,95	74,80	73,37

### Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	56,00	2108,00	-		
Повторений	2,00	22,24	-		
Вариантов	18,00	1703,64	94,65	8,92	1,90
Ошибки	36,00	382,13	10,61		
Ошибка опыта	1,88				
Ошибка разности средних	2,66				
НСР для попарного сравнения		5,40			

Результаты дисперсионного анализа урожайных данных изучаемых линий кукурузы с тестером Кр 244 МВ, 2011 год

Варианты	Повторности			Среднее
	1	2	3	
Росс 299 МВ st	53,80	54,20	53,90	53,96
810947773/1-1-1-2-1	53,10	63,57	85,66	67,44
810947773/2-2-1-1-1	57,48	62,47	54,26	58,07
810947773/3-1-1-1-1	81,18	78,58	82,22	80,66
810947773/5-1-1-1-1	58,21	70,68	66,11	65,00
810947773/9-2-1-1-1	52,99	62,32	63,47	59,59
810947773/10-1-1-1-1	56,15	56,26	67,71	60,04
810773774/4-1-1-1-1	56,43	54,26	58,08	56,25
810773774/5-2-1-2-1	60,66	63,03	76,21	66,63
810773774/6-2-1-1-1	58,70	52,68	61,91	57,76
810773774/7-1-2-1-1	56,37	57,83	70,39	61,53
810773119/2-1-1-2-1	53,23	56,67	55,32	55,07
810773119/2-1-1-3-1	52,18	55,30	52,80	53,42
810773119/6-2-1-1-1	72,67	70,91	83,06	75,55
810773119/6-2-1-2-1	50,17	48,74	58,98	52,63
810773119/7-1-1-1-1	53,88	52,44	65,24	57,19
810773119/7-1-2-1-1	58,06	50,66	56,62	55,11
810773119/7-1-2-2-1	49,36	45,63	57,76	50,92
810773119/8-1-1-2-1	63,96	67,97	76,21	69,38

### Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	56,00	5038,64	-		
Повторений	2,00	781,20	-		
Вариантов	18,00	3345,13	185,84	7,33	1,90
Ошибки	36,00	912,31	25,34		
Ошибка опыта	2,91				
Ошибка разности средних	4,11				
НСР для попарного сравнения		8,34			

## Приложение 15

Результаты дисперсионного анализа урожайных данных изучаемых линий кукурузы с тестером Кр 717 МВ, 2011 год

Варианты	Повторности			Среднее
	1	2	3	
Росс 299 МВ st	53,80	54,20	53,90	53,96
810947773/1-1-1-2-1	69,37	72,36	77,42	73,05
810947773/2-2-1-1-1	58,96	62,92	70,84	64,24
810947773/3-1-1-1-1	66,99	69,90	70,32	69,07
810947773/5-1-1-1-1	64,37	66,45	64,78	65,20
810947773/9-2-1-1-1	66,52	66,00	76,40	69,64
810947773/10-1-1-1-1	65,91	56,64	66,02	62,86
810773774/4-1-1-1-1	63,69	59,44	65,81	62,98
810773774/5-2-1-2-1	50,01	46,50	51,86	49,46
810773774/6-2-1-1-1	61,39	60,15	59,11	60,22
810773774/7-1-2-1-1	56,83	61,99	65,15	61,32
810773119/2-1-1-2-1	49,15	54,13	51,95	51,75
810773119/2-1-1-3-1	56,55	60,00	71,08	62,55
810773119/6-2-1-1-1	59,77	58,31	63,92	60,67
810773119/6-2-1-2-1	63,76	66,27	78,40	69,48
810773119/7-1-1-1-1	47,61	59,90	54,17	53,89
810773119/7-1-2-1-1	64,15	66,73	72,94	67,94
810773119/7-1-2-2-1	51,46	51,88	52,40	51,91
810773119/8-1-1-2-1	57,34	63,50	76,86	65,90

## Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	56,00	3501,91	-		
Повторений	2,00	407,01	-		
Вариантов	18,00	2538,89	141,05	9,13	1,90
Ошибки	36,00	556,01	15,44		
Ошибка опыта	2,27				
Ошибка разности средних	3,21				
НСР для попарного сравнения		6,51			

## Приложение 16

Результаты ковариационного анализа урожайных данных изучаемых гибридов кукурузы, 2011 год

