

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

На правах рукописи

ВАРЛАМОВ ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

**ИЗУЧЕНИЕ НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ИНТЕГ-
ГРАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ СЕЛЕКЦИИ**

Специальность: 06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
кандидат с.-х. наук
А.В. Гульяшкин

Краснодар – 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ИЗУЧЕНИЕ НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ИНТЕГРАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ СЕЛЕКЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	8
1. Методы оценки новых самоопыленных линий кукурузы.....	8
1.1 Изучение общей и специфической комбинационной способности в системе топкроссных и диаллельных скрещиваний	8
1.2 Корреляционная зависимость количественных признаков структуры урожа.....	15
1.3 Использование метода кластерного анализа для идентификации новых самоопыленных линий кукурузы на принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы	19
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	22
2.1 Почвенно-климатическая характеристика условий проведения исследований	22
2.2 Исходный материал и методика проведения исследований.....	37
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА – ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ВЫСОКОУРОЖАЙНЫХ ГИБРИДОВ .	40
3.1 Классификация нового исходного материала – самоопыленных линий и те- стеров кукурузы	40
ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ, ПОЛУЧЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕСТИРОВАНИЯ НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ.....	61
4.1 Изучение общей комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы в системе топкроссных скрещиваний	61
4.2 Анализ специфической комбинационной способности новых самоопылен- ных линий кукурузы	71
4.3 Сравнительная характеристика основных хозяйственно-ценных признаков	

выделившихся тесткроссов	81
4.3.1 Характеристика морфо-биологических признаков лучших тесткроссов кукурузы.....	81
4.3.2 Оценка урожайности зерна тесткроссов.....	92
4.3.3 Уборочная влажность зерна тесткроссов	107
4.4 Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы.....	111
ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ СОРТОИСПЫТАНИЙ ПРОСТЫХ ГИБРИДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ В ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ.....	122
5.1 Характеристика основных селекционных признаков выделившихся простых гибридов.....	122
5.2 Оценка эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов в системе диаллельных скрещиваний	146
5.3 Корреляционный анализ селекционно-ценных признаков у самоопыленных линий и гибридов кукурузы	155
5.4 Идентификация новых самоопыленных линий кукурузы на принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы методом кластерного анализа	161
5.5 Экономическая оценка эффективности внедрения новых гибридов в производство.....	175
ВЫВОДЫ	179
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ.....	182
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	183
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	208

ВВЕДЕНИЕ

В мировом земледелии кукуруза играет ведущую роль благодаря своей высокой урожайности и широкому спектру использования в промышленности и сельском хозяйстве. Среди возделываемых растений кукуруза занимает первое место в мире по валовым сборам зерна и второе место по посевным площадям (по данным ФАО).

Возделывание кукурузы на Северном Кавказе, и в частности в Краснодарском крае, имеет свои особенности. Краснодарский край является одним из основных производителей семян гибридов кукурузы в Российской Федерации. Поэтому, вопросам, касающимся селекции и семеноводства этой культуры в крае уделяется большое внимание.

В связи с тем, что значительная часть посевов кукурузы в Российской Федерации находится в районах с коротким безморозным периодом, полноценный урожай зерна и качественного силоса в этих регионах можно получить лишь при выращивании раннеспелых гибридов. За последнее время селекционерами Краснодарского НИИСХ им. П.П.Лукияненко [149] и Всероссийского НИИ кукурузы [140] было создано большое количество раннеспелых гибридов, способных давать высокие урожаи зерна в широтах до 54 параллели. Тем не менее, современное производство ставит перед селекционерами новые задачи.

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

Таким образом, учитывая актуальность и высокую значимость данной проблемы, в отделе селекции и семеноводства кукурузы Краснодарского НИИСХ была проведена данная селекционная работа.

Цели и задачи исследований. Провести интегральную селекционную оценку новых самоопыленных линий и гибридов кукурузы по комплексу селек-

ционно ценных признаков на основе методов статистического анализа; отобрать новый исходный материал для дальнейшей селекционной работы по созданию высокогетерозисных гибридов кукурузы.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

- подобрать новый исходный материал (линии и гибриды кукурузы) и провести гибридизацию в системе топкроссных и диаллельных скрещиваний;
- изучить полученные тесткроссные гибриды по широкому спектру хозяйственно-ценных признаков;
- провести биометрический анализ основных количественных признаков гибридов и дать им селекционную оценку и применение;
- оценить адаптивные реакции новых гибридов кукурузы в различных природно-климатических условиях;
- определить общую и специфическую комбинационную способность новых линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» с целью подбора родительских пар для гибридизации при создании новых гетерозисных гибридов;
- провести комплексное изучение новых самоопыленных линий кукурузы по основным ценным количественным признакам элементов структуры урожая и установить корреляционные взаимосвязи между ними;
- методом кластерного анализа определить дивергентность самоопыленных линий и идентифицировать их на принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы;
- оценить экономическую эффективность возделывания новых раннеспелых гибридов кукурузы.

Научная новизна. В условиях центральной зоны Краснодарского края проведена работа по комплексной оценке совершенно нового исходного материала, идентификация его на принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы. С участием новых линий получены высокогетерозисные гибриды кукурузы, обладающие повышенной продуктивностью, низкой уборочной влажностью зерна и устойчивостью к стрессовым факторам среды.

Практическая значимость результатов исследований. Выделены новые самоопыленные линии кукурузы с высокой комбинационной способностью по урожайности зерна, обладающие ценными селекционными признаками и свойствами. Выделившиеся линии переданы в рабочую коллекцию отдела для включения в гибридизацию и последующей селекционной работы.

На основе лучших отобранных линий созданы раннеспелые гибриды с высокой урожайностью зерна и быстрой потерей влаги зерном при созревании. Оценены новые тестеры (простые гибриды) для дальнейшего использования в качестве родительских форм в трехлинейных гибридах. Часть гибридов прошла экологическое сортоиспытание, в результате чего выделены высокопластичные и стабильные формы для различных зон выращивания.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Характеристика выделившихся тесткроссов по основным хозяйственно-ценным признакам, оценка их экологической пластичности и стабильности.
2. Анализ комбинационной способности новых линий в системе топкроссных скрещиваний и использование лучших в дальнейшей селекционной работе.
3. Характеристика простых гибридов, полученных от диаллельных скрещиваний, по ценным количественным признакам.
4. Анализ эффектов специфической комбинационной способности новых гетерозисных пар, полученных в результате диаллельных скрещиваний.
5. Оценка нового исходного материала – линий кукурузы для селекции высокоурожайных гибридов.
6. Экономическая эффективность возделывания новых раннеспелых гибридов кукурузы.

Личный вклад автора. Автором подготовлена программа исследований, составлены схемы и ведомости экспериментов, заложены опыты, проведены не-

обходимые скрещивания и сортоиспытание полученного материала, выполнены сопутствующие наблюдения, промеры и учеты, проведена обработка данных, сделан анализ результатов, составлены научные отчеты, опубликованы статьи по теме диссертации, написаны диссертационная работа и автореферат.

Апробация работы и публикация результатов. Основные положения и результаты исследований докладывались на заседаниях методической комиссии отдела селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ «Краснодарский НИИСХ им. П.П.Лукьяненко», а также были представлены на международных и всероссийских научно-практических конференциях, в числе которых: всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых (г. Краснодар, 2015); международная научно-практическая конференция «Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России» (пос. Персиановский, Ростовская обл., 2012); Основные положения диссертации опубликованы в 8 научных статьях, в том числе 4 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 229 страницах, выполнена в компьютерном наборе и состоит из введения, пяти глав, выводов, предложений для селекции, списка использованной литературы и приложений.

Экспериментальные данные приведены в 103 таблицах, 32 рисунках и 41 приложении. Список использованной литературы содержит 237 источников, в том числе - 52 иностранных.

Глава 1. ИЗУЧЕНИЕ НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ИНТЕГРАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ СЕЛЕКЦИИ

1. Методы оценки новых самоопыленных линий кукурузы

1.1 Изучение общей и специфической комбинационной способности в системе топкроссных и диаллельных скрещиваний

Оценка комбинационной способности новых линий кукурузы является важным этапом всей селекционной работы. Одним из звеньев в создании высокогетерозисных гибридов кукурузы является оценка и подбор родительских линий по их комбинационной способности, то есть возможность этих родителей – самоопыленных линий кукурузы, давать гетерозисное потомство [16,124,161,162].

Дальнейшее совершенствование селекционной работы и успех создания высокоурожайных гибридов кукурузы зависит от качественного подбора родительских форм – линий кукурузы, обладающих высокой комбинационной способностью по урожайности зерна.

Важность подбора линий для проведения гибридизации отражали многие исследователи [171,179,196], именно определение комбинационной способности исходного материала – линий кукурузы позволяет существенно снизить объем работ по гибридизации. Сама возможность самоопыленной линии давать в скрещиваниях гетерозисное потомство является одной из основных оценок и характеристик самоопыленной линии.

Само понятие комбинационная способность возникло в ходе изучения гетерозиса у кукурузы Sprague G.F., Tatum L. A. в середине 20 столетия. Sprague G.F. были разработаны и первые теоретические основы и методы гетерозисной селекции кукурузы, важной частью которых является селекция на комбинационную способность [171,189,196,228].

Различают два типа комбинационной способности – общую и специфическую. Комбинационная способность это способность самоопыленной линии куку-

рузы при скрещивании с другой линией давать потомство в F_1 , отличающееся от условно принятого за норму выражения того или иного признака или свойства. Если гибрид окажется лучше по определенным показателям обоих родителей, то это свидетельствует об их высокой комбинационной способности. Определение комбинационной способности линий и сортов является важным этапом в селекции на гетерозис у многих сельскохозяйственных растений. Знание характеристики сортов по их комбинационной способности позволяет успешно вести подбор пар при скрещивании.

Под общей комбинационной способностью (ОКС) понимают способность самоопыленных линий кукурузы, определяемой средней величиной гетерозиса во всех исследованных гибридных комбинациях с участием этих линий, то есть выражает среднюю ценность линии в гибридных комбинациях. ОКС оценивается на основе полных или неполных диаллельных скрещиваний, методами топкросс, поликросс или свободного опыления [54,58,123,220].

Специфическая комбинационная способность (СКС) определяется лишь к конкретной родительской форме или генотипу, то есть СКС используют для характеристики отдельных комбинаций скрещивания, когда они оказываются хуже или лучше, чем предполагалось на основании среднего значения исследуемых родительских линий. Специфическая комбинационная способность (СКС) отдельной гибридной комбинации определяется отклонением величины признака этой комбинации от общей средней и суммы ОКС двух родительских линий [201,206,215].

Оценка новых линий кукурузы на ОКС предполагает отбор линий, дающих в скрещиваниях гибридные комбинации, обеспечившие урожайность зерна выше, чем их родительские формы и лучшие гибриды. Оценка линейного материала на СКС проводится для отбора конкретных гетерозисных пар линий, которые обеспечили получение высокоурожайного гибрида.

Считается, что если изучаемая линия имеет высокую ОКС и низкую СКС то, как правило, все полученные с ее участием гибриды будут иметь примерно одинаковый уровень данного признака. В то же время если высокий уровень ОКС

объединяется в линии с высокой СКС, то имеется возможность получения гибридных комбинаций с высоким или низким уровнем выраженности данного признака [205,211,234].

Принято считать, что ОКС обуславливается аддитивными эффектами генов, а СКС – эффектами доминантного и эпистатического взаимодействия генов. Ряд авторов [195,204] считают, что ОКС включает аддитивные эффекты генов и часть доминантных, в то время как СКС – неаддитивные эффекты генов. Данные выводы по комбинационной способности линий позволили создать программы математической оценки её путем применения метода диаллельных скрещиваний. Использование математических методов оценки комбинационной способности исходного материала не только ускоряет селекционный процесс, но и поднимает его на более высокую качественную ступень.

Оценка специфической комбинационной способности проводится только в топкроссах и диаллельных скрещиваниях. При определении СКС методом топкросса в качестве тестеров используют инбредные линии или простые гибриды с известной генетической основой [216,225,230].

В результате исследований многие авторы считают, что СКС более изменчива, чем ОКС. Таким образом, в большей степени зависит от зоны и года проведения испытания, то есть в значительной степени определяется взаимодействием генотип – среда.

Следует отметить, что при оценке новых линий на специфическую комбинационную способность полученные гибридные комбинации подлежат сортоиспытанию в различных экологических зонах и в течение более длительного периода, чем при оценке на ОКС.

В настоящее время для оценки новых самоопыленных линий кукурузы на комбинационную способность существует лишь один надежный путь – скрещивание линий с последующим испытанием гибридного потомства [31,32]. Такой способ оценки исходного материала - линий кукурузы, требует значительных затрат времени, труда, средств. Различные системы скрещивания, используемые в этих целях, представляют собой различные методы проверки комбинационной

способности. Для определения комбинационной способности линейного материала в зависимости от поставленных целей используют четыре схемы скрещивания: диаллельную, топкросс, поликросс и свободное опыление [84,88,160,178].

Традиционно в селекции кукурузы используются базовые схемы отбора на ОКС, разработанные Б. А. Гриффингом [196,218], которые основываются на диаллельных скрещиваниях и топкроссах. Тем не менее, ряд авторов предпочитают и другие методы [62,74].

Метод поликросса основан на множественных скрещиваниях, в основном у перекрестноопыляющихся растений, то есть одновременном переопылении каждого исследуемого образца (в данном случае - самоопыленной линии) пыльцой других образцов (линий). В результате оценки самоопыленных линий по методу поликросса, отбираются лучшие поликроссные синтетические (многолинейные) гибриды.

Лучшей формой поликросса остается метод свободного опыления, основанного на случайном опылении изучаемых линий, пыльцой растений любых линий имеющихся на поле, без предварительного отбора каких либо питомников [117,118,191].

Поликросс-тест зачастую рассматривается как метод отбора самоопыленных линий кукурузы на общую комбинационную способность, в результате которого удастся выделить генотипы, лучшие в анализируемой группе линий в основном на раннем этапе инбридинга.

Вместе с тем, в селекции линий методические аспекты вычисления ОКС по результатам поликросс-теста детализированы недостаточно.

Со временем методы оценки комбинационной способности линий упрощались без ущерба точности полученной информации. Описанный выше метод поликросса – самый простой из всех методов оценки. Однако данные, полученные с использованием методов топкросса и поликросса, имеют самую высокую корреляцию.

В свою очередь, более точный метод топкроссов в десятки раз сокращает объем по сравнению с методом парных скрещиваний.

Метод топкроссов широко используется при оценке комбинационной способности новых линий кукурузы. Основа метода состоит в том, что все исследуемые линии скрещиваются с общим тестером. В качестве тестера могут быть использованы линии, гибриды или сорта. Количество используемых тестеров определяется допустимыми объемами работ, но должно быть не менее двух. Для определения комбинационной способности самоопыленных линий, которые в дальнейшем будут использоваться в качестве материнской формы гибридов, в качестве тестеров используют линии восстановители фертильности с высокими значениями ОКС [1,139,142].

Для оценки самоопыленных линий, которые планируется использовать в гибридах в качестве отцовской формы, тестером могут служить стерильные аналоги линии с высокой ОКС.

Использование линий в качестве тестеров при оценке комбинационной способности - более трудоемкий процесс, так как при получении тесткроссов на линейных растениях нужно делать больше скрещиваний, чем на гибридных растениях. Однако использование линии в качестве тестера повышает результативность селекционной работы. В результате тестирования мы можем определить не только ОКС, но и выделить линии с высокой СКС и за одно тестирование получить перспективные высокогетерозисные и высокопродуктивные гибриды [178].

При использовании в качестве тестера простых гибридов и создании трехлинейных гибридов, возникает ситуация, когда появляется необходимость оценить по комбинационной способности простые невосстановленные гибриды, которые будут использованы в качестве материнской формы. В данном случае, представляется возможность оценить простые гибриды на комбинационную способность при помощи линий (с использованием соответствующих методик математической обработки данных).

Метод топкроссов менее трудоемок, тем более, если в качестве тестера использовать простой гибрид. В таком случае, для получения достаточного количества семян при скрещивании, необходимо всего несколько початков. Многие ис-

следователи используют метод топкроссов с применением тестера – простого гибрида в качестве оценки ОКС новых линий на ранних стадиях инбридинга.

Наиболее точно оценить комбинационную способность линий можно лишь в системе диаллельных скрещиваний. Суть метода диаллельных скрещиваний заключается в том, что лучшие самоопыленные линии, прошедшие предварительное тестирование и показавшие высокие значения ОКС, вовлекаются в гибридизацию между собой парами во всех возможных сочетаниях, то есть каждая линия должна быть скрещена со всеми остальными. При всестороннем анализе полученных гибридных комбинаций, определяется комбинационная способность каждой линии с последующим вовлечением лучших линий в селекционные программы по получению высокогетерозисных гибридов. Такой подход позволяет сократить объем селекционной работы и повысить целенаправленность исходного материала.

Диаллельные скрещивания – это довольно трудоемкая процедура, которая значительно усложняется при больших объемах селекционного материала. Поэтому, в диаллельные скрещивания включают линии на завершающих этапах селекционного процесса, уже прошедшие предварительное тестирование более простыми методами. Диаллельные скрещивания, кроме того, что позволяют получить более точные оценки комбинационной способности линий, позволяют выделить наиболее удачные комбинации их скрещиваний [8,11].

Первые работы по использованию метода диаллельных скрещиваний были проведены Спрегом и Тейтумом в 1942 году, дальнейшее развитие этот метод получил в разработках Гриффинга в 1954 году, а также использовался в работах Н.В. Турбина, Л.А. Тарутиной, Л.В. Хотылевой [162], которые предложили две математические модели дисперсионного анализа. Модель 1 используется при анализе экспериментального материала и рассматривается как фиксированный образец, состоящий из специально выбранных линий. В этом случае эффекты вариантов опытов и блоков постоянны. Модель 2 применяется в случаях, когда экспериментальный материал представлен случайно выбранными образцами из популяции.

Предложенные Гриффингом формулы до сих пор используются в селекционно-генетических исследованиях. Кроме оценки комбинационной способности, по ним можно охарактеризовать изменчивость и взаимодействие со средой.

Всего Гриффингом было выделено четыре варианта данного метода, отличающихся количеством используемых линий и полнотой схем скрещиваний: 1. Родительские формы, прямые и обратные скрещивания - P^2 комбинаций; 2. Родительские формы и прямые скрещивания - $P(P + 1)/2$ комбинаций; 3. Прямые и реципрочные скрещивания - $P(P - 1)$ комбинаций; 4. Только прямые скрещивания - $P(P - 1)/2$ комбинаций.

В нашей работе был использован четвертый вариант метода и во всех трех диаллельных схемах проводились только прямые скрещивания.

Охарактеризовав различные методы оценки комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы, необходимо подчеркнуть, что математический анализ материала в схеме диаллельных скрещиваний позволяет получить следующие показатели: фактический урожай гибридов F_j , варианты общей и специфической комбинационной способности для изучения признака в целом по опыту, эффекты ОКС и константы СКС конкретных линий и их сочетаний, варианты ОКС и СКС и их отношения для каждой изучаемой линии. Эти значения дают возможность оценить влияние аддитивных и неаддитивных генов, определить наследуемость изучаемого признака, предсказать направление использования линии и эффективность селекционной работы с отобранным материалом.

Вместе с тем, нельзя обойти вниманием тот факт, что, говоря о комбинационной способности линий, мы говорим о ее величине только в конкретном наборе инбредных линий, так как исключение даже одной линии из состава изучаемых, приводит к изменению оценок других [170].

1.2 Корреляционная зависимость количественных признаков структуры урожая

Корреляционный анализ находит широкое применение в исследованиях селекционеров, особенно в работе с исходным материалом. Это связано с возможностью выявления и объективной количественной оценки взаимосвязей между количественными признаками, что в свою очередь позволяет находить новые объективные закономерности их варьирования и на этой основе делать прогнозы уровня неизвестных либо сложных признаков по величине известных и более простых [45,164,186,194].

Одним из основных путей внедрения достижений генетики в селекцию является разработка основ генетики количественных полигенных признаков, в первую очередь признаков продуктивности. Частью теоретических основ селекции на протяжении всей ее истории было учение о корреляциях. Изучение связей между количественными признаками играет большую роль в селекционной работе, так как эти связи (корреляции) могут быть использованы при отборе желаемых сортов растений. Взаимосвязь признаков - необходимое условие существования любого организма [147,208,224] .

Однако в большинстве случаев, содержательная интерпретация результатов корреляционного анализа затрудняется многофакторностью формирования признаков: внешними условиями, генотипом организма, моментом наблюдения (стадией развития) и т.д.

В соответствии с основными типами биологической изменчивости признаков, принято различать следующие основные типы корреляций между ними:

Фенотипические - корреляции, определяемые в генетически гетерогенной популяции на экологически неоднородном фоне;

Экологические - корреляции, обусловленные влиянием экологических различий на генетически гомогенную популяцию, например, вегетативный клон или чистую линию;

Генотипические - корреляции, выявляемые на экологически однородном фоне в генетически гетерогенной популяции.

Очевидно, что содержательный корреляционный анализ возможен лишь при учёте эффектов отдельных факторов изменчивости.

Главным направлением в селекции кукурузы является создание высокогетерозисных гибридов, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков, таких как высокая урожайность, низкая уборочная влажность зерна, устойчивость к болезням и вредителям, засухоустойчивость, высокая специфическая адаптивность к стрессовым факторам среды.

Высокие требования, предъявляемые современным производством к коммерческим гибридам кукурузы, в свою очередь выдвигают перед селекционерами задачи повышения качества родительских форм гибридов – самоопыленных линий кукурузы [112,207,233].

В настоящее время самоопыленные линии кукурузы должны обладать комплексом качеств и признаков, на которые селекционеры не обращали внимание на начальных этапах селекции.

Высокие требования к качеству самоопыленных линий выдвигают на первый план работу с исходным материалом. Удачный выбор исходного материала в значительной мере предопределяет успех селекционной работы.

Создание селекционерами новых коммерческих простых гибридов и большая популярность их в производстве, делает очень важным вопрос продуктивности самоопыленных линий. Показатели продуктивности растений кукурузы всегда стояли на первых позициях при селекции, как гибридов, так и линейного материала [95,113,119,163]. Количественные признаки элементов продуктивности состоят из нескольких показателей – это высота растений, высота прикрепления початка, количество початков на растении, масса початка или вес зерна с початка. В этот перечень входят и признаки самого початка - это длина и диаметр початка, количество рядов зерен и зерен в ряду, масса 1000 зерен и выход зерна с початка. Система генетического контроля количественных признаков у кукурузы имеет сложную наследственную основу, поэтому при подборе исходного материала для

создания самоопыленных линий кукурузы очень важно учитывать эти взаимосвязи. Генетические исследования количественных признаков у кукурузы были начаты еще в начале 20 века. Больших успехов в этом направлении добились ученые таких исследовательских центров как: ВНИИР под руководством Г.Е.Шмараева [183], Л.В.Хотылевой в Белорусской Академии Наук [153], Соколовым в ВНИИК (Днепропетровск) [110,134], и во многих других учреждениях [23,93,143,166]. Таким образом, многие вопросы, связанные с проблемой исходного материала для селекции новых линий, успешно решены. В то же время остаются нерешенными вопросы создания исходного материала, сочетающего в себе необходимые признаки и свойства и создание на его основе линейного материала с подобными признаками.

В нашей работе мы рассматривали основные селекционные признаки гибридов и почти все количественные признаки линейного материала. В данном разделе мы кратко остановимся на исследованиях селекционеров по взаимосвязи количественных признаков, отраженных в научных изданиях.

Один из важнейших морфологических признаков кукурузы – высота растений. Именно высота растений коррелятивно связана со многими признаками: высотой прикрепления початка, облиственностью, полегаемостью, продуктивностью, а также комбинационной способностью [169,188,237]. В то же время, высота растений слабо коррелирует с количественными признаками. Высота прикрепления початка в значительной степени зависит от высоты растений, хотя связь между ними не высокая. В некоторых исследованиях отмечается изменчивость высоты от условий выращивания. В то же время коэффициент корреляции между этими признаками в разные годы очень высокий [219].

Величина початка является одним из важнейших количественных признаков кукурузного растения. В то же время, многие авторы утверждают о низкой генотипической и фенотипической корреляции длины и диаметра початка с высотой растения и его урожайностью ($r = 0,30$). Хотя при определенных условиях выращивания линий и гибридов кукурузы, признаки длина початка и его диаметр, имеют прямое влияние на их урожайность. Установлено, что признак «длина по-

чатка» сильно варьирует в зависимости от условий выращивания, тем не менее, признана зависимость его от генетической структуры. Таким образом, данное обстоятельство указывает на эффективность селекционного отбора в этом направлении [20].

О корреляционной зависимости длины початка с другими элементами структуры урожая существует противоречивая информация. Большинство авторов утверждают, что между длиной початка и другими элементами продуктивности (диаметр початка, число рядов зерен, число зерен на початке) наблюдается отрицательная корреляция. Именно этот факт и объясняет отсутствие достоверной связи между длиной початка и продуктивностью растения [193]. Подобные результаты были получены и по признаку «диаметр початка». Так, некоторые исследователи – С.П.Заика, Ю.В.Гудзь, Г.Я.Кривошеев, установили высокую положительную корреляцию между диаметром початка и урожаем зерна. Также была установлена положительная корреляция с признаками «количество рядов зерен» и «количество зерен в ряду». В то же время, многие исследователи утверждают об отсутствии положительной корреляции между диаметром початка и элементами структуры урожая и самим урожаем как самоопыленных линий, так и гибридов [21].

Признак «количество рядов зерен на початке» отличается от остальных признаков своей высокой стабильностью. Ряд авторов считает, что существует положительная корреляция между данным признаком и урожаем зерна, а также количественными признаками, элементами структуры урожая, но эта связь непостоянна и ее варьирование зависит от многих факторов. Однако имеются исследователи, которые утверждают об отсутствии какой либо положительной корреляции между признаком «количество рядов зерен на початке» и другими элементами структуры урожая. Более того, многие утверждают, что она даже отрицательна [21]. В итоге, большинство селекционеров пришли к выводу, что признак «количество рядов зерен на початке» не зависит и не оказывает никакого влияния на урожайность зерна и большинство его элементов, однако достоверно положительно влияет на количество зерен на початке.

Признак «количество зерен на початке» является одним из основных компонентов структуры урожая. На данный признак очень сильно влияют условия выращивания линий и гибридов кукурузы. Тем не менее, положительная корреляционная зависимость признака «количество зерен на початке» установлена лишь с количеством рядов зерен на початке. Взаимосвязь с остальными признаками была несущественной. Подобные выводы были сделаны и по признаку «масса 1000 зерен».

Таким образом, корреляционный анализ, проведенный для выявления закономерностей генетического контроля количественных признаков элементов структуры урожая, дает возможность целенаправленно вести отбор по тем или иным признакам в процессе создания новых самоопыленных линий кукурузы.

1.3 Использование метода кластерного анализа для идентификации новых самоопыленных линий кукурузы на принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы

Кластерный анализ – это метод классификационного анализа; его основное назначение – разбиение множества исследуемых объектов и признаков на однородные в некотором смысле группы, или кластеры. Это многомерный статистический метод, поэтому предполагается, что исходные данные могут быть значительного объема, то есть существенно большим может быть как количество объектов исследования (наблюдений), так и признаков, характеризующих эти объекты [50,59,98,287].

Кластерный анализ в селекционных исследованиях используется при изучении генетического родства, при изучении дифференциации, идентификации, создания баз данных сортов сельскохозяйственных культур на молекулярно-генетическом уровне [155,156].

Также, кластерный анализ позволяет проводить распределение гибридных растений F₂ в отдельные группы кластеров и отбора для дальнейшей работы с элитными растениями из групп кластеров, включающих признаки и индексы,

имеющие наиболее тесные корреляционные связи с продуктивностью, а также проведение рекуррентных индивидуальных отборов внутри частично гомозиготизированных селекционных линий F4-F6 [157].

В.В. Гарькавый во ВНИИЗК им. Калининко (г. Зерноград) с помощью кластерного анализа указал «точки роста» производства продукции кукурузоводства в Ростовской области. В данном случае, кластерный анализ позволил выделить оптимально однородные районы для более точного принятия управленческих решений с целью определения перспектив их развития. В принятии решений кластерный анализ играет ту же роль, что и классификация и систематизация, но выделяется тем, что это делается на основе более многообразной, обозримой и формализованной системы правил [24,67].

В лаборатории селекции кукурузы института растениеводства им. В.Я.Юрьева (г. Харьков) М.В.Капустян провел оценку новых самоопыленных линий кукурузы, полученных на основе различных гетерозисных групп плазм. Изучены 49 новых перспективных линий кукурузы различных генетических плазм по продуктивности и ее элементам. Доказана эффективность дифференциации самоопыленных линий кукурузы методом кластерного анализа по продуктивности и ее элементам в пределах зародышевых плазм. Определены пути формирования продуктивности у линий различного генетического происхождения. Установлено, что большая часть линий (63,2%) плазмы Ланкастер данной выборки имела среднюю продуктивность, сложившуюся за счет большого количества зерен на початке и средней массы 1000 зерен. Выделены источники хозяйственно-ценных признаков. По результатам тестерных скрещиваний выделены высокопродуктивные гибриды, которые включены в программу дальнейшего изучения в питомнике перспективных гибридов [60, 61,70,209].

С.Н.Новоселов в Кабардино-Балкарском НИИСХ использовал метод кластерного анализа для определения дивергенции между сестринскими самоопыленными линиями. В ходе исследований было установлено, что в процессе создания сестринских линий была достигнута дифференциация генетического материала [106, 235].

В последнее время метод кластерного анализа все чаще стал применяться в селекции кукурузы, в частности при идентификации новых самоопыленных линий по принадлежности к гетерозисной группе зародышевой плазмы. Так, в Селекционно-генетическом институте УААН (г. Одесса), группой селекционеров: В.М.Соколов, Б.Ф.Вареник, Д.В.Гужва, В.А.Трофимов, была разработана эффективная селекционная программа по классификации линий по гетерозисным группам зародышевой плазмы. Предложенная программа, основанная на методе кластерного анализа, позволяет эффективно проводить генотипическую классификацию исходного материала в целях практической селекции [29, 30,135,214].

Работы по идентификации новых самоопыленных линий кукурузы на принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы ведутся во многих селекционных учреждениях. Подавляющее большинство программ идентификации материала основаны на методе кластерного анализа. Подобные работы ведутся С.И.Мустьяца, С.И.Мистрец в НИИ кукурузы и сорго Республики Молдова [104]; Б.В. Дзюбецким, В.Ю. Черчель в НИИ Зернового хозяйства УААН (г.Днепропетровск) [41]; Н.М.Чекалин, В.Н.Тищенко в Полтавской ГАА [175]; В.И.Жужукин, Л.А. Гудова, в РосНИИСК «Россорго» (г.Саратов) [28,50] и многие зарубежные исследователи [202].

Опираясь на информацию, изложенную в научной литературе, в нашей работе были использованы основные приведенные методы оценки исходного материала. Результаты полученных данных изложены в основной части работы.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Почвенно-климатическая характеристика условий проведения исследований

Исследования проходили на экспериментальной базе ФГБНУ «Краснодарский Научно-Исследовательский Институт Сельского Хозяйства им. П.П.Лукьяненко» (г. Краснодар) в 2012-2015 годы. Экологическое испытание лучших выделившихся тесткроссов (30 номеров) проводили в 2013 году в условиях ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов); в Агрофирме «Отбор» (Прохладненский р-н, Кабардино-Балкарская Республика); в Институте Зернового Хозяйства УААН (г.Днепропетровск, Украина). В 2014 году экологическое испытание повторно провели в Агрофирме «Отбор» и в 2015 году в Агрофирме «Семеноводство Кубани» (ст. Ладожская, Краснодарский край).

Основные и наиболее объемные опыты проводились в 2012-2015 годах на экспериментальной базе Краснодарского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко (Краснодар), который находится в центральной почвенно-климатической зоне Краснодарского края.

Почва опытных участков - чернозём выщелоченный слабогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый. Гранулометрический состав по профилю однороден, количество глинистых частиц колеблется от 64 до 72%, из которых 38-42% составляют илистые частицы, песка почти нет [13].

Минералогический состав выщелоченных черноземов, сформировавшихся на лессовидных суглинках четвертичного периода, состоит в основном из минералов группы монтмориллонита и небольшого количества каолинита и кварца [127,128].

Структура почвы комковатая или комковато-зернистая. Объемная масса пахотного слоя 1,24-1,29 г/см³, в горизонте увеличивается до 1,4-1,6 г/см³. Общая

скважность составляет 50-53%, соотношение капиллярной и некапиллярной порозности 85:15 [129,130,152]. Выщелоченный чернозем имеет высокую водопроницаемость, гигроскопичность и наименьшую влагоемкость (НВ). Запасы продуктивной влаги в двухметровом горизонте почвы составляют 251-298 мм, или 34-41% от НВ. Влажность завядания в слое почвы 0-150 см колеблется от 16 до 17%, глубже – от 13 до 15%. Это свидетельствует о том, что выщелоченный чернозем способен длительное время в корнеобитаемом слое почвы удерживать значительное количество воды [151].

По содержанию гумуса почва относится к слабогумусной (менее 4,0% в пахотном слое), однако благодаря большой мощности гумусового слоя (150-180 см), его запасы достигают 500-700 т/га.

Выщелоченные черноземы имеют нейтральную реакцию почвенного раствора пахотного горизонта почвы ($pH_{вод}$ 6,8-7,2), сумма поглощенных оснований составляет 34,5-40,3 мг-экв./100г, из них 75-80% приходится на долю кальция [127].

Выщелоченные черноземы сравнительно богаты основными элементами питания. По данным Н.С. Кириченко [65], Е.С. Блажнего [12], Н.Е. Редькина [122], П.В. Носова [108] в пахотном слое почвы этих черноземов содержится 0,20-0,25% азота, 0,18-0,22% фосфора и 1,5-2,1% калия.

Несмотря на высокое содержание фосфора в корнеобитаемом слое почвы, выщелоченные черноземы характеризуются низким содержанием его подвижных форм. В одном килограмме почвы пахотного горизонта содержится 19-21 мг углекислорастворимых и 300-474 мг солянокислорастворимых фосфатов.

Выщелоченные черноземы характеризуются высоким содержанием обменного калия. В пахотном слое количество этой формы калия достигает 450 мг/кг почвы.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя выщелоченного чернозема на опытных участках в годы исследований была следующей: $pH_{вод}$ 6,6-6,8; $pH_{сол}$ 5,8-6,1; гидролитическая кислотность 4,8-5,9 мг-экв./100 г; сумма поглощенных оснований 31,8-33,2 мг-экв./100 г; содержание гумуса 3,18-3,34%; валов-

вого азота 0,18-0,19%, фосфора 0,17-0,18%, калия 0,8-1,7%; подвижного фосфора 18,7-24,5 и обменного калия 27,2-30,4 мг/100 г почвы.

Климат. Экспериментальная база Краснодарского НИИСХ расположена между зонами недостаточного и умеренного увлажнения. По данным метеопоста КНИИСХ и метеостанции «Круглик» эта зона по обеспеченности влагой в теплый период ($ГТК = 0,85$) относится к неустойчиво увлажненной [2].

Среднегодовое количество осадков равно 643 мм с колебаниями по годам от 500 до 750 мм и даже более. За вегетационный период в среднем выпадает 318 мм осадков, однако, распределение их по месяцам неравномерно. К весне глубина промачивания почвы достигает 2-х метров и более. Осадки являются главным источником воды в почве.

Среднегодовая температура воздуха составляет $10,8^{\circ}\text{C}$, сумма температур свыше 10°C - 3600 $^{\circ}\text{C}$.

Среднегодовая относительная влажность воздуха равна 74%. Наступление зимы наблюдается в конце ноября – начале декабря. Зима мягкая, со средней температурой $1,8^{\circ}\text{C}$ при абсолютном минимуме – 33°C . В связи с тем, что в течение зимы отмечаются частые оттепели, снежный покров неустойчив, а первое появление снега отмечается в первой декаде декабря.

Продолжительность весеннего периода 70-75 дней. Весна наступает в марте, а устойчивый переход среднесуточных температур через 10°C – в первой половине апреля. Особенностью температурного режима является быстрое нарастание температуры. Лето наступает в начале мая, обычно сухое и жаркое. Среднемесячная температура воздуха в июле равна $23,2^{\circ}\text{C}$, а максимум ее в отдельные часы дня может достигать 42°C .

Осенний период наступает в конце сентября. В первой половине осени стоит сухая и ясная погода, во второй - более влажная.

По количеству осадков большая часть края, включая значительную территорию равнинной части (особенно северные и северо-восточные районы) недостаточно увлажнена. Зона проведения опытов - то есть центральная часть края, характеризуется неустойчивостью увлажнения.