Дисперсия	df	SSурожая	SSраст	SSков	mS	F-крит	F-стан
Общая	170,00	10 834,50	18 607,66	1 555,13			
Повторений	2,00	746,76	75,97	-236,83			
Вариантов	56,00	7 773,69	12 896,32	1 947,88	138,82	6,67	1,45
Ошибки1	112,00	2 314,05	5 635,36	-155,92	20,66		
Регрессия	1,00				4,31	0,21	3,93
Остаток 2	111,00	2 309,74			20,81		

Регрессия	-0,03
Ошибка опыта, %	2,63
Ошибка разно- сти средних	3,72
НСР для по- парного срав- нения	7,38

Результаты дисперсионного анализа урожайных данных изучаемых линий кукурузы с тестером Кр 685 МВ, 2012 год

Варианты	Повторности			Среднее
	1	2	3	
Росс 299 МВ st	47,60	48,90	47,90	48,13
810947773/1-1-1-2-1	64,35	63,54	72,62	66,83
810947773/2-2-1-1-1	60,33	52,20	60,33	57,62
810947773/3-1-1-1-1	58,16	51,40	52,94	54,17
810947773/5-1-1-1-1	55,42	57,50	55,61	56,18
810947773/9-2-1-1-1	54,82	49,93	53,62	52,79
810947773/10-1-1-1-1	56,23	56,94	59,28	57,49
810773774/4-1-1-1-1	58,70	50,73	50,13	53,19
810773774/5-2-1-2-1	55,34	53,43	52,22	53,66
810773774/6-2-1-1-1	55,19	54,78	57,01	55,66
810773774/7-1-2-1-1	54,64	56,04	68,22	59,63
810773119/2-1-1-2-1	52,69	56,09	54,75	54,51
810773119/2-1-1-3-1	50,69	53,72	51,29	51,90
810773119/6-2-1-1-1	70,35	68,64	80,40	73,13
810773119/6-2-1-2-1	49,36	47,95	58,02	51,78
810773119/7-1-1-1-1	52,34	50,93	63,36	55,54
810773119/7-1-2-1-1	57,45	50,13	56,03	54,54
810773119/7-1-2-2-1	48,40	44,74	56,64	49,93
810773119/8-1-1-2-1	64,47	68,52	76,83	69,94

### Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	56,00	2912,70	-		
Повторений	2,00	232,45	-		
Вариантов	18,00	2177,11	120,95	8,65	1,90
Ошибки	36,00	503,14	13,98		
Ошибка опыта	2,16				
Ошибка разности средних	3,05				
НСР для попарного сравнения		6,19			

## Приложение 18

Результаты дисперсионного анализа урожайных данных изучаемых линий кукурузы с тестером Кр 244 МВ, 2012 год

Варианты	Повторности			Среднее
	1	2	3	
Росс 299 МВ st	47,60	48,90	47,90	48,13
810947773/1-1-1-2-1	47,67	47,67	53,63	49,66
810947773/2-2-1-1-1	43,12	53,52	43,12	46,58
810947773/3-1-1-1-1	40,80	44,62	40,80	42,08
810947773/5-1-1-1-1	33,76	34,24	33,76	33,92
810947773/9-2-1-1-1	55,39	54,78	54,78	54,98
810947773/10-1-1-1-1	61,05	52,47	61,15	58,22
810773774/4-1-1-1-1	63,01	58,81	65,12	62,31
810773774/5-2-1-2-1	48,45	45,06	50,25	47,92
810773774/6-2-1-1-1	58,30	57,12	56,13	57,18
810773774/7-1-2-1-1	58,80	58,80	58,70	58,77
810773119/2-1-1-2-1	65,54	65,54	74,06	68,38
810773119/2-1-1-3-1	82,51	71,37	71,37	75,08
810773119/6-2-1-1-1	71,28	71,89	71,89	71,69
810773119/6-2-1-2-1	81,07	79,45	79,45	79,99
810773119/7-1-1-1-1	73,21	66,91	77,79	72,64
810773119/7-1-2-1-1	42,45	49,56	54,10	48,70
810773119/7-1-2-2-1	60,43	64,49	64,49	63,14
810773119/8-1-1-2-1	79,73	77,29	84,50	80,51

## Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	56,00	10022,70	-		
Повторений	2,00	79,30	-		
Вариантов	18,00	9447,31	524,85	38,09	1,90
Ошибки	36,00	496,09	13,78		
Ошибка опыта	2,14				
Ошибка разности средних	3,03				
НСР для попарного сравнения		6,15			

## Приложение 19

Результаты дисперсионного анализа урожайных данных изучаемых линий кукурузы с тестером Кр 717 МВ, 2012 год