Летние осадки носят преимущественно ливневый характер. Всего за летний период их выпадает 200-300 мм. П.И. Броунов [14]; А.И. Будаговский [15]. Коэффициент увлажнения (КУ) Д.И. Шашко [182] показывает не только количество выпадающих осадков, но и их отношение к испаряемости, характеризует зону как достаточно увлажненную. При практическом использовании данного коэффициента увлажнения необходимо учитывать особенности, связанные с почвенным покровом, уровнем грунтовых вод и т. д. А.М. Алпатьев [4,5,6].

Таким образом, в центральных районах Краснодарского края, достаточно обеспеченных теплом, при выращивании основных сельскохозяйственных культур, одним из главных лимитирующих факторов является влага.

Метеорологические условия в годы проведения опытов (2012-2014гг.) были различны. Так, весна 2012 года была сухая и теплая, в апреле осадков выпало на 16 мм меньше среднемноголетних, к тому же они пришлись на первую половину апреля (Таблица 1). Первые две декады мая были также засушливы, дожди прошли лишь в конце мая (почти месячная норма).

Таблица 1 – Метеорологическая характеристика вегетационного периода по данным метеопоста Краснодарского НИИСХ (2012-2014 гг.)

Показатели	Годы исследований	Месяцы					За период
		апрель	май	июнь	июль	август	
Осадки, мм	2012	39,2	63,0	37,7	53,4	26,5	219,8
	2013	13,2	35,8	75,6	98,1	48,9	271,6
	2014	19,0	46,2	102,1	125,0	0,6	311,9
	Среднемного-летние	55,0	69,0	82,0	58,0	51,0	315,0
Температура воздуха, °С	2012	16,5	21,5	24,7	25,7	25,3	22,7
	2013	13,5	20,9	23,0	24,0	24,8	21,2
	2014	13,2	20,0	21,9	25,4	26,8	21,5
	Среднемного-летние	12,2	17,0	21,0	23,5	22,8	12,2

Посев кукурузы проходил 25 апреля, но в связи с отсутствием влаги в почве всходы получены только 7 мая, наблюдалась изреженность посевов.

Лето было жарким, превышение температуры на 2-4 оС, по сравнению со среднегодовыми данными, при крайне недостаточном обеспечении растений влагой. Так, в июле осадков выпало лишь половина нормы – в конце месяца. Август и сентябрь были также засушливыми, что отрицательно сказалось на наливе зерна кукурузы. В целом за вегетационный период 2012 год был крайне неблагоприятным для развития кукурузы. При более высоких дневных температурах, недобор влаги за период составил 96 мм от нормы.

Вегетационный период 2013 года характеризовался, как и предыдущий – теплой сухой весной с крайним недостатком осадков при всходах посевов. Так, за два весенних месяца, апрель и май, осадков выпало на 75 мм меньше среднегодовых данных (49мм вместо 124мм). Тем не менее, наличие влаги в почве и прошедшие дожди во второй декаде мая (30 мм), позволили получить хорошие ровные всходы в контрольном питомнике. Погодные условия в летние месяцы сложились благоприятно для развития кукурузы. Хотя температура воздуха в среднем была на 1-3 оС выше среднегодовых значений, осадки располагались равномерно в течение всего периода. Количество выпавших осадков в июне было близко к норме, а в июле превысило среднегодовые показатели на 40 мм (98,1 мм против 58 мм). Благоприятные погодные условия, сложившиеся в критические фазы развития кукурузы (опыление и налив зерна), положительно сыграли на формировании урожайности зерна экспериментальных гибридов. Сухой и теплый август и сентябрь позволили качественно провести уборку материала. В то же время, у гибридов позднеспелой группы наблюдалось снижение урожайности в связи с тем, что налив зерна у гибридов этой группы проходил в середине августа, при избытке тепла и недостатке влаги. Во второй декаде августа в течение нескольких дней были сильные ветры, носящие суховейный характер.

В целом 2013 год можно считать благоприятным для роста и развития растений кукурузы, особенно ее раннеспелых форм.

Вегетационный период 2014 года отличался крайне засушливой весной. Посев контрольного питомника проводился 22 апреля. В течение месяца осадков было всего 19 мм, что на 36 мм меньше среднемноголетних данных, температура воздуха была на 1 оС выше нормы. Таким образом, посев проходил в частично сухую почву. Осадки, выпавшие в мае месяце, хотя и были незначительными (46,2 мм против 69,0 - среднемноголетних), но прошедшие равномерно по декадам, выправили положение и позволили получить хорошие всходы. Июнь был теплым и дождливым, осадков выпало на 20 мм больше, чем среднемноголетних. В июле месяце средние температуры воздуха превышали норму на 2-4 оС, дожди носили ливневый характер. Всего за июль выпало 125 мм, что составило 215% к среднемноголетним. Август был жарким (температура воздуха на 3-5 оС выше нормы) и засушливым. За месяц выпало 0,6 мм осадков. Таким образом, 2014 год был наиболее благоприятен для развития кукурузы. Тем не менее, отсутствие осадков в августе и высокая воздушная температура не позволили сформировать достаточный урожай у позднеспелых форм.

Как видно из вышеприведенного, годы сортоиспытания экспериментальных гибридов были контрастными по погодным условиям. Так, климатические условия 2012 года характеризовались высокими температурами и крайним дефицитом влаги в критические периоды развития кукурузы, что отрицательно сказалось на формировании урожая зерна. Высокие температуры и избыток влаги в летние месяцы в 2014 году позволили гибридам сформировать потенциальный урожай зерна. По климатическим условиям этот год был наилучшим в наших исследованиях.

Метеорологические условия 2013 года носили промежуточный характер и в целом являлись благоприятными для выращивания кукурузы.

Начиная с 2013 года экспериментальные гибриды, выделившиеся при изучении в КНИИСХ в 2012 году, проходили экологическое изучение в различных климатических зонах.

Экологическое испытание новых гибридов в 2013 году проводилось в почвенно-климатических условиях ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», расположенного

в центральной зоне Поволжья (г. Саратов). Исследования проводились на опытном поле института.

Опытное поле представляет собой равнину с уклоном на юго–восток (уклон составляет $0,005^0$). Встречаются отдельные ложбины площадью не более 200 м^2 . Ландшафт плакорно–равнинный (план внутрихозяйственного устройства).

Почва опытного поля представлена слабовыщелоченным южным чернозёмом, среднесуглинистым по механическому составу. В слое 0-40 см содержится 3,3-3,9% гумуса. По содержанию питательных веществ почва относится к среднеобеспеченным. Так, нитратного азота в ней содержится 3,6-4,5 мг на 100 г почвы, доступного фосфора (по Мачигину) – 3,3-4,0 мг, растворимого калия (по Масловой) – 16-22 мг. То есть, почва опытного поля является типичной для зоны сухих чернозёмных степей Юго-Востока России.

Морфологические данные этих почв следующие: горизонт А – 45 см, тёмно-серый, пылевато-крупнокомковатый, плотный, от действия HCl не вскипает. Переход в горизонт В постепенный. Горизонт В – 38 см, вскипает на глубине 73 см. Южные чернозёмы малогумусные, обеспеченность их фосфором – низкая, калием и азотом – высокая.

Водно-физические свойства метрового слоя почвы характеризуются следующими данными: объёмный вес – $1,21 \text{ г/см}^3$. Предельная полевая влагоёмкость (ППВ) – 25,7% от массы сухой почвы, влажность завядания – 13,3%.

Таблица 2 - Содержание гумуса и питательных веществ в чернозёмных почвах, г. Саратов.

Глубина, см	Гумус, %	в мг на 100 г почвы		
		фосфор усвоя- емый	калий подвижный	азот гидролизуемый
0–14	5,07	3,96	23,0	13,58
30–40	2,93	1,55	14,0	12,18

Обменная способность основных типов почв составляет 17–30 мг/эквивалент на 100 г почвы. В составе поглощённых оснований преобладает Са (75-82%).

Сумма поглощённых оснований составляет 26,2 – 29,9 мг/экв. на 100 г почвы, рН водной вытяжки равняется 6,7-6,9.

Содержание глинистых фракций менее 0,01 мм – 34,4%. Из-за низкого содержания органического вещества и слабой выщелоченности гумусового горизонта структура почвы слабая, маловодопрочная, легко распадается, образует на поверхности корку.

В целом, почвы опытного поля «Россорго» позволяют выращивать довольно высокие урожаи всех сельскохозяйственных культур.

Климатические условия. Саратовская область находится в зоне с ярко выраженным континентальным климатом, для которого характерно жаркое сухое лето и холодная, малоснежная зима. Сумма активных температур (выше 10 °С) составляет 2500–2700 °С [3].

Температура самого холодного месяца в году (февраль) – 11,4 °С, а самого жаркого (июль) +21,4 °С. Начиная с апреля, температура быстро нарастает и приводит к иссушению пахотного горизонта почвы, поэтому весенние полевые работы должны проводиться в оптимальные и предельно сжатые сроки. Сильный вред наносит весенняя засуха, когда высокие дневные температуры и небольшая относительная влажность воздуха приводит к интенсивному испарению и быстрому высыханию верхнего слоя почвы.

Продолжительность безморозного периода составляет 161 день, с колебаниями по годам от 119 до 195 дней. Весенние заморозки возможны до первой декады июня, но чаще всего они прекращаются в первой декаде мая. Наступление осенних заморозков возможно с третьей декады августа, но по средним многолетним данным наибольшая вероятность их наступления попадает на третью декаду сентября.

Преобладающие юго-восточные ветры приносят с собой летом сухие и горячие воздушные массы пустынь, а зимой - холодный воздух Сибири. Западные

ветры приносят с собой циклоны. Влажный воздух Атлантики вызывает понижение температуры воздуха и выпадения осадков. По средним многолетним данным за период с мая по сентябрь выпадает 170 мм осадков, за год – 391 мм. Но в отдельные годы за вегетационный период осадков выпадает гораздо меньше нормы, что отрицательно сказывается на росте и развитии растений.

По данным АМС Саратова, поступление солнечной энергии за теплый период в среднем составляет 356 кДж/см, приход суммарной радиации для зоны проведения опытов носит довольно устойчивый характер. Месячные суммы фотосинтетически активной радиации, и её поступление в течение теплого периода года, также как и суммарной радиации отмечаются в летние месяцы. Основным источником влаги являются атмосферные осадки, среднегодовая норма которых 391 мм, запас продуктивной влаги в слое почвы 0 - 100 см весной в момент перехода среднемесячной температуры через +5 °С равен 125 - 150 мм. В период прекращения вегетации выпадает 70-80 мм осадков. Снежный покров устанавливается в третьей декаде ноября. Его высота 27-32 см.

Районы области различаются по количеству осадков. В Правобережье их 400 - 550 мм, Левобережье – 300-350 мм, на крайнем Юго - Востоке - 250 мм.

Таблица 3 – Метеорологическая характеристика вегетационного периода по данным ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (Саратов, 2013г.)

Показатели	Годы Изучения	Месяц					За пе- риод
		апрель	май	июнь	июль	Август	
Осадки, мм	2013	31,0	44,0	141,0	37,0	11,0	264,0
	Средненого- летние	29,0	43,0	45,0	51,0	44,0	212,0
Темпера- тура воздуха, °С	2013	9,6	19,6	20,9	21,3	21,4	18,6
	Средненого- летние	6,6	15,0	19,4	21,4	19,9	16,5

Метеорологические условия проведения опытов в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов) за 2013 г представлены в таблице 3.

Метеорологические условия 2013 года отличались от среднемноголетних данных более влажным летом. В июне осадков выпало на 96 мм больше нормы, такое количество осадков до цветения кукурузы положительно отразилось на урожайности зерна изучаемых гибридов. Более того, запас влаги обеспечил благоприятные условия для цветения кукурузы в период засухи в июле месяце. Налив кукурузы пришелся на сухой июль и крайне засушливый август. В августе осадков выпало всего 11 мм. В целом за сезон осадков было на 50 мм больше нормы.

Еще одним пунктом экологического испытания выделившихся гибридов в 2013 году был Институт Зернового Хозяйства Украинской Академии Аграрных Наук. Изучение гибридов проводилось в опытном хозяйстве Института, расположенном в северной степи Украины [10,63,111]. Территория хозяйства расположена на правом берегу реки Днепр в Юго-Восточной части Приднепровской возвышенности (130-140 м над уровнем моря). Климат этой зоны умеренно-теплый с неустойчивым увлажнением. По многолетним данным Днепропетровской гидрометеообсерватории средняя годовая температура составляет 8,4 °С, а годовая сумма атмосферных осадков равна 472 мм, причем основная часть осадков – 68% выпадает в течение теплого периода (апрель-сентябрь). Дожди, в основном, имеют ливневый характер, что значительно снижает их эффективность и, принимая во внимание испарение с поверхности почвы, лишь около 30% осадков используется растениями. Сумма годовых активных температур в районе опытного хозяйства в среднем равна 2892 °С. Продолжительность безморозного периода составляет 165-170 дней, что является вполне достаточным для вегетации кукурузы. Господствующие ветры – юго-восточные, сухие. Сильные ветры (со скоростью 10-20 м/с), бывают в среднем 15-20 дней в году, вызывая снижение урожая полевых культур.

Грунтовые воды залегают на глубине 8-12 м и глубже. По данным лаборатории агрохимии НИИЗХ [18], почвенный покров участка, где проводились исследования, представлен черноземом обыкновенным малогумусным. Мощность гумусового горизонта 64 см. Морфологическая структура его следующая. От 0 до

24 см залегает плохо комковатый гумусный пахотный горизонт. Далее, до глубины 40 см идет зернисто-комковатый подпахотный гумусовый горизонт. До глубины 65-80 см залегает переходный гумусовый горизонт, расположенный на карбонатном лессе – материнской породе этих почв. Механический состав почвы среднесуглинистый с содержанием физической глины 34 - 40% и илистых частиц – 24-25%. По профилю механический состав неоднороден: до 100-120 см наблюдается снижение количества физической глины, затем до 360-400 см – заметное увеличение. Содержание гумуса в слое 0-30 см 3,57 - 3,83%, запасы гумуса в метровом слое – 359 т/га.

Содержание валового азота в пахотном слое невысокое (0,18-0,23%), а в более глубоких слоях его количество постепенно уменьшается. Подвижного фосфора достаточное количество (100-150 мг/кг P_2O_5). Валовое содержание фосфора в слое 0-80 см – 0,12-0,13%, запас в метровом слое -15,9 т/га. Обеспеченность почв калием высокая – 200-300 мг/кг K_2O .

Реакция почвенного раствора в гумусовом горизонте близка к нейтральной (рН водной суспензии находится в пределах 6,75-7,29). Сложение верхних (0-60 см) горизонтов – рыхлое. Удельный вес почвы 2,62 - 2,66 г/см³, объемный вес небольшой – 1,17 - 1,29 г/см³.

Таблица 4 – Метеорологическая характеристика вегетационного периода по данным НИИЗХ УААН (Днепропетровск, 2013 г.)

Показатели	Годы Изучения	Месяц					За пе- риод
		май	июнь	июль	август	сент.	
Осадки, мм	2013	51,8	89,4	52,4	12,0	16,7	222,3
	Средненого- летние	45,0	64,0	53,0	44,0	30,0	236,0
Темпера- тура воздуха, °С	2013	14,3	19,3	20,7	23,4	14,4	18,4
	Средненого- летние	16,3	19,2	22,2	21,1	15,4	18,8

Влажность устойчивого завядания невысокая, и в метровом слое ее значение не выходит за пределы 9,9 - 11,2%.

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

Метеорологические условия за 2013 год проведения опытов в условиях НИИЗХ УААН (г. Днепропетровск, Украина) представлены в таблице 4.

Посев опытов в Днепропетровске проводился в мае месяце, уборка - в середине сентября. В целом, 2013 год не отличался по погодным условиям от среднеемноголетних данных. Весна была сухая и только в конце мая месяца выпала месячная норма осадков. Июнь и июль по климатическим условиям соответствовали среднеемноголетним значениям. Август и сентябрь отличались малым количеством осадков, что отрицательно сказалось на наливе зерна.

В 2013-2014 годах экологическое испытание тесткроссов проводилось в Агрофирме «Отбор», расположенной в Прохладненском районе Кабардино-Балкарской Республики [167,168].

Территория землепользования Агрофирмы «Отбор» расположена в степной зоне КБР на слабоволнистой равнине. Климат – континентальный, засушливый. Сумма активных температур 3000-3200 °С. Среднеемноголетнее количество осадков варьирует в пределах 350-400 мм.

В конце марта среднесуточная температура воздуха переходит через +5 °С. В среднем в середине апреля прекращаются заморозки. Безморозный период длится до конца октября и составляет 180-190 дней. В течение года часты сильные ветры, которые в июне–июле носят суховейный характер.

Почва – среднемошный, карбонатный чернозем. По механическому составу тяжелосуглинистая, малогумусная. Содержание гумуса низкое – 3,7%. Содержание азота (NO₃) среднее – 13,2 мг/кг; подвижного фосфора (P₂O₅, по методу Мачигина) – повышенное 33 мг/кг; обменного калия (K₂O, по методу Мачигина) – среднее 220 мг/кг. Почва просадочная, частично подвержена водной эрозии. Фитосанитарное состояние – хорошее.

Метеорологические условия в Агрофирме «Отбор» в годы проведения опытов представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Метеорологическая характеристика вегетационного периода по данным Прохладненского метеопоста (Кабардино-Балкарская Республика) (2013-2014 гг.)

Показатели	Годы Изучения	Месяц					За пе- риод
		апрель	май	июнь	июль	август	
Осадки, мм	2013	23,8	45,4	94,2	46,5	53,3	263,2
	2014	56,0	90,0	48,0	57,8	12,5	264,3
	Средненого- летние	40,0	67,0	80,0	61,0	53,0	301,0
Температура воздуха, °C	2013	12,4	19,0	22,4	23,8	22,8	20,1
	2014	10,8	18,9	21,8	24,2	26,2	20,4
	Средненого- летние	11,4	16,3	20,8	23,6	22,6	18,9

Климатические условия 2013 года характеризовались недостатком осадков в весенние месяцы апрель - май (недобор влаги за два месяца -37,8 мм от нормы). В то же время, температура воздуха была на 1-3 °C выше, чем средненоголетние данные. Всходы растений были получены ровные, а обильные дожди июня месяца позволили сформировать полноценные, хорошие посевы кукурузы. В течение месяца выпало 94,2 мм, что выше средненоголетних показателей.

Условия июля и августа в целом не отличались от нормы, что дало возможность сформировать полноценный урожай зерна.

Метеорологические условия 2014 года отличались избытком влаги в весенние месяцы (апрель-май) и нехваткой влаги в течение всего лета на фоне более высоких температур воздуха. Особенно пострадали от недостатка влаги позднеспелые формы, так как их налив зерна пришелся на крайне засушливый август.

В целом за два года изучения в агрофирме «Отбор» погодные условия складывались благоприятно для выращивания кукурузы. В связи с тем, что наши гибриды относились к раннеспелой и среднеранней группам спелости, отрицательные моменты осенней засухи не отразились на их урожайности зерна.

В 2015 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 [129].

Центральная подзона отличается ровным рельефом, с небольшими балками и уклонами местности, которые колеблются от 1 до 8°. 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 °C), которые часто повторяются и вызывают сход снега. Среднегодовая температура в Усть-Лабинском районе 10-11 °C, самого холодного месяца января составляет -3 °C, а самого теплого июля 30-35 °C. Наиболее низкая температура в отдельные годы составляет -20...-25°C (январь-февраль), наиболее высокая поднимается до 38-41 °C (июль-август).

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

Метеорологические условия за 2015 год проведения опытов в условиях Усть-Лабинского района представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Метеорологическая характеристика вегетационного периода по данным ООО «НПО «Семеноводство Кубани» (2015 г.)

Показатели	Годы Изучения	Месяц					За период
		апрель	май	июнь	июль	август	
Осадки, мм	2015	55,0	105,0	50,0	16,0	5,0	231,0
	Средненого- летние	43,0	57,0	61,0	61,0	47,0	269,0
Температура воздуха, °С	2015	10,3	17,2	21,7	24,5	25,8	19,9
	Средненого- летние	10,4	16,6	20,2	23,2	22,8	18,6

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

В качестве исходного материала для проведения работы были взяты 80 самоопыленных новых линий, созданных ранее в отделе селекции и семеноводства кукурузы КНИИСХ.

При создании тесткроссов, в качестве тестеров-анализаторов были использованы простые гибриды, различные по вегетационному периоду и относящиеся к различным группам зародышевой плазмы. Всего было взято 15 тестеров, которые были дифференцированы на 7 блоков, в зависимости от их генетического происхождения. В результате гибридизации линий и тестеров были получены тесткроссы, причем каждая линия скрещивалась не менее чем с двумя тестерами, данное обстоятельство дало возможность более точного определения комбинационной способности изучаемых линий. Все скрещивания были проведены в селекционном питомнике в 2011 г., всего получено 299 тесткроссов.

Кроме тестирования линий, нами были проведены диаллельные скрещивания (ДС) по трем диаллельным схемам. Всего от диаллельных скрещиваний получено 128 простых гибридов.

Сортоиспытание полученных тесткроссов (трехлинейных гибридов) и простых гибридов от диаллельных скрещиваний проходило в контрольном питомнике отдела. Агротехнические приемы при выращивании кукурузы были общепринятыми для данной зоны исследований и соответствовали рекомендациям, изложенным в Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [96] и Методике полевых опытов с кукурузой ВНИИ кукурузы [97].

Подготовка почвы с осени включала в себя несколько приемов: дискование стерни после уборки сои, внесение удобрений ($N_{60} P_{60} K_{60}$ д.в. на 1 га) с последующей вспашкой на глубину 25-30 см. Поздней осенью проводится выравнивание поля дисками. В апреле месяце при наступлении физической спелости почвы проводили обработку почвы культиватором.

За неделю до посева вносили почвенный гербицид Харнес, в количестве 2 л/га, который заделывали в почву при предпосевной культивации. В дальнейшем при появлении сорняков, в фазе 3-5 листьев культуры, вносили послевсходовый гербицид Майстер в количестве 0,15 л/га. Дальнейший уход за посевами заключался в проведении междурядной культивации с одновременной подкормкой аммиачной селитрой в количестве 30 кг/га действующего вещества. Непосредственно перед посевом было проведено маркирование поля и деление участка на ярусы, состоящие из делянок длиной 7 м и площадью 9,8 м. кв. дорожки между ярусами составляли 2,1 м.

Посев делянок проводился при прогревании почвы на глубину заделки семян 8-10 см. (вторая декада апреля) селекционной сеялкой Wintersteiger monoseed DT, площадь делянки 9,8 м кв., повторность трехкратная, в блоках номера размещались рендомизированно. Новые гибриды высевались в контрольном питомнике, стандартами служили районированные гибриды селекции КНИИСХ: двойной межлинейный гибрид раннеспелого типа - Краснодарский 194 МВ (ФАО 190) и простой модифицированный гибрид среднераннего типа - Краснодарский 291АМВ (ФАО 280).

Во всех питомниках (селекционном и контрольном) проводились все необходимые фенологические наблюдения - отмечали дату посева, появления всходов, цветения метелок и початков кукурузы. Для определения вегетационного периода материала определялись такие показатели, как длина периода всходы-цветение початков, всходы-цветение метелок, уборочная влажность зерна. В течение всего вегетационного периода делались учеты: количество растений перед уборкой, процент полегших и сломанных растений к моменту уборки, процент растений, пораженных пузырьчатой головней. Биометрические измерения включали в себя определение высоты растений и высоты прикрепления початка, длины и диаметра початка, количества рядов зерен и зерен в ряду, массы 1000 зерен, веса зерна с початка. Измерения и подсчеты проводились на 10 растениях в трехкратной повторности.

Учеты, промеры и наблюдения проводились согласно методике полевых опытов с кукурузой ВНИИ кукурузы [97].

Уборка новых самоопыленных линий в селекционном питомнике проходила вручную с последующим проведением всех необходимых промеров. Уборка гибридов в контрольном питомнике проводилась с помощью селекционного комбайна Wintersteiger Delta с одновременным взвешиванием зерна с делянки и определением уборочной влажности. Для определения урожайности зерна, полученные данные пересчитывали на гектар при 14% влажности.

Для определения существенности различий по изучаемым признакам, а также расчеты коэффициентов их варьирования и корреляции, полученные опытные данные были обработаны различными методами статистического анализа по В.Г.Вольфу, Б.А.Доспехову [44]. Оценка комбинационной способности новых самоопыленных линий в системе топкроссов проводилась по В.К.Савченко [123]. Результаты экологической пластичности и стабильности тесткроссов, прошедших экологическое сортоиспытание, определяли согласно методике S.A. Eberhart и W.A. Russell [192].

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА – ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ВЫСОКОУРОЖАЙНЫХ ГИБРИДОВ

3.1 Классификация нового исходного материала – самоопыленных линий и тестеров кукурузы

Результативность и успехи по созданию новых высокопродуктивных гибридов кукурузы, отвечающих требованиям сельскохозяйственного производства, в огромной степени зависят от исходного материала, участвующего в скрещиваниях [103,145,146,150]. А. Troyer в своих работах отмечал, что результативность селекционных программ по созданию новых линий кукурузы, обладающих селекционно-ценными признаками и высокой комбинационной способностью на продуктивность в гибридах, зависит в первую очередь от генетической ценности исходного материала [33,192,232].

При создании раннеспелого исходного материала селекционеры сталкиваются со многими проблемами и одна из них – это проблема генетического обеднения основы зародышевой плазмы кукурузы. Принимая во внимание актуальность и своевременность данных исследований, в отделе была начата работа по созданию нового раннеспелого и среднераннего исходного материала - самоопыленных линий кукурузы. Данная работа являлась частью больших исследований, проводимых в отделе, и в основном включала в себя этап оценки и отбора уже полученного материала.

В работу были вовлечены 80 новых самоопыленных линий 5-6 самоопыления, прошедших предварительный отбор и браковку по ряду признаков. Принимая во внимание то, что при создании линий, в большинстве своем, в скрещиваниях использовался материал с известной родословной, а также учитывая фенотипические отличия, нами проведена генотипическая классификация линий относительно гетерозисных групп зародышевой плазмы. Таким образом, нами установлено, что весь изучаемый материал принадлежит к следующим гетерозисным

группам: Айодент, Стиф Сток Синтетик, Ланкастер, Европейская кремнистая (Mindszenpuszta), Лакон, производные экзотических рас, Т-22 и Р-502 (Таблица 7).

Как видно из таблицы, приведенные линии в основном охватывают весь генетический потенциал кукурузы по отношению к гетерозисным группам зародышевой плазмы.

Таблица 7 - Классификация новых самоопыленных линий кукурузы в зависимости от гетерозисной группы зародышевой плазмы

Название линий	Гетерозисная группа	Условное обозначение	Количество линий
Л036; Л0130; Л0136; Л0337; Л0402; Л0454; Л0608; Л0609; Л0612; Л0614; Л0622; Л0703; Л0814; Л0817; Л0818; S-15; S-16; S-19; S-35	Iodent	I	19
Л032; Л0123; Л0306; Л0307; Л0309; Л0315; Л0319; Л0328; Л0332; Л0389; Л0451; Л0460; Л0462; Л0467; Л0600; Л0602; Л0619; Л0640; Л0680; Л0706; Л0707/1; Л0825	Lancaster	L	22
Л0112; Л0340; Л0369; Л0404; Л0479; Л0480; Л0480/2; Л0489; Л0601; Л0610; Л0613; Л0681; Л0682; Л0705; Л0707; Л0807; Л0808; Л0823	Stiff Stalk Synthetic	SSS	18
Л015; Л0120; Л0317; Л0361; Л0604; Л0605; Л0606; Л0671	Mindszenpuszta	M	8
Л0150; Л0357	P502	P502	2
Л0399; Л0407	Lacaune	Lac	2
Л0300	T-22	T-22	1
Л0334; Л0419; Л0805; DA195; DA232; DA252; DA274; DA279	Экзотические расы	R	8

Многочисленная группа линий - 19 образцов, принадлежит к зародышевой плазме Айодент. Данная группа происходит из свободноопыляемого сорта Iodent, выращиваемого в кукурузном поясе США. Самоопыленные линии кукурузы, относящиеся к гетерозисной группе Айодент, характеризуются зубовидным зерном, в большинстве своем среднеспелые с початком средней величины. Линии этой ге-

терозисной группы проявляют высокий гетерозис при скрещивании с линиями Миндзенпуста и Ланкастер. Особенностью линий группы Айодент является их устойчивость к полеганию, а также к основным вредителям и болезням [159,227].

Следующая большая группа новых самоопыленных линий (22 образца) относится к гетерозисной группе Ланкастер. Группа также происходит из свободноопыляемого сорта Lancaster Sure Crop, выращиваемого в кукурузном поясе США. Линии данной группы обладают высокой комбинационной способностью, в основном средне и позднеспелые, растения высокорослые, початок длинный. Устойчивы к основным болезням кукурузы. Линии адаптированы к жестким экологическим условиям со значительным недобором осадков и повышенными температурами в период вегетации. Линии группы Ланкастер активно используются в селекции на жаро- и засухоустойчивость, скороспелость, как доноры высокой комбинационной способности [37,41,86]. Линии группы Ланкастер проявляют гетерозис при скрещивании с линиями группы Стиф Сток Синтетик, Айодент.

Следующая гетерозисная группа, присутствующая в наших исследованиях - группа Миндзенпуста, состоящая из европейской зародышевой плазмы, большей частью происходящей из венгерского свободноопыляемого сорта. В основном линии этой плазмы относятся к среднеспелой группе, растения низкорослые, початок короткий, зерно кремнистое. Большинство линий этой группы неустойчивы к полеганию стебля, а также мало устойчивы к различного рода гнилям и пузырчатой головне.

Линии этой группы отличаются высоким гетерозисом при скрещиваниях с линиями группы Айодент. В нашей коллекции новых линий к данной группе относятся 8 образцов.

Гетерозисная группа Рейд, происходит из свободноопыляемого сорта Reid Yellow Dent, выращиваемого в кукурузном поясе США. В пределах данной группы обособлен синтетик (Стиф Сток Синтетик), являющийся родоначальником известнейших линий кукурузы. Линии этой плазмы отличаются высокорослыми растениями, початок средний, зерно зубовидное. Линии данной группы проявля-

ют высокий гетерозис при скрещивании с линиями группы Ланкастер. В нашей коллекции находится 18 образцов данной гетерозисной группы.

Кроме основных гетерозисных групп, выделено несколько разновидностей и подгрупп. Так, 5 линий нашей коллекции можно отнести к таким подгруппам: P502; Лас; Т-22; R. Из этой группы можно выделить линию Л0300, отнесенную к гетерозисной группе Т-22. Эта группа происходит из материала родственного болгарским линиям Т-22, Т-23. Линии раннеспелые, растения высокорослые, початок крупный, зерно очень крупное зубовидное или полузубовидное. Недостаток этой группы - линии плохо отдают влагу зерном при созревании. При гибридизации линии хорошо комбинируют с материалом из плазмы Айодент.

Еще две линии - Л0357 и Л0150 предположительно отнесены к гетерозисной группе Р-502. К этой гетерозисной группе относятся раннеспелые линии. Растения среднерослые, початок средней величины, зерно зубовидное. Линии этой гетерозисной группы обладают признаком быстрой отдачи влаги зерном при созревании. В скрещиваниях хорошо комбинирует с гетерозисными группами Р-346, Ланкастер.

Таким образом, проанализировав исходный материал, можно заключить, что самоопыленные линии кукурузы, протестированные и отобранные на основе тесткроссов, обладают большим разнообразием. Имеющиеся новые линии принадлежат ко всем основным группам зародышевой плазмы. Более того, необходимо отметить то обстоятельство, что среди выделившихся линий представлены все основные гетерозисные группы.

Как уже отмечалось выше, для более точной классификации новых линий и оценки их комбинационной способности было проведено тестирование всего набора на тестеры-анализаторы. В качестве тестеров были взяты перспективные простые гибриды различного генетического происхождения (Таблица 8).

Весь набор новых линий был поделен нами по группам спелости на раннеспелую и среднераннюю, причем деление это было больше символичным. В связи с тем, что в работу были взяты новые, еще не изученные линии, то и деление

Таблица 8 - Классификация тестеров кукурузы в зависимости от гетерозисной группы зародышевой плазмы

Название тестера	Комбинация гетерозисной группы
(Л031хЛ226); (Л0130хЛ0112); (Л0159хЛ0225); (Кр651хЛ226)	(I x L)
(Л0159хЛ0800); (Л0229хЛ0800)	(I x SSS)
(Л0159хЛ0805)	(I x M)
(Л0228хЛ0811); (Л0228хЛ0812)	(L x M)
(Л0192хЛ07/1)	(SSS x L)
(Л098хЛ0800); (Л0228хЛ0800)	(L x SSS)
(Л098хКр651); (Л098хЛ0818); (Л0812хЛ030)	(L x I)

Таблица 9 - Характеристика новых самоопыленных линий кукурузы по группам спелости

Название линии	Группа Спелости	Дней от всходов до цветения початка	Количество линий
Л032; Л036; Л0112; Л0120; Л0123; Л0130; Л0136; Л0300; Л0306; Л0307; Л0309; Л0313; Л0317; Л0332; Л0337; Л0340; Л0357; Л0361; Л0369; Л0389; Л0399; Л0402; Л0404; Л0407; Л0419; Л0451; Л0454; Л0460; Л0462; Л0467; Л0479; Л0480; Л0480/2 Л0601; Л0602; Л0609; Л0610; Л0612; Л0614; Л0619; Л0640; Л0671; Л0680; Л0681; Л0705; Л0706; Л0707; Л0805; Л0808; Л0814; Л0817; DA195; DA232; DA252; DA274; DA279; S-15; S-16; S-19; S-35	Раннеспелая (ФАО 100-199)	45-55	60
Л015; Л0150; Л0315; Л0319; Л0328; Л0334; Л0489; Л0600; Л0604; Л0605; Л0606; Л0608; Л0613; Л0622; Л0682; Л0703; Л0807; Л0818; Л0823; Л0825	Среднеранняя (ФАО 200-250)	55-60	20

проводилось больше по происхождению, да и обе эти группы очень близки по вегетационному периоду.

В таблице 9 приводится распределение всех линий на две группы по периоду «всходы-цветение початков» в среднем за три года изучения.

В качестве тестеров были приведены простые перспективные гибриды, поэтому разделение их по вегетационному периоду было более простой задачей (таблица 10). Таким образом, в раннеспелую группу вошли 60 новых самоопыленных линий и 9 тестеров-анализаторов. Соответственно в среднераннюю группу вошли 20 новых линий и 6 тестеров.

Таблица 10 - Характеристика использованных тестеров кукурузы по группам спелости

Название тестера	Группа спелости	Дней от всходов до цветения початка	Количество Тестеров
(Л031хЛ226); (Л0130хЛ0112); (Л0159хЛ0225); (Л0159хЛ0800); (Л0159хЛ0805); (Л228хЛ0800); (Л0228хЛ0811); (Л0228хЛ0812); (Л0812хЛ030)	Раннеспелая (ФАО 100-199)	50-55	9
(Л098хКр651); (Л098хЛ0800); (Л098хЛ0818); (Кр651хЛ226); (Л0192хЛ07/1); (Л0229х Л0800)	Среднеранняя (ФАО 200-250)	55-60	6

В данной главе мы остановимся на характеристике морфо-биологических признаков новых линий, полученных в результате трехлетних исследований. Собственно получение линий – это не окончательный процесс, так как создаются линии для дальнейшей селекции высокогетерозисных гибридов кукурузы. Поэтому и основные характеристики будут приводиться для линий, показавших высокие оценки ОКС и СКС по урожайности зерна.

В селекции раннеспелых самоопыленных линий и гибридов кукурузы важная роль отводится вегетационному периоду. Как и многими селекционерами,

нами за основу раннеспелости, да и оценки всего вегетационного периода был взят показатель продолжительности периода всходы-цветение початков [35,91].