Варианты	Повторности			Среднее
	1	2	3	
Росс 299 МВ st	47,60	48,90	47,90	48,13
810947773/1-1-1-2-1	57,21	48,97	47,14	51,11
810947773/2-2-1-1-1	55,14	55,14	61,06	57,12
810947773/3-1-1-1-1	52,60	47,20	51,32	50,37
810947773/5-1-1-1-1	33,60	34,61	35,43	34,55
810947773/9-2-1-1-1	44,31	38,62	43,91	42,28
810947773/10-1-1-1-1	41,56	44,14	41,26	42,32
810773774/4-1-1-1-1	46,61	45,70	48,64	46,98
810773774/5-2-1-2-1	53,90	53,31	53,31	53,51
810773774/6-2-1-1-1	55,70	55,29	57,55	56,18
810773774/7-1-2-1-1	55,13	54,53	54,53	54,73
810773119/2-1-1-2-1	61,89	63,86	68,28	64,68
810773119/2-1-1-3-1	56,88	57,89	59,82	58,20
810773119/6-2-1-1-1	65,18	57,21	52,71	58,37
810773119/6-2-1-2-1	54,20	59,03	52,18	55,14
810773119/7-1-1-1-1	59,35	61,58	57,83	59,58
810773119/7-1-2-1-1	65,15	58,26	61,81	61,74
810773119/7-1-2-2-1	63,11	65,32	58,09	62,18
810773119/8-1-1-2-1	72,09	72,70	74,54	73,11

## Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	56,00	4748,36	-		
Повторений	2,00	23,74	-		
Вариантов	18,00	4361,07	242,28	23,99	1,90
Ошибки	36,00	363,55	10,10		
Ошибка опыта	1,83				
Ошибка разности средних	2,59				
НСР для попарного сравнения		5,26			

## Приложение 20

Результаты ковариационного анализа урожайных данных изучаемых гибридов кукурузы, 2012 год

Дисперсия	df	SSурожая	SSраст	SSков	mS	F-крит	F-стан
Общая	170,00	18329,00	10044,19	962,25			
Повторений	2,00	187,08	124,36	-116,64			
Вариантов	56,00	16 630,71	5 899,52	1 268,31	296,98	21,94	1,45
Ошибки1	112,00	1 511,21	4 020,30	-189,42	13,49		
Регрессия	1,00				8,92	0,66	3,93
Остаток 2	111,00	1 502,29			13,53		

Регрессия	-0,05
Ошибка опыта, %	2,12
Ошибка разно- сти средних	3,00
НСР для по- парного срав- нения	5,95

## Приложение 21

Результаты дисперсионного анализа урожайных данных изучаемых линий кукурузы с тестером Кр 685 МВ, 2013 год

Варианты	Повторности			Среднее
	1	2	3	
Росс 299 МВ st	56,90	57,80	58,40	57,70
810947773/1-1-1-2-1	57,05	41,78	49,70	49,51
810947773/2-2-1-1-1	52,10	51,22	73,20	58,84
810947773/3-1-1-1-1	54,32	53,06	65,64	57,67
810947773/5-1-1-1-1	57,20	54,36	55,73	55,76
810947773/9-2-1-1-1	66,17	69,65	62,12	65,98
810947773/10-1-1-1-1	59,00	66,71	61,47	62,39
810773774/4-1-1-1-1	44,60	47,91	41,79	44,77
810773774/5-2-1-2-1	61,73	58,62	66,97	62,44
810773774/6-2-1-1-1	39,55	43,85	54,98	46,12
810773774/7-1-2-1-1	44,21	47,06	54,62	48,63
810773119/2-1-1-2-1	61,37	45,38	64,46	57,07
810773119/2-1-1-3-1	65,56	57,08	71,40	64,68
810773119/6-2-1-1-1	44,56	51,64	68,36	54,85
810773119/6-2-1-2-1	47,73	48,12	56,45	50,77
810773119/7-1-1-1-1	53,29	50,46	71,01	58,25
810773119/7-1-2-1-1	53,22	53,81	43,45	50,16
810773119/7-1-2-2-1	62,18	60,15	65,08	62,47
810773119/8-1-1-2-1	62,68	59,96	64,23	62,29

### Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	56,00	4224,14	-		
Повторений	2,00	634,54	-		
Вариантов	18,00	2213,87	122,99	3,22	1,90
Ошибки	36,00	1375,74	38,21		
Ошибка опыта	3,57				
Ошибка разности средних	5,05				
НСР для попарного сравнения		10,24			

## Приложение 22

Результаты дисперсионного анализа урожайных данных изучаемых линий кукурузы с тестером Кр 244 МВ, 2013 год