Таблица 11 - Варьирование признака «период всходы-цветение початков» у новых раннеспелых самоопыленных линий кукурузы, дней (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Период всходы-цветение початков, дней			
	2012	2013	2014	Среднее
N	60	60	60	60
$\bar{X}$ ср, дн.	50	51	52	51
$X_{\min}$, дн.	43	44	45	44
$X_{\max}$, дн.	55	55	56	55
Lim, дн	12	11	11	10
S	2,9	2,9	3,1	2,9
CV,%	5,9	5,6	5,9	5,7
ДОВ.ИНТ. $\pm$	0,79	0,77	0,82	0,75

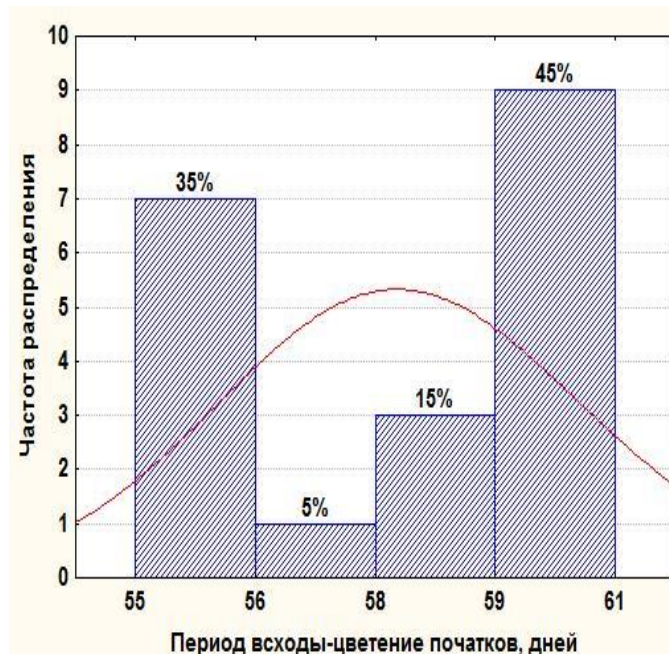
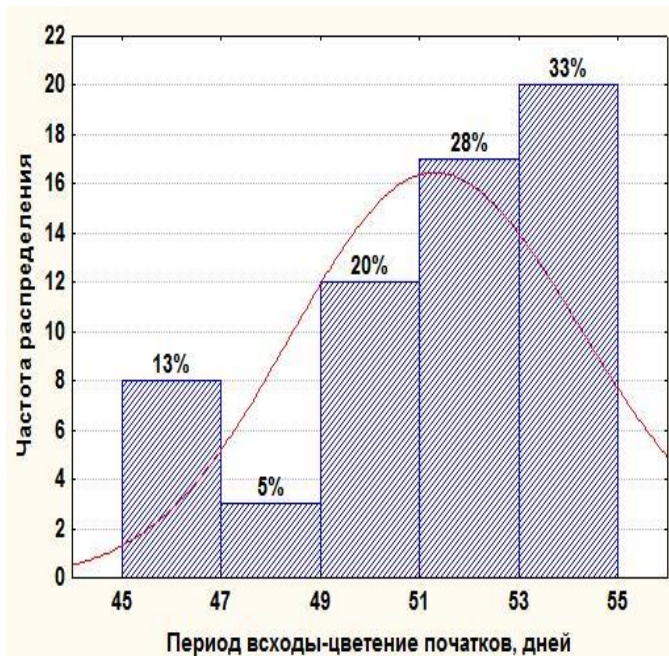


Рисунок 1 – Распределение новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) линий кукурузы по признаку «период всходы-цветение початков», (2012-2014 гг.)

В таблице 11 приведены значения варьирования признака «период всходы-цветение початков» у новых раннеспелых самоопыленных линий кукурузы. Ко-

эффициент вариации данного признака незначительный – в среднем за три года он составил 5,7%.

В связи с тем, что весь исходный материал принадлежал к раннеспелой группе, мы не ожидали большого варьирования линий по этому признаку.

Графическое распределение новых линий кукурузы по признаку «период всходы-цветение початков» представлено на рисунке 1. Значения данного признака у большинства линий находились в интервале 49÷55 дней, при среднем в 51 день за три года исследований.

В таблице 12 приведена характеристика лучших линий по признаку «период всходы-цветение початков». Как уже отмечалось выше, в качестве лучших линий нами взяты линии, выделившиеся при оценке материала на комбинационную способность по урожайности зерна. При анализе полученных результатов можно отметить, что весь набор выделившихся линий был очень однороден по этому признаку. Варьирование между 10 лучшими линиями находилось в интервале 2-3 дня.

Таблица 12 - Характеристика лучших раннеспелых линий кукурузы по признаку «период всходы-цветение початков», дней (КНИИСХ 2012-2014 гг.)

Линия	Период всходы-цветение початков, дней			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
Л0309	52	54	55	53
Л0404	49	50	52	50
Л0681	54	54	56	54
Л0601	50	51	52	51
Л0300	50	52	53	51
Л0402	52	52	54	52
Л0369	49	50	53	50
Л0480	50	49	51	50
Л0332	54	55	52	53
Л0706	52	53	55	53
Среднее по опыту	50	51	52	51
дов.инт. ±	0,79	0,77	0,82	0,75

В таблице 13 приведены значения варьирования признака «период всходы-цветение початков» у новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы. Ввиду того, что выборка среднеранних линий составляет всего 20 линий, варьирование признака в данной группе было еще меньше, чем в раннеспелой группе.

Таблица 13 – Варьирование признака «период всходы-цветение початков» у новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы, дней (КНИИСХ, 2012-2014гг.)

Значения варьирования	Период всходы-цветение початков, дней			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
N	20	20	20	20
X _{ср} , дн.	57	57	58	58
X _{min} , дн.	54	55	55	55
X _{max} , дн.	60	61	62	61
Lim, дн	6	6	7	6
S	2,4	2,1	2,2	2,2
CV,%	4,1	3,6	3,8	3,7
дов.инт. ±	1,12	0,98	1,04	1,01

Среди выделившихся линий (таблица 14) также не наблюдалось больших различий по признаку «период всходы-цветение початков». Колебания значений данного признака находились в пределах 3-4 дней.

Таблица 14 - Характеристика лучших среднеранних линий кукурузы по признаку «период всходы-цветение початков», дней (КНИИСХ 2012-2014 гг.)

Линия	Период всходы-цветение початков, дней			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
Л0613	58	57	60	58
Л0319	54	55	56	55
Л0608	56	58	59	57
Л0682	60	59	61	60
Л0622	55	55	56	55
Л0334	55	55	56	55
Среднее по опыту	57	57	58	58
дов.инт. ±	1,12	0,98	1,04	1,01

Подводя итоги оценки новых линий кукурузы по признаку «период всходы-цветение початков» можно констатировать, что выделенный материал уже выравнен и однороден по данному признаку. Наличие незначительного варьирования в раннеспелой группе не внесло изменений среди выделившихся лучших линий. Так, линии DA232; DA252; DA274 имели минимальное значение по данному признаку, но использование этих линий в дальнейшей селекции возможно лишь в качестве источника раннеспелости, ввиду их низкой комбинационной способности по урожайности зерна.

Оценку морфологических признаков новых самоопыленных линий кукурузы мы начинаем с одного из наиболее важных признаков – высоты растений. О большой значимости признака «высота растений» высказывались многие селекционеры, подчеркивая, что часто высота растений линий кукурузы влияет на формирование высоты растений у гибридов кукурузы [25,26,199].

В таблице 15 приведены значения варьирования признака «высота растений» у новых линий раннеспелой группы. Как видно из таблицы, коэффициент вариации по данному признаку был средним и колебался от 10 до 12,6%

Таблица 15 – Варьирование признака «высота растений» у новых раннеспелых самоопыленных линий кукурузы, см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Высота растений, см			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
N	60	60	60	60
X _{ср} , см.	152,9	158,0	171,1	160,7
X _{min} , см.	111,5	114,7	129,3	118,5
X _{max} , см.	193,0	198,2	202,6	197,9
Lim, см.	81,5	83,5	73,3	79,4
S	19,3	19,6	17,9	18,7
CV,%	12,6	12,4	10,4	11,6
HCP ₀₅	4,24	2,98	2,63	6,11

в зависимости от года исследований. Варьирование данного признака (Lim, см.) составило – 79,4 см в среднем за три года изучения. Графическое распределение новых линий по высоте растений изображено на рисунке 2.

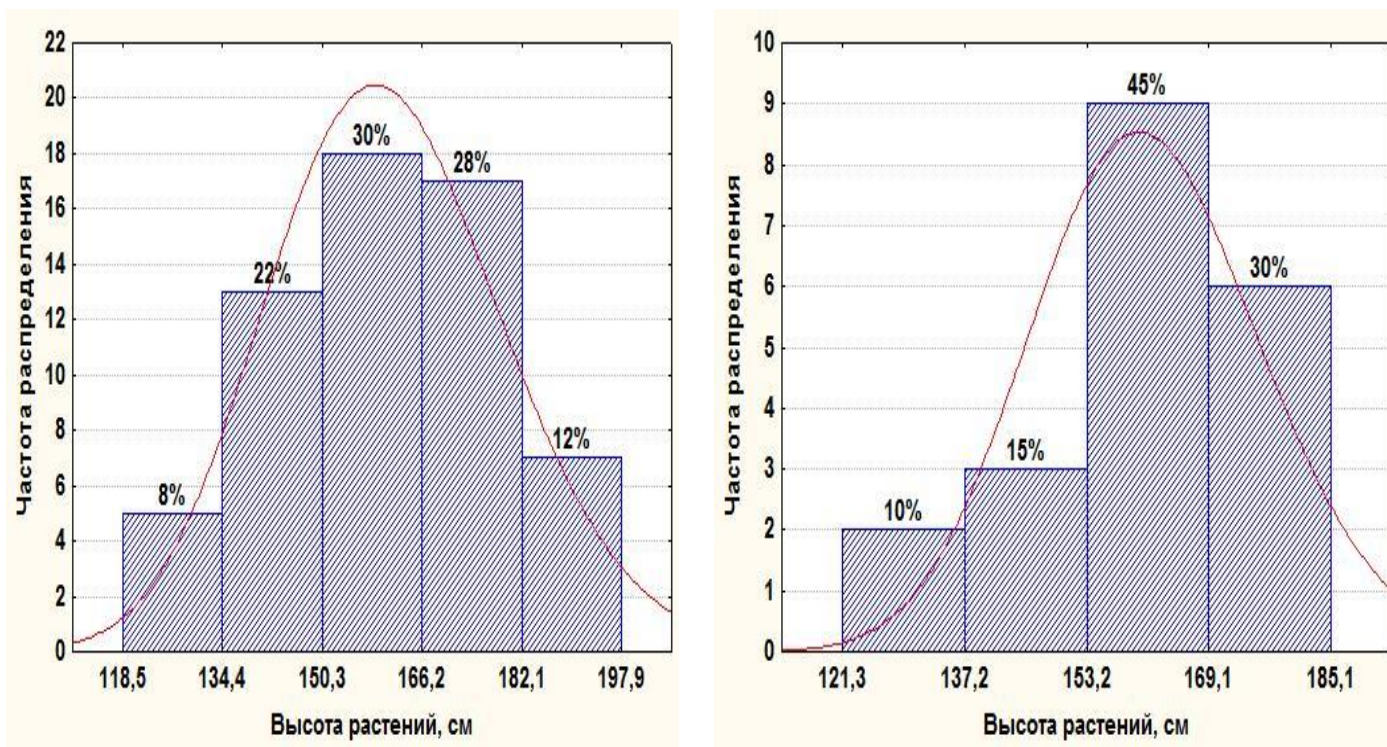


Рисунок 2 – Распределение новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) линий кукурузы по признаку «высота растений», (2012-2014 гг.)

В раннеспелой группе большая часть линий (80%) по высоте растений находилась в интервале 142,0÷179,4 при средней высоте по опыту $X_{cp} \pm t_{05} s_x = 160,7 \pm 18,7$ см за все годы испытаний. Незначительное количество растений (по 10%) имели высоту растений в пределах 110-130 см, либо очень высокие растения 180-200 см.

Таким образом, при высокой выравненности самих линий по признаку «высота растений» наблюдалось среднее варьирование данного признака в целом по группе за три года исследований.

Что касается лучших линий, то высота растений выделившихся линий колебалась от 135 см до 193 см в среднем за три года изучения (Таблица 16). В целом, высота растений лучших линий соответствовала технологическим требованиям производства. Хотелось бы отметить, что некоторые линии, показавшие

Таблица 16 - Характеристика лучших раннеспелых линий кукурузы по признаку «высота растений», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Высота растений, см			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
Л0309	132,3	138,5	154,5	141,7
Л0404	142,3	148,5	158,1	149,6
Л0681	187,3	190,5	202,2	193,3
Л0601	170,0	175,2	198,2	181,1
Л0300	123,5	129,7	152,3	135,2
Л0402	172,0	176,5	188,6	179,0
Л0369	129,8	134,8	151,7	138,7
Л0480	142,0	146,8	167,6	152,1
Л0332	152,0	158,3	177,9	162,7
Л0706	163,3	168,3	178,0	169,9
Среднее по опыту	152,9	158,0	171,1	160,7
НСР ₀₅	4,24	2,98	2,63	6,11

максимальную высоту растений, относятся к группе линий с высокой комбинационной способностью по урожайности зерна. Так, линии Л0681; Л0610 имели высоту растений в отдельные годы 190-197 см.

Таблица 17 - Варьирование признака «высота растений» у новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы, см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Высота растений, см			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
N	20	20	20	20
X _{ср} , см.	152,6	157,1	174,0	161,2
X _{min} , см.	108,3	113,2	142,4	121,3
X _{max} , см.	177,8	179,3	198,2	185,1
Lim, см.	69,5	66,2	55,8	63,8
S	15,7	15,5	14,0	14,9
CV, %	10,3	9,9	8,1	9,2
НСР ₀₅	3,55	1,70	1,59	5,44

В среднеранней группе варьирование признака «высота растений» было ниже, чем в раннеспелой (Таблица 17, Приложение 7). Незначительным был и размах варьирования что, скорее всего, связано с малочисленностью группы.

Графическое распределение растений по признаку «высота растений» также отражает незначительное варьирование данного признака. Так, основная часть линий располагалась в интервале 146,3÷176,1 см, при средней высоте растений $X_{cp} \pm t_{05} S_x = 161,2 \pm 14,9$ см.

Таблица 18 - Характеристика лучших среднеранних линий кукурузы по признаку «высота растений», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Высота растений, см			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
Л0613	151,8	155,3	167,7	158,2
Л0319	108,3	113,2	142,4	121,3
Л0608	160,0	164,8	182,7	169,2
Л0682	152,0	159,0	168,0	159,7
Л0622	142,3	146,8	162,5	150,5
Л0334	144,5	150,8	167,2	154,2
Среднее по опыту	152,6	157,1	174,0	161,2
НСР ₀₅	3,55	1,70	1,59	5,44

Средняя высота растений лучших новых линий кукурузы колебалась от 121 до 169 см (Таблица 18).

Данные показатели вполне соответствуют технологическим требованиям к выращиванию линий кукурузы в семеноводческих посевах.

Признак «высота прикрепления початка» - важный агрономический показатель линий кукурузы. По утверждению ряда авторов, он в значительной степени зависит от высоты растений [176,210].

В таблице 19 приведены значения варьирования признака «высота прикрепления початка». Судя по данным таблицы, варьирование (Lim , см) этого признака было высоким, в среднем за три года – 48,5 см, коэффициент вариации составил 23,6%. Методом дисперсионного анализа установлены существенные генотипи-

ческие различия между изучаемыми линиями по признаку «высота прикрепления початка» за три года исследований (Приложение 8).

Таблица 19 - Варьирование признака «высота прикрепления початка» у новых раннеспелых самоопыленных линий кукурузы, см (КНИИСХ, 2012-2014гг.)

Значения варьирования	Высота прикрепления початка, см			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
N	60	60	60	60
$\bar{X}$ ср, см.	42,9	46,9	61,3	50,4
$X_{\min}$, см.	20,0	23,7	31,0	27,6
$X_{\max}$, см.	74,3	76,0	87,3	76,0
Lim, см.	54,3	52,3	56,3	48,5
S	12,6	12,6	11,8	11,9
CV, %	29,3	26,8	19,3	23,6
HCP_{05}	5,62	4,62	2,48	6,22

Графическое распределение новых линий раннеспелой группы по признаку «высота прикрепления початка» за все годы изучения приведено на рисунке 3.

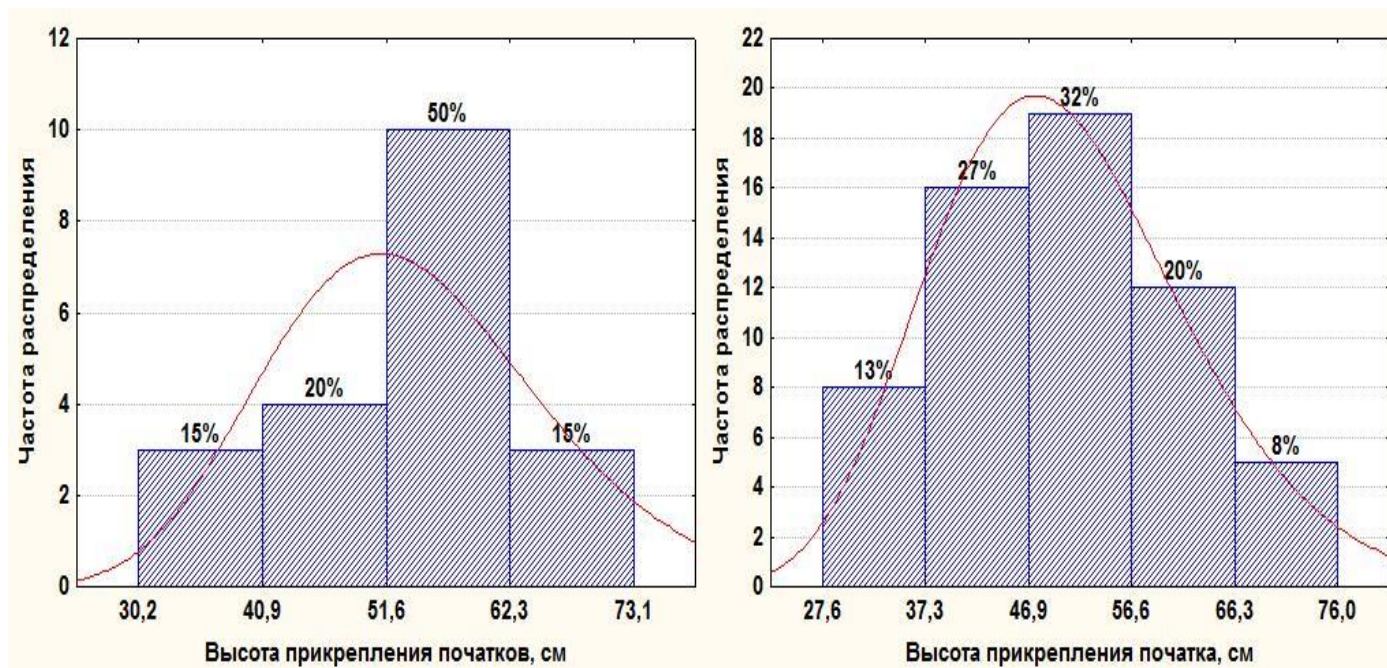


Рисунок 3 – Распределение новых раннеспелых (справа) и среднеранних (слева) линий кукурузы по признаку «высота прикрепления початка», (2012-2014 гг.)

Как видно из графика, 65% линий имели высоту прикрепления початка от 50 до 70 см, то есть располагались в интервале $38,5 \div 62,3$ см, при средней высоте прикрепления початка $x_{cp} \pm t_{05} s_x = 50,4 \pm 11,9$ см. Большинство линий среднеранней группы располагалось в интервале $42,1 \div 65,3$ см, при средней высоте прикрепления початка $x_{cp} \pm t_{05} s_x = 53,7 \pm 11,6$ см. Лучшие линии раннеспелого блока имели высоту прикрепления початка в пределах от 30 до 76 см.

Таким образом, все выделившиеся линии соответствовали технологическим нормам выращивания по показателю «высота прикрепления початка» (Таблица 20).

Таблица 20 - Характеристика лучших раннеспелых линий кукурузы по признаку «высота прикрепления початка», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Высота прикрепления початка, см			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
Л0309	35,5	39,5	59,2	44,7
Л0404	43,0	51,3	58,6	51,0
Л0681	74,3	76,0	77,9	76,0
Л0601	53,5	60,8	78,3	64,2
Л0300	29,0	33,0	52,4	38,1
Л0402	61,5	65,8	68,3	65,2
Л0369	20,0	24,0	48,6	30,9
Л0480	36,8	41,5	52,8	43,7
Л0332	46,5	50,2	64,6	53,8
Л0706	43,0	45,8	68,1	52,3
Среднее по опыту	42,9	46,9	61,3	50,4
НСР ₀₅	5,62	4,62	2,48	6,22

В среднеранней группе варьирование данного показателя было также значительным, коэффициент вариации составил 21,6 % в среднем за три года изучения (Таблица 21).

Таблица 21 - Варьирование признака «высота прикрепления початка» у новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы, см (КНИИСХ, 2012-2014гг.)

Значения варьирования	Высота прикрепления початка, см			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
N	20	20	20	20
X _{ср} , см.	45,9	51,3	64,0	53,7
X _{min} , см.	21,0	24,5	40,0	30,2
X _{max} , см.	68,3	73,3	88,3	73,1
Lim, см.	47,3	48,8	48,3	42,9
S	12,0	12,8	12,2	11,6
CV, %	26,1	25,0	19,1	21,6
HCP ₀₅	6,61	3,45	3,20	8,65

Анализируя данные по оценке лучших среднеранних линий кукурузы можно отметить, что высота прикрепления початка у всех линий была в пределах необходимой нормы при выращивании кукурузы (Таблица 22).

Таблица 22 - Характеристика лучших среднеранних линий кукурузы по признаку «высота прикрепления початка», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Высота прикрепления початка, см			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
Л0613	51,8	56,3	67,9	58,6
Л0319	21,0	24,5	50,0	31,8
Л0608	47,8	51,2	58,0	52,3
Л0682	54,5	58,3	63,1	58,6
Л0622	44,3	48,7	57,4	50,1
Л0334	33,0	39,3	59,1	43,8
Среднее по опыту	45,9	51,3	64,0	53,7
HCP ₀₅	6,61	3,45	3,20	8,65

В заключение главы мы переходим к анализу урожайных признаков новых самоопыленных линий, то есть к элементам, составляющим структуру урожая. При изучении новых линий нами проводились не только исследования тесткрос-

сов и простых гибридов от диаллельных скрещиваний, но и всесторонняя оценка в ходе сортоиспытания самих линий.

Таблица 23 – Варьирование хозяйственно-ценных признаков новых раннеспелых самоопыленных линий кукурузы (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Признак	Значение признака			Lim, X _{max} -X _{min} ,	CV,%	S
	X _{ср} ±s _x	X _{min} ,	X _{max} ,			
Год исследований	2012г					
Количество линий, шт.	60	60	60	60	60	60
Длина початка, см.	14,5	11,7	17,9	6,2	9,8	1,4
Ширина початка, см.	3,5	2,8	4,3	1,5	10,0	0,3
Кол. рядов зерен, шт.	14	10	18	8	13,1	1,9
Кол. зерен в ряду, шт.	23,8	17,4	33,4	16,0	17,6	4,2
Вес зерна с початка, г	68,2	29,8	127,2	97,4	29,7	20,3
Год исследований	2013г					
Количество линий, шт.	60	60	60	60	60	60
Длина початка, см.	15,0	12,2	18,4	6,2	9,5	1,4
Ширина початка, см.	3,9	3,1	4,8	1,7	9,7	0,4
Кол. рядов зерен, шт.	14	10	18	8	13,0	1,9
Кол. зерен в ряду, шт.	28,3	20,9	38,2	17,3	15,5	4,4
Вес зерна с початка, г	73,5	40,6	132,7	92,1	27,8	20,4
Год исследований	2014г					
Количество линий, шт.	60	60	60	60	60	60
Длина початка, см.	16,6	14,1	18,8	4,7	6,9	1,1
Ширина початка, см.	4,3	3,6	5,0	1,4	6,5	0,3
Кол. рядов зерен, шт.	14	10	18	8	12,4	1,8
Кол. зерен в ряду, шт.	30,7	22,9	42,6	19,7	12,1	3,7
Вес зерна с початка, г	86,8	50,1	140,5	90,4	22,6	19,6

Как уже отмечалось в методике проведения опытов, при изучении линий были проведены все необходимые промеры и подсчеты, позволившие дать полную характеристику новому исходному материалу.

Как и в случае с простыми гибридами на линейном материале был проведен полный анализ початков - их длина, ширина, количество рядов зерен и зерен в ряду, вес зерна с початка.

Одним из наиболее значимых количественных признаков элементов структуры урожая кукурузы являются размеры початка, включающие его длину и ширину. Хотя существуют неоднозначные мнения по поводу взаимосвязи величины початка и урожайностью зерна кукурузы. Линии кукурузы, как и кукурузное растение в целом формирует свой урожай за счет сочетания многих факторов и элементов. Поэтому невозможно добиться успеха в увеличении урожайности зерна за счет одного какого-либо элемента [53].

Признак «количество рядов зерен» не менее важен для формирования урожая, более того, этот признак является самым стабильным из всех рассматриваемых нами элементов структуры урожая. О высокой стабильности данного признака упоминают многие селекционеры [35,42,190,229].

Значительного увеличения урожайности растения можно достичь путем увеличения количества зерен в ряду. Этот показатель, в отличие от признака «количество рядов зерен» - непостоянен и сильно зависит от внешних факторов [75].

Количество зерен на початке, либо вес зерна с початка (как в нашем случае) – это еще один признак, напрямую влияющий на продуктивность кукурузного растения [56].

В таблице 23 приведены результаты варьирования хозяйственно-ценных признаков новых раннеспелых линий кукурузы. Как видно из таблицы значительное варьирование присутствует только у двух признаков: «количество зерен в ряду» и «вес зерна с початка».

Именно по этим двум признакам можно целенаправленно вести отбор на улучшение показателей. В таблице 24 дана характеристика лучших, выделившихся линий кукурузы по основным рассматриваемым признакам.

Отдельные линии имеют очень хорошие показатели по основным признакам. Следует отметить новые линии: Л0404; Л0402; Л0681; Л0332.

Таблица 24 – Результаты биометрического анализа початков новых самоопыленных раннеспелых линий кукурузы (2012-2014 гг.)

Линия	Длина початка, см	Ширина початка, см	Кол. рядов зерен, шт.	Кол. зерен в ряду, шт.	Вес зерна с початка, г
Л0309	15,6	3,7	14,0	25,4	67,7
Л0404	16,2	3,9	15,0	34,5	105,2
Л0681	18,4	3,8	14,1	34,5	62,2
Л0601	15,6	3,8	17,5	28,7	66,9
Л0300	12,8	4,0	14,2	22,5	42,8
Л0402	16,4	4,2	15,5	32,8	108,2
Л0369	15,5	4,0	16,3	25,5	95,9
Л0480	12,7	4,3	17,9	22,2	82,4
Л0332	17,3	4,0	18,2	29,9	97,5
Л0706	15,7	4,0	14,3	28,5	66,3
Среднее по опыту	15,4	3,9	14,6	27,6	76,2

В таблицах 25 и 26 приведены результаты варьирования признаков, определяющих структуру урожая, а также характеристика лучших среднеранних новых линий по этим признакам.

Таблица 25 – Варьирование хозяйственно-ценных признаков новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Признак	Значение признака			Lim, X _{max} -X _{min} ,	CV,%	S
	X _{ср}	X _{min} ,	X _{max} ,			
Год исследований	2012г					
Количество линий, шт.	20	20	20	20	20	20
Длина початка, см.	14,8	9,5	18,8	9,3	15,2	2,2
Ширина початка, см.	3,3	2,7	4,0	1,3	10,9	0,3
Кол. рядов зерен, шт.	14	14	18	6	11,0	1,6
Кол. зерен в ряду, шт.	24,1	18,4	31,5	13,1	16,5	4,0
Вес зерна с початка, г	64,6	36,4	101,1	64,7	33,9	21,9
Год исследований	2013г					
Количество линий, шт.	20	20	20	20	20	20
Длина початка, см.	15,3	10,2	19,3	9,1	14,5	2,2
Ширина початка, см.	3,8	3,1	4,5	1,4	10,3	0,4
Кол. рядов зерен, шт.	16	14	18	6	11,2	1,7
Кол. зерен в ряду, шт.	28,5	21,5	36,3	14,8	15,5	4,4
Вес зерна с початка, г	70,1	41,4	108,2	66,8	32,6	22,8
Год исследований	2014г					
Количество линий, шт.	20	20	20	20	20	20
Длина початка, см.	16,7	12,8	19,4	6,6	9,2	1,5
Ширина початка, см.	4,2	3,5	5,0	1,5	8,2	0,3
Кол. рядов зерен, шт.	16	14	18	4	9,7	1,5
Кол. зерен в ряду, шт.	30,8	25,8	36,1	10,3	9,2	2,8
Вес зерна с початка, г	84,8	56,0	121,5	65,5	32,6	21,3

Таблица 26 – Результаты биометрического анализа початков новых самоопыленных среднеранних линий кукурузы (2012-2014 гг.)

Линия	Длина початка, см	Ширина початка, см	Кол. рядов зерен, шт.	Кол. зерен в ряду, шт.	Вес зерна с початка, г
Л0613	13,9	4,1	18,0	26,6	52,8
Л0319	13,0	3,5	16,1	24,6	45,9
Л0608	15,3	4,4	13,5	30,2	100,2
Л0682	17,7	4,1	17,5	28,6	78,4
Л0622	16,5	3,9	14,1	30,2	89,8
Л0334	15,7	4,5	14,5	30,7	109,3
Среднее по опыту	15,6	3,8	15,1	27,8	73,2

Анализируя результаты рассмотрения количественных признаков, обеспечивающих формирование урожая самоопыленных линий, можно отметить, что большинство новых линий имело значительную вариабельность по изучаемым признакам, что позволяет вести отбор на улучшение исходного материала.

Обработка результатов биометрического анализа количественных признаков новых самоопыленных линий кукурузы методом дисперсионного анализа позволила установить генотипические различия между изучаемыми линиями за три года исследований (Приложение 9 - 13).

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ, ПОЛУЧЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕСТИРОВАНИЯ НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ

4.1 Изучение общей комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы в системе топкроссных скрещиваний

В нашей работе для определения комбинационной способности новых самоопыленных линий мы использовали метод топкроссов. По литературным источникам известна высокая оценка данного метода многими селекционерами [39,66,136].

Для оценки нового селекционного материала данный метод является наиболее доступным и менее затратным. Согласно этому методу, весь набор линий скрещивался с несколькими тестерами – простыми гибридами, а оценку комбинационной способности линий проводили по результатам сортоиспытаний полученных тесткроссов.

Всего в тестирование было взято 80 новых самоопыленных линий. Весь набор линий поделен на семь блоков по вегетационному периоду и происхождению. Для тестирования использовались 15 тестеров – простых гибридов. Тестирование проходило таким образом, чтобы каждая линия была скрещена с 2-3 тестерами. В результате было получено 299 тесткроссов. Полученные тесткроссы проходили сортоиспытание в контрольном питомнике КНИИСХ с 2012 по 2014 год.

Сравнительный анализ методов определения комбинационной способности по основным селекционным признакам у самоопыленных линий кукурузы - достаточно изученный вопрос отечественной и иностранной селекционной науки [72,90,105,107].

Результаты дисперсионного анализа урожайных данных, полученных при испытании набора тесткроссов в 2012-2014 годах, приводятся в таблицах 27 и 28. Для более точной оценки новых самоопыленных линий по ОКС и СКС все полученные результаты приводятся по блокам тестирования в зависимости от года

изучения. Как видно из таблицы, в зависимости от набора тесткроссов и года проведения исследований, изменялся характер генных взаимодействий.

Таблица 27 - Показатели вариантов комбинационной способности линий и тестеров в топкроссной схеме №1 по признаку «урожайность зерна» (КНИИСХ, 2012-2014гг.)

Источник вариации	Число степеней свободы	Средние квадраты по признаку «урожайность зерна»		
		2012 год	2013 год	2014 год
1 блок линий				
ОКС линий	15,00	175,20	218,58	187,14
ОКС тестеров	2,00	213,02	859,94	285,00
СКС	30,00	44,95	62,29	114,36
Остаточная	94,00	1,05	1,96	1,83
msОКС линий/msСКС	-	3,89	3,51	1,64
msОКС тестеров/msСКС	-	4,74	13,81	2,49
2 блок линий				
ОКС линий	41,00	55,43	99,91	112,43
ОКС тестеров	1,00	585,44	202,62	2378,43
СКС	41,00	40,97	83,42	90,97
Остаточная	166,00	1,87	4,39	6,67
msОКС линий/msСКС	-	1,35	1,20	1,24
msОКС тестеров/msСКС	-	14,29	2,43	26,15
3 блок линий				
ОКС линий	15,00	70,57	177,70	142,58
ОКС тестеров	1,00	11,92	611,63	94,81
СКС	15,00	20,06	83,10	120,82
Остаточная	62,00	4,02	7,51	0,96
msОКС линий/msСКС	-	3,52	2,14	1,18
msОКС тестеров/msСКС	-	0,59	7,36	0,78
(F _{факт.} >F _{0,05})				

Так, отношение средних квадратов изменчивости общей и специфической комбинационной способности ($ms_{ОКС}/ms_{СКС}$) указывает на преобладание в генетическом контроле признака «урожайность зерна» аддитивных эффектов над неаддитивными. Значения величины ($ms_{ОКС}/ms_{СКС}$) в зависимости от блока тесткроссов и года изучения варьировали, но оставались относительно стабильными. Однако величина средних квадратов СКС свидетельствовала о существенном вкладе неаддитивных эффектов генов в генетическую вариацию.

Анализируя результаты дисперсионного анализа, можно предположить о высокой значимости генотипических различий ($F_{\text{факт.}} > F_{\text{теор.}}$) между полученными тесткроссными гибридами по урожайности зерна за все годы испытания (2012-2014 гг.).

Таблица 28 - Показатели вариантов комбинационной способности линий и тестеров в топкроссной схеме №2 по признаку «урожайность зерна» (КНИИСХ, 2012-2014гг.)

Источник вариации	Число степеней свободы	Средние квадраты по признаку «урожайность зерна»		
		2012 год	2013 год	2014 год
4 блок линий				
ОКС линий	16,00	142,79	341,89	216,66
ОКС тестеров	2,00	251,84	91,85	87,82
СКС	32,00	42,58	89,69	132,20
Остаточная	100,00	2,70	2,30	2,03
msОКС линий/msСКС	-	3,35	3,81	1,64
msОКС тестеров/msСКС	-	5,91	1,02	0,66
5 блок линий				
ОКС линий	24,00	36,90	100,18	123,02
ОКС тестеров	1,00	1,97	25,13	103,89
СКС	24,00	41,74	95,56	83,58
Остаточная	98,00	2,66	3,01	4,16
msОКС линий/msСКС	-	0,88	1,05	1,47
msОКС тестеров/msСКС	-	0,05	0,26	1,24
6 блок линий				
ОКС линий	7,00	55,14	59,07	66,16
ОКС тестеров	1,00	11,30	159,37	40,17
СКС	7,00	4,42	20,44	41,75
Остаточная	30,00	1,32	3,32	2,72
msОКС линий/msСКС	-	12,47	2,89	1,58
msОКС тестеров/msСКС	-	2,56	7,80	0,96
7 блок линий				
ОКС линий	8,00	124,39	157,63	140,38
ОКС тестеров	1,00	4,20	29,28	337,20
СКС	8,00	42,15	38,18	74,31
Остаточная	34,00	2,02	4,07	1,18
msОКС линий/msСКС	-	2,95	4,13	1,89
msОКС тестеров/msСКС	-	0,10	0,77	4,54
(F _{факт.} > F _{0,05})				

В нашей работе в изучение был взят большой набор самоопыленных линий и тестеров, различных по генетическому происхождению. Условия в годы прове-

дения исследований были также крайне контрастные. Все это значительно влияло на вариабельность комбинационной способности изучаемого материала. Тем не менее, нам удалось отобрать новые линии, показавшие высокую ОКС по признаку «урожайность зерна» в сложившихся условиях. Лучшие генотипы выделившиеся в тесткроссных блоках, в дальнейшем мы приводим также по блокам, а также

Таблица 29 – Результаты оценки ОКС самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» 1 блока, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Эффекты ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, ц/га		
	2012г	2013г	2014г	2012г	2013г	2014г
Л0404	12,58	12,14	7,83	42,6	58,6	73,8
Л0480	7,33	7,99	13,22	37,3	54,4	79,2
Л0612	9,23	5,71	6,42	39,2	52,1	72,4
Л0619	6,57	6,56	6,93	36,6	53,1	72,9
Л0489	5,81	1,22	7,47	35,8	47,6	73,4
Л0808	4,59	6,61	2,56	34,6	53,1	68,5
Л0817	7,56	4,17	0,12	37,6	50,6	66,1
Средн.				29,9	46,4	65,9
НСР ₀₅	1,7	2,3	2,2			

Тестеров -3: (Л0159СхЛ225); (Л0130хЛ0112); (Л0812хЛ030)

Линий-16 Тесткроссов – 48

в зависимости от года исследований. В таблице 29 представлена оценка ОКС выделившихся линий по признаку «урожайность зерна» первого блока тесткроссов. Всего в данном блоке тестировалось 16 линий на три тестера, в результате чего получено 48 тесткроссов. В правой части таблицы приведена урожайность зерна тесткроссов с участием данной линии в среднем по всем тестерам. В результате анализа данных урожайности зерна, нами выделены самоопыленные линии с высокой и стабильной ОКС за три года изучения. Так, стабильно высокие значения за все годы имели линии: Л0404; Л0480; Л0612; Л0619. Например, у линии Л0404 значения ОКС составили 12,58 / 12,14 / 7,83 соответственно по годам исследова-

ний. Сравнительно высокой была и урожайность зерна тесткроссов с участием этой линии в среднем по всем тестерам. В то же время значения ОКС, по признаку «урожайность зерна» линий Л0489; Л0808; Л0817 были менее стабильны, варьируя от средних, до высоких значений эффектов ОКС в зависимости от года исследований.