Варианты	Повторности			Среднее
	1	2	3	
Росс 299 МВ st	56,90	57,80	58,40	57,70
810947773/1-1-1-2-1	51,70	60,10	74,47	62,09
810947773/2-2-1-1-1	55,28	51,55	63,21	56,68
810947773/3-1-1-1-1	45,69	43,25	53,29	47,41
810947773/5-1-1-1-1	64,12	68,31	66,98	66,47
810947773/9-2-1-1-1	73,51	68,21	71,97	71,23
810947773/10-1-1-1-1	51,58	43,66	63,55	52,93
810773774/4-1-1-1-1	59,37	60,14	65,34	61,62
810773774/5-2-1-2-1	49,61	52,83	67,28	56,57
810773774/6-2-1-1-1	45,86	45,48	56,84	49,39
810773774/7-1-2-1-1	52,73	57,52	60,45	56,90
810773119/2-1-1-2-1	46,51	51,22	49,16	48,96
810773119/2-1-1-3-1	46,72	56,94	67,45	57,04
810773119/6-2-1-1-1	56,83	55,45	60,78	57,69
810773119/6-2-1-2-1	58,26	60,56	71,64	63,49
810773119/7-1-1-1-1	44,03	55,40	50,10	49,84
810773119/7-1-2-1-1	60,25	62,68	68,51	63,81
810773119/7-1-2-2-1	48,30	48,69	49,18	48,72
810773119/8-1-1-2-1	52,90	58,59	70,91	60,80

### Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	56,00	3984,56	-		
Повторений	2,00	922,11	-		
Вариантов	18,00	2379,55	132,20	6,97	1,90
Ошибки	36,00	682,90	18,97		
Ошибка опыта	2,51				
Ошибка разности средних	3,56				
НСР для попарного сравнения		7,21			

## Приложение 23

Результаты дисперсионного анализа урожайных данных изучаемых линий кукурузы с тестером Кр 717 МВ, 2013 год

Варианты	Повторности			Среднее
	1	2	3	
Росс 299 МВ st	56,90	57,80	58,90	57,70
810947773/1-1-1-2-1	49,03	58,70	79,09	62,27
810947773/2-2-1-1-1	53,28	57,90	50,29	53,83
810947773/3-1-1-1-1	73,86	71,49	74,80	73,38
810947773/5-1-1-1-1	53,75	65,27	61,05	60,03
810947773/9-2-1-1-1	50,02	58,83	59,91	56,25
810947773/10-1-1-1-1	52,38	52,48	63,16	56,01
810773774/4-1-1-1-1	52,54	50,52	54,08	52,38
810773774/5-2-1-2-1	56,75	58,96	71,30	62,34
810773774/6-2-1-1-1	55,00	49,37	58,01	54,13
810773774/7-1-2-1-1	53,99	55,38	67,41	58,93
810773119/2-1-1-2-1	48,63	51,77	50,53	50,31
810773119/2-1-1-3-1	47,89	50,75	48,46	49,03
810773119/6-2-1-1-1	66,61	64,99	76,13	69,24
810773119/6-2-1-2-1	47,27	45,92	55,56	49,58
810773119/7-1-1-1-1	50,11	48,76	60,67	53,18
810773119/7-1-2-1-1	54,64	47,67	53,28	51,86
810773119/7-1-2-2-1	45,86	42,39	53,66	47,31
810773119/8-1-1-2-1	60,13	63,90	71,65	65,22

### Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	df	SS	mS	F-расч	F-стан
Общая	56,00	4156,50	-		
Повторений	2,00	682,41	-		
Вариантов	18,00	2684,54	149,14	6,80	1,90
Ошибки	36,00	789,55	21,93		
Ошибка опыта	2,70				
Ошибка разности средних	3,82				
НСР для попарного сравнения		7,75			

## Приложение 24

Результаты ковариационного анализа урожайных данных изучаемых гибридов кукурузы, 2013 год

Дисперсия	df	SSурожая	SSраст	SSков	mS	F-крит	F-стан
Общая	170,00	12 403,94	21350,31	70,38			
Повторений	2,00	2 142,63	62,07	-314,29			
Вариантов	56,00	7 316,81	13600,31	265,08	130,66	4,93	1,45
Ошибки1	112,00	2 944,49	7 687,93	119,58	26,29		
Регрессия	1,00				1,86	0,07	3,93
Остаток 2	111,00	2 942,63			26,51		

Регрессия	0,02
Ошибка опыта, %	2,97
Ошибка разно- сти средних	4,20
НСР для по- парного срав- нения	8,33