В таблице приведены лишь лучшие линии, показавшие за период исследований нестабильные эффекты ОКС или даже контрастные, которые в дальнейшем будут выбракованы.

В то же время, выделенные линии кукурузы с высокими и стабильными значениями ОКС являются ценным исходным материалом для получения высокогетерозисных гибридов кукурузы.

Таблица 30 – Результаты оценки ОКС самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» 2 блока, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Эффекты ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, ц/га		
	2012г	2013г	2014г	2012г	2013г	2014г
Л0601	12,15	11,51	13,99	46,4	65,9	83,5
Л0454	3,25	12,27	13,54	37,5	66,7	83,0
Л0480/2	7,96	4,95	14,57	42,2	59,4	84,1
Л0480	5,13	12,61	8,36	39,4	67,0	77,9
Л0300	0,20	15,42	8,89	34,2	69,8	78,4
Л0361	6,55	9,36	4,74	40,8	63,8	74,2
S-35	6,19	5,44	2,08	40,4	59,9	71,6
Л0306	1,24	1,98	6,33	35,5	56,4	75,8
Средн.				34,2	54,4	69,5
НСР ₀₅	2,7	4,2	5,1			

Тестеров -2: (Л0159хЛ0805); (Л0228хЛ0812);
Линий-42; Тесткроссов – 84

В таблице 30 приведена оценка ОКС лучших линий второго блока тестирования. В данном блоке проводилось тестирование 42 линий на 2 тестера, в результате чего получено 84 тесткросса. Анализируя полученные результаты, можно за-

ключить, что линии Л0601; Л0454; Л0480/2; – являются ценными линиями со стабильно высокими значениями эффектов ОКС по признаку «урожайность зерна» за все три года исследований.

Стабильно высокую урожайность зерна имели тесткроссы с участием данных линий в среднем по всем тестерам. Линии Л0306; S35; Л0300 - отличались нестабильными проявлениями значений эффектов ОКС. Таким образом, при оценке данного блока тесткроссов будут выделены лишь линии: Л0601; Л0454; Л0480/2; Л0480 для дальнейшей селекционной работы.

Таблица 31 – Результаты оценки ОКС самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» 3 блока, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Эффекты ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, ц/га		
	2012г	2013г	2014г	2012г	2013г	2014г
Л0319	12,09	10,79	12,65	53,3	75,0	92,6
Л0613	4,74	17,07	10,76	45,9	81,2	90,7
Л0309	5,14	16,21	10,27	46,3	80,4	90,3
Л0369	6,76	8,82	8,29	47,9	73,0	88,3
Л0451	2,68	0,71	4,74	43,9	64,9	84,7
Средн.				41,2	64,2	80,0
НСР ₀₅	4,1	5,6	2,0			

Тестеров -2: (Л0228хЛ0800); (Л031хЛ226);
Линий-16 Тесткроссов – 32

В таблице 31 приведена оценка ОКС следующего, третьего блока тестирования. Всего в данном блоке тестировалось 16 линий на два тестера, в результате чего получено 32 тесткросса. Из приведенных в таблице пяти лучших линий – четыре линии показали стабильно высокие значения эффектов ОКС за все три года исследований. Так, линия Л0319 имела эффекты ОКС 12,09 / 10,79 / 12,65 соответственно по годам изучения. Более того, линия Л0319 в скрещиваниях со всеми тестерами показала очень высокую урожайность зерна в тесткроссах за все три года изучения. Средняя урожайность зерна тесткроссов по 2 тестерам в 2014 году

составила 92,6 ц/га. Линии Л0319; Л0613; Л0309; Л0369 – можно отнести к линиям с высокой комбинационной способностью по урожайности зерна. Данный материал является основой для получения высокогетерозисных гибридов. Линия Л0451 хотя и показывает высокие зффекты ОКС в отдельные годы, носит нестабильный характер.

Дальнейшее использование этой линии будет зависеть от дополнительных исследований. Особенно высокие зффекты ОКС имели линии: Л0608; Л0613; Л0706. Следует отметить, что линия Л0613 участвовала в тестировании в предыдущем блоке, где также имела очень высокие и стабильные значения зффектов ОКС. Можно сделать вывод, что новая самоопыленная линия Л0613 является особо ценным исходным материалом для гетерозисной селекции.

В таблице 32 приведена оценка ОКС самоопыленных линий по четвертому блоку тестирования. Всего в данном блоке тестировалось 17 линий на три тестера. В результате тестирования получен 51 тесткросс.

Из пяти лучших линий, приведенных в таблице, все линии имеют стабильно высокие значения зффектов ОКС по урожайности зерна за все три года исследований.

Таблица 32 – Результаты оценки ОКС самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» 4 блока, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Эффекты ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, ц/га		
	2012г	2013г	2014г	2012г	2013г	2014г
Л0680	16,48	20,37	15,81	55,3	80,6	89,6
Л0613	9,57	16,39	8,44	48,4	76,6	82,2
Л0608	8,43	15,29	7,74	47,3	75,5	81,5
Л0682	3,43	8,70	10,81	42,3	68,9	84,6
Л0706	4,64	3,08	7,21	43,5	63,3	81,0
Средн.				38,8	60,3	73,8
НСР ₀₅	2,7	2,5	2,3			

Тестеров -3: (Л0159хЛ0800); (Л0192хЛ07/1); (Л098хКр651)

Линий-17; Тесткроссов – 51

В таблице 33 приведены оценки ОКС следующего, пятого блока линий. В данном блоке проходило испытание 50 новых тесткроссов, полученных на основе 25 самоопыленных линий и двух тестеров. Из приведенных в таблице четырех лучших

Таблица 33 – Результаты оценки ОКС самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» 5 блока, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Эффекты ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, ц/га		
	2012г	2013г	2014г	2012г	2013г	2014г
Л0681	9,20	18,67	14,92	51,1	77,9	90,0
Л0609	2,52	13,82	14,26	44,4	73,1	89,3
Л0404	7,48	9,19	10,81	49,4	68,5	85,9
Л0480	3,93	5,51	9,34	45,8	64,8	84,4
Средн.				41,9	59,3	75,1
НСР ₀₅	3,3	3,5	4,1			

Тестеров -2: (Л0229хЛ0800); (Л031хЛ226);

Линий-25; Тесткроссов – 50

линий, три линии: Л0609; Л0404; Л0480 имели стабильно высокие значения эффектов ОКС во все годы исследований. Линия Л0609 хоть и имела очень высокие значения эффектов ОКС, проявляла это не во все годы исследований. Данная линия будет изучена дополнительно. В данной группе присутствуют линии Л0480 и Л0404, ранее уже протестированные в других блоках. Следует отметить, что эти линии во всех скрещиваниях показали стабильно высокие значения эффектов ОКС.

В двух следующих таблицах 34 и 35 приведены оценки двух небольших блоков тестирования шестого и седьмого. В каждой таблице представлены по две лучших самоопыленных линии. Анализируя полученные результаты можно выделить линии Л0402 и Л0130, показавшие стабильные и высокие значения эффектов ОКС по урожайности зерна за все три года исследований.

Таблица 34 – Результаты оценки ОКС самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» 6 блока, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Эффекты ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, ц/га		
	2012г	2013г	2014г	2012г	2013г	2014г
Л0130	3,47	12,17	9,79	36,7	58,3	80,1
Л0407	10,52	2,01	4,97	43,7	48,1	75,3
Средн.				33,2	46,1	70,3
НСР ₀₅	2,5	3,9	3,5			

Тестеров -2: (Л098хЛ0818); (Л0228хЛ0811)

Линий-8; Тесткроссов – 16

Таблица 35 – Результаты оценки ОКС самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» 7 блока, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Эффекты ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, ц/га		
	2012г	2013г	2014	2012	2013	2014
Л0402	8,88	14,74	12,22	48,0	77,5	91,6
Л0300	7,29	1,90	5,42	46,4	64,6	84,8
Средн.				39,1	62,7	79,4
НСР ₀₅	3	4,3	2,3			

Тестеров -2: (Л098хЛ0800); (Кр651хЛ226)

Линий-9 Тесткроссов – 18

Таким образом, проведя оценку 80 новых самоопыленных линий и исследовав урожайные данные 299 тесткроссов с их участием, нами выделены ценные генотипы для селекции высокоурожайных гибридов кукурузы.

В нашей работе при тестировании новых линий были использованы 15 тестеров анализаторов – простых гибридов. Представилась возможность изучения их комбинационной способности по признаку «урожайность зерна». Результаты оценки эффектов ОКС тестеров приведены в таблице 36.

Анализируя полученные результаты, следует подчеркнуть высокую оценку простых гибридов, используемых в качестве тестеров. Высокие и стабильные за

три года исследований значения эффектов ОКС имели простые гибриды: (Л0159хЛ0225) и (Л0228хЛ0812). Менее стабильные значения по годам имели тестеры: (Л031хЛ226) и (Л098хЛ0818).

Таблица 36 – Результаты оценки ОКС тестеров по признаку «урожайность зерна», (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Тестер	Эффекты ОКС			Вариансы СКС		
	2012г	2013г	2014г	2012г	2013г	2014г
(Л0159хЛ0225)	3,97	8,46	4,67	29,15	52,91	93,77
(Л0130хЛ0112)	-3,20	-4,32	-1,12	31,72	49,23	80,80
(Л0812хЛ030)	-0,77	-4,14	-3,55	26,10	16,96	49,02
(Л0159хЛ0805)	-2,64	-1,55	-5,32	18,66	37,43	38,98
(Л0228хЛ0812)	2,64	1,55	5,32	18,66	37,43	38,98
(Л0228хЛ0800)	-0,61	-4,37	-1,72	6,27	34,54	59,52
(Л031хЛ226)	0,61	4,37	1,72	6,27	34,54	59,52
(Л0159хЛ0800)	-3,99	-0,44	2,42	42,35	88,29	106,98
(Л0192хЛ07/1)	0,31	-2,07	-0,32	13,48	26,65	63,33
(Л098хКр651)	3,69	2,51	-2,10	21,72	57,97	88,37
(Л0229хЛ0800)	0,20	3,16	-1,44	18,32	7,37	37,81
(Л098хЛ0818)	0,84	3,16	1,58	1,07	7,37	18,55
(Л0228хЛ0811)	-0,84	-3,16	-1,58	1,07	7,37	18,55
(Л098хЛ0800)	-0,48	-1,28	4,33	19,31	15,53	36,12
(Кр651хЛ226)	0,48	1,28	-4,33	19,31	15,53	36,12

Оценивая итоги изучения эффектов ОКС тестеров можно заключить, что выделившиеся тестеры являются ценным исходным материалом и могут служить в качестве родительской формы в создании высокопродуктивных раннеспелых гибридов.

4.2 Анализ специфической комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы

Принято считать, что проявление общей комбинационной способности (ОКС) в большинстве своем не зависит от года и условий окружающей среды. Величину ОКС формирует, в основном, аддитивное действие генов. Однако в последнее время многие селекционеры утверждают, что оценки эффектов ОКС очень сильно зависят от года и условий выращивания гибридов и часто не совпадают с оценками специфической комбинационной способности (СКС) [40,180,228].

Показатель комбинационной способности остается одной из основных характеристик линий. Испытание новых самоопылённых линий в гибридных комбинациях (тесткрассах) является главным методом оценки нового исходного материала – линий кукурузы [133,181,197].

При создании высокогетерозисных гибридов, отвечающих всем требованиям современного производства, необходимо получение новых линий, обладающих не только высокой ОКС, но и линий, обеспечивающих высокий урожай в конкретных комбинациях, то есть обладающих высокой СКС [51,125].

Проведя анализ общей комбинационной способности (ОКС) новых самоопыленных линий кукурузы, в нашем случае представляет большой интерес определение вариантов на основе эффектов специфической комбинационной способности (СКС). Высокие значения вариантов СКС по признаку «урожайность зерна» указывают на то, что данная линия в скрещиваниях может давать гибриды как с высокой, так и с низкой урожайностью зерна. Линии с низкими значениями вариантов СКС дают гибриды с более стабильной урожайностью зерна. Поэтому, для анализа СКС новых линий необходимо учитывать ее ОКС. Собственно при анализе СКС новых линий мы уже используем данные ОКС и не рассматриваем линии, показавшие низкие значения ОКС. Для более точной оценки СКС линий, значения вариантов мы приводим также по блокам тестирования отдельно и в зависимости от года изучения.

Значения варiances СКС по признаку «урожайность зерна» новых линий кукурузы первого блока тестирования представлены в таблице 37.

Проведя анализ данных сортоиспытания новых тесткроссов по признаку «урожайность зерна», нами выделены новые самоопыленные линии: Л0404; Л0480; Л0619, обладающие высокими и стабильными значениями варiances СКС во все годы проведенных исследований.

Таблица 37 – Результаты оценки специфической комбинационной способности (σ^2_{Si}) самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Варiances СКС (σ^2_{Si}) по признаку «урожайность зерна»		
	2012г	2013г	2014г
Л0404	90,82	211,61	301,20
Л0480	68,73	28,75	18,75
Л0612	37,54	0,73	258,00
Л0619	43,79	61,47	199,27
Л0489	42,92	-0,77	48,38
Л0808	20,15	31,73	166,88
Л0817	24,29	197,20	70,18
σ^2_{Si} среднее	41,62	57,42	106,30

Принимая во внимание то, что эти линии обладают и стабильно высокой ОКС по урожайности зерна, можно рекомендовать к использованию эти линии для селекции высокогетерозисных гибридов.

Линии Л0612; Л0817; Л0808 хотя и имели большие значения варiances СКС, но не обладали стабильностью их величин в зависимости от года исследований. Данные линии могут быть использованы в селекции более сложных – двойных и трехлинейных гибридов.

На рисунке 4 приведено графическое изображение варьирования эффектов ОКС и варiances СКС у лучших линий в зависимости от года исследований.

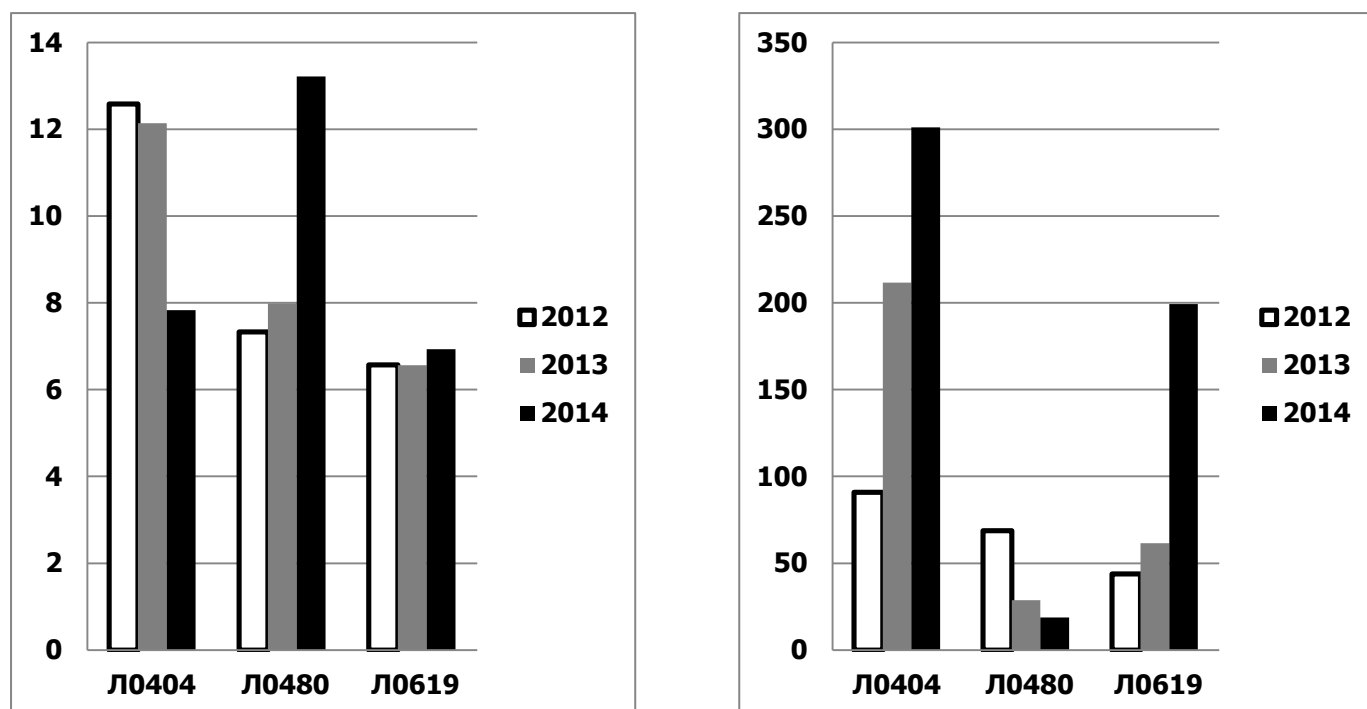


Рисунок 4 - Эффекты ОКС (слева) и варианты СКС (справа) лучших самоопыленных линий 1 блока по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

В таблице 38 приведена оценка СКС по признаку «урожайность зерна» новых линий кукурузы по второму блоку тестирования.

Таблица 38 – Результаты оценки специфической комбинационной способности (σ^2_{Si}) самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Вариансы СКС (σ^2_{Si}) по признаку «урожайность зерна»		
	2012г	2013г	2014г
Л0601	90,79	306,90	491,98
Л0454	17,34	87,92	38,15
Л0480/2	8,07	107,45	22,17
Л0480	12,05	193,25	15,16
Л0300	368,03	106,48	87,01
Л0361	87,21	208,22	65,76
σ^2_{Si} среднее	39,99	81,44	88,81

Анализируя результаты изучения специфической комбинационной способности линий данной группы, следует отметить новую линию Л0601, обладающую стабильно высокими вариансами СКС, независимо от года исследований. Учитывая то обстоятельство, что линия Л0601 обеспечила в скрещиваниях очень высокие и стабильно ровные по годам исследований эффекты ОКС, можно предположить о возможности использования данной линии в селекции высокогетерозисных простых и трехлинейных гибридов. Высокие значения вариансы СКС линии Л0300, сочетаясь с очень высокими, но нестабильными по годам исследований эффектами ОКС, предполагает использование данной линии в селекции более сложных гибридов - двойных гибридов и синтетических популяций.

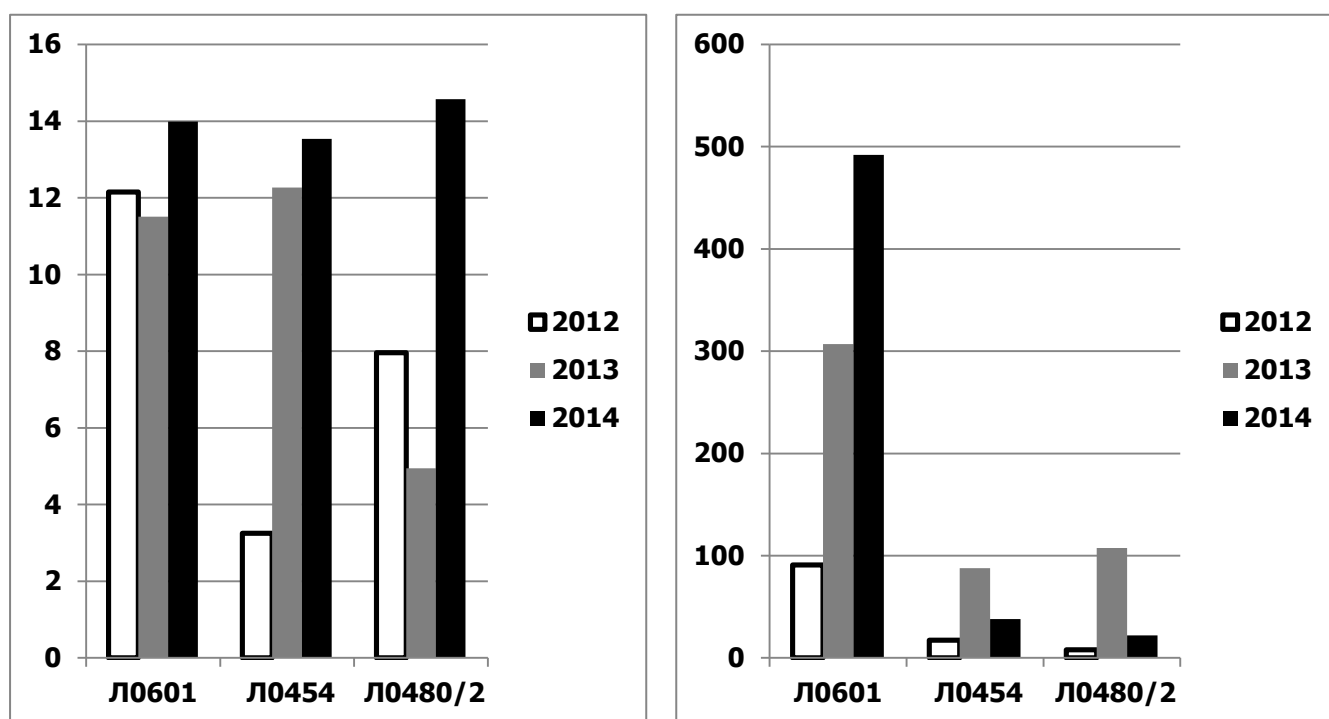


Рисунок 5 - Эффекты ОКС (слева) и вариансы СКС (справа) лучших самоопыленных линий 2 блока по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

На рисунке 5 изображено варьирование эффектов ОКС и вариансов СКС у лучших линий по урожайности зерна в зависимости от года исследований.

Следующая группа линий, представляющая третий блок тестирования, приведена в таблице 39.

Анализируя результаты таблицы можно отметить, что ни одна из приведенных линий не характеризуется стабильно высокими вариансами СКС в годы исследований. Так, в 2014 году варианты СКС всех лучших линий были ниже среднего.

Данные результаты подтверждают, что специфическая комбинационная способность сильно подвержена высокой изменчивости в зависимости от погодных условий.

Таблица 39 – Результаты оценки специфической комбинационной способности (σ^2_{Si}) самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Вариансы СКС (σ^2_{Si}) по признаку «урожайность зерна»		
	2012г	2013г	2014г
Л0319	24,51	3,25	35,75
Л0613	25,40	10,51	1,04
Л0309	15,19	168,59	4,77
Л0369	11,59	257,90	13,06
Л0451	25,96	1,25	17,37
σ^2_{Si} среднее	18,81	77,91	113,27

Поэтому очень важно отбирать гибридные комбинации, обеспечившие не только высокие значения вариантов СКС, но и характеризующиеся стабильностью показателей по годам исследований.

На рисунке 6 изображено варьирование эффектов ОКС и вариантов СКС у лучших линий в зависимости от года исследований.

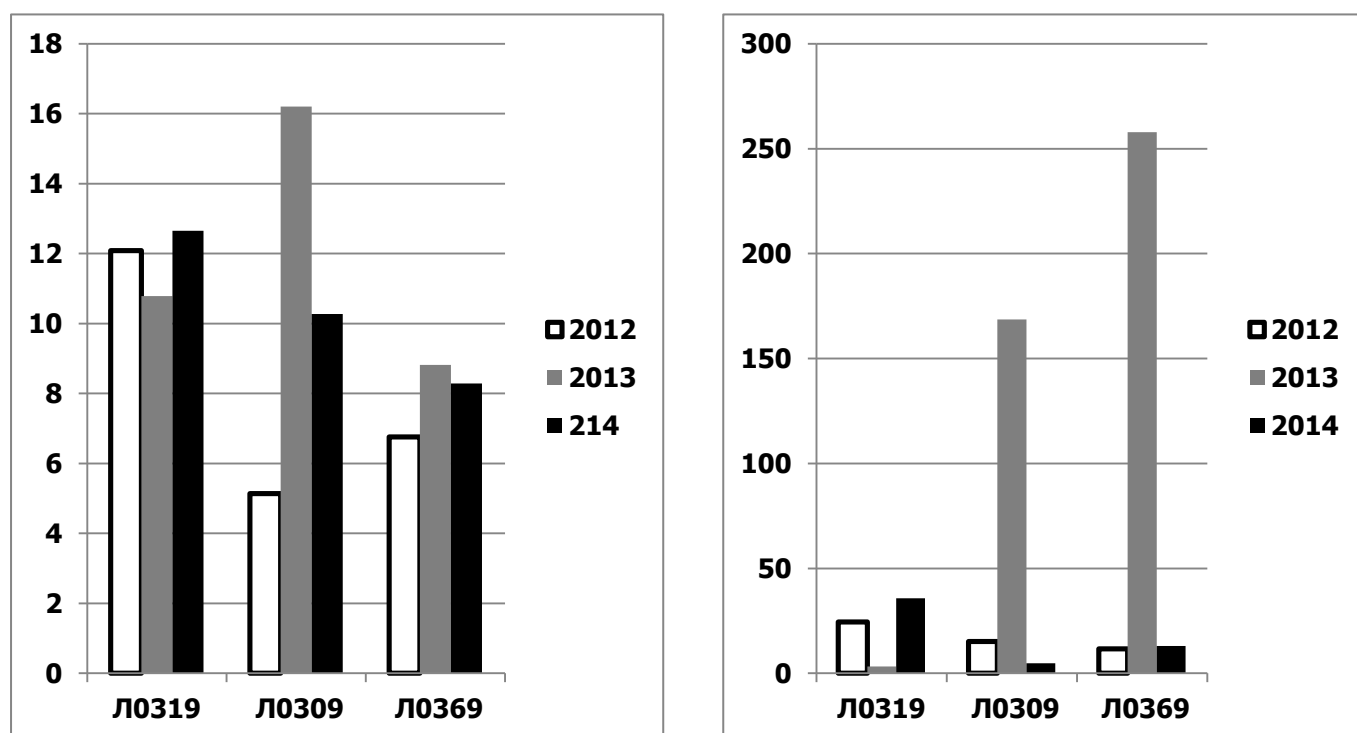


Рисунок 6 - Эффекты ОКС (слева) и варианты СКС (справа) лучших самоопыленных линий 3 блока по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

В таблице 40 представлена оценка СКС новых самоопыленных линий 4 блока тестирования. Как видно из таблицы, высокими и стабильными, за все годы исследований значениями вариантов СКС характеризовались линии Л0613 и Л0608.

Таблица 40 – Результаты оценки специфической комбинационной способности (σ^2_{Si}) самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Вариансы СКС (σ^2_{Si}) по признаку «урожайность зерна»		
	2012г	2013г	2014г
Л0680	4,27	4,95	22,62
Л0613	41,26	144,12	148,55
Л0608	65,68	253,56	64,99
Л0682	115,59	124,75	10,80
Л0706	113,86	77,96	48,78
σ^2_{Si} среднее	38,72	83,26	123,40

Обе эти линии имели высокие эффекты ОКС по урожайности зерна за все годы изучения. Таким образом, данные линии являются ценным исходным материалом для селекции высокогетерозисных гибридов. Линия Л0680 в данном блоке характеризуется стабильно низкими значениями вариансы СКС по урожайности зерна. Принимая во внимание то, что эта линия имеет очень высокие эффекты ОКС во все годы исследований, можно предположить, что включая данную линию в скрещивания, можно получить гибридные комбинации с высокой урожайностью зерна.

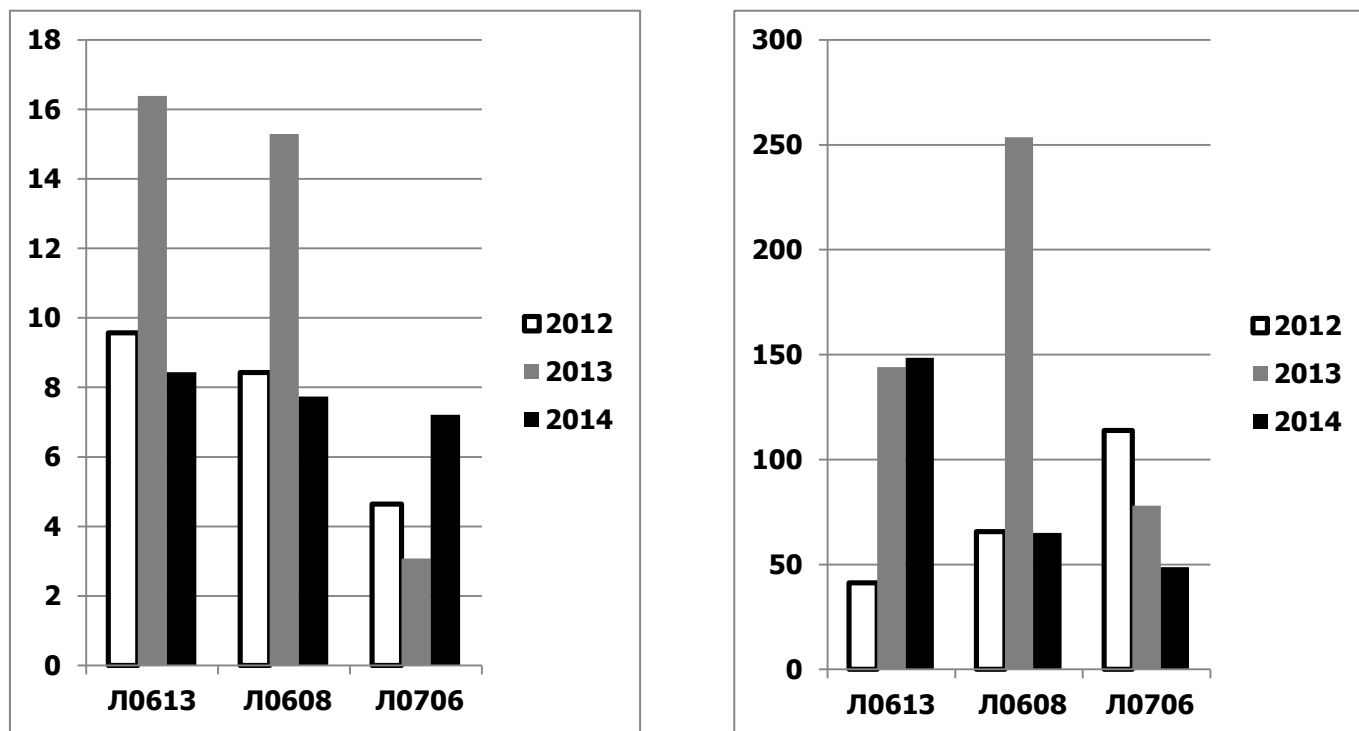


Рисунок 7 - Эффекты ОКС (слева) и варианты СКС (справа) лучших самоопыленных линий 4 блока по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

На рисунке 7 изображено варьирование эффектов ОКС и варианс СКС у лучших линий в зависимости от года исследований.

Таблица 41 – Результаты оценки специфической комбинационной способности (σ^2_{Si}) самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Вариансы СКС (σ^2_{Si}) по признаку «урожайность зерна»		
	2012г	2013г	2014г
Л0404	117,01	282,75	183,74
Л0480	42,76	299,89	78,93
Л0681	12,35	0,02	5,71
Л0609	52,72	71,48	27,33
σ^2_{Si} среднее	40,07	91,74	80,24

В таблице 41 приведена оценка СКС новых линий пятого блока тестирования. Высокими и стабильными по годам исследований значениями вариантов СКС характеризовались новые линии Л0404 и Л0480. Следует отметить, что эти линии имели высокие эффекты ОКС по признаку «урожайность зерна» за все годы изучения. К тому же, данные линии уже участвовали в предыдущих схемах, показав аналогичные результаты как по эффектам ОКС, так и по вариансам СКС.

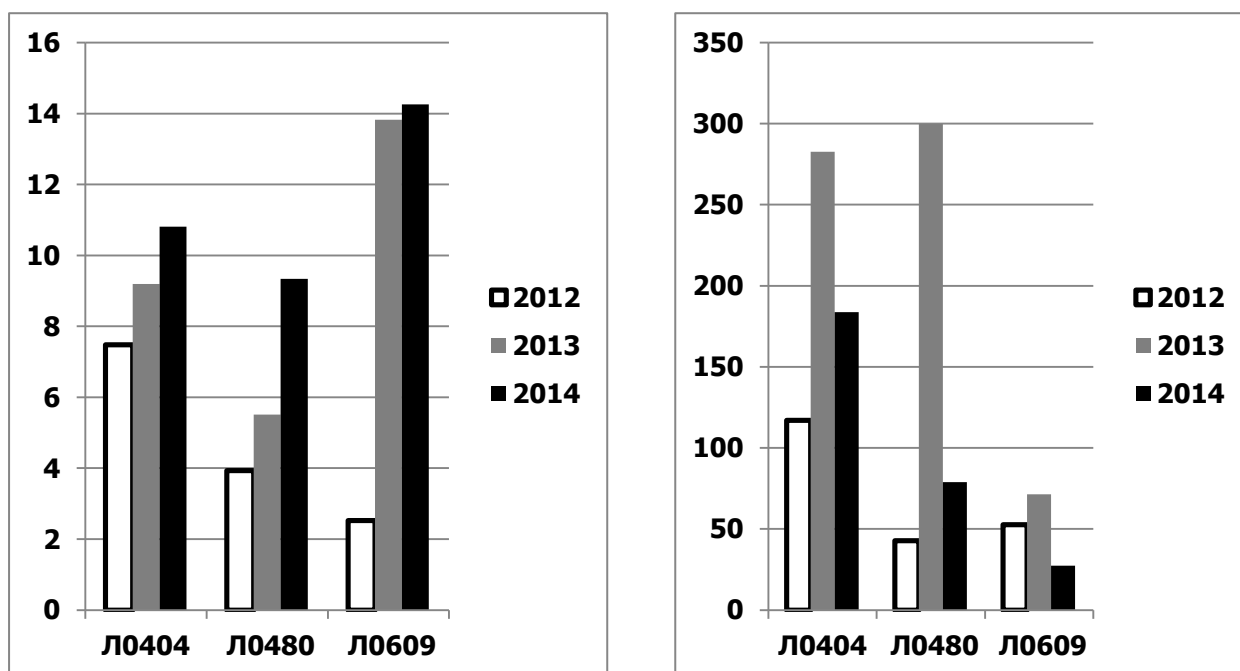


Рисунок 8 - Эффекты ОКС (слева) и варианты СКС (справа) лучших самоопыленных линий 5 блока по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

На рисунке 8 изображено варьирование эффектов ОКС и вариантов СКС у лучших линий в зависимости от года исследований.

В следующих двух таблицах 42 и 43 дается оценка СКС линий из двух небольших блоков тестирования - шестого и седьмого.

Как видно из таблицы, линии, показавшие высокие эффекты ОКС по урожайности зерна не обладали стабильными значениями вариансы СКС в годы сортоиспытания. Исходя из этого, можно предположить, что данные линии в скрещиваниях могут давать высокогетерозисные гибриды лишь с отдельными тестерами.

Таблица 42 – Результаты оценки специфической комбинационной способности (σ^2_{Si}) самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Вариансы СКС (σ^2_{Si}) по признаку «урожайность зерна»		
	2012г	2013г	2014г
Л0130	0,95	45,57	187,42
Л0407	0,15	20,87	9,18
σ^2_{Si} среднее	3,87	17,88	36,53

Таблица 43 – Результаты оценки специфической комбинационной способности (σ^2_{Si}) самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Линия	Вариансы СКС (σ^2_{Si}) по признаку «урожайность зерна»		
	2012г	2013г	2014г
Л0402	0,3	22,72	39,53
Л0300	12,6	191,72	0,23
σ^2_{Si} среднее	37,47	33,94	66,05

Завершив рассмотрение вопроса оценки новых самоопыленных линий кукурузы на их общую и специфическую комбинационную способность по признаку «урожайность зерна», можно констатировать, что: при оценке КС по признаку

«урожайность зерна» наблюдалась большая вариабельность вариантов СКС, чем эффектов ОКС от условий года испытания.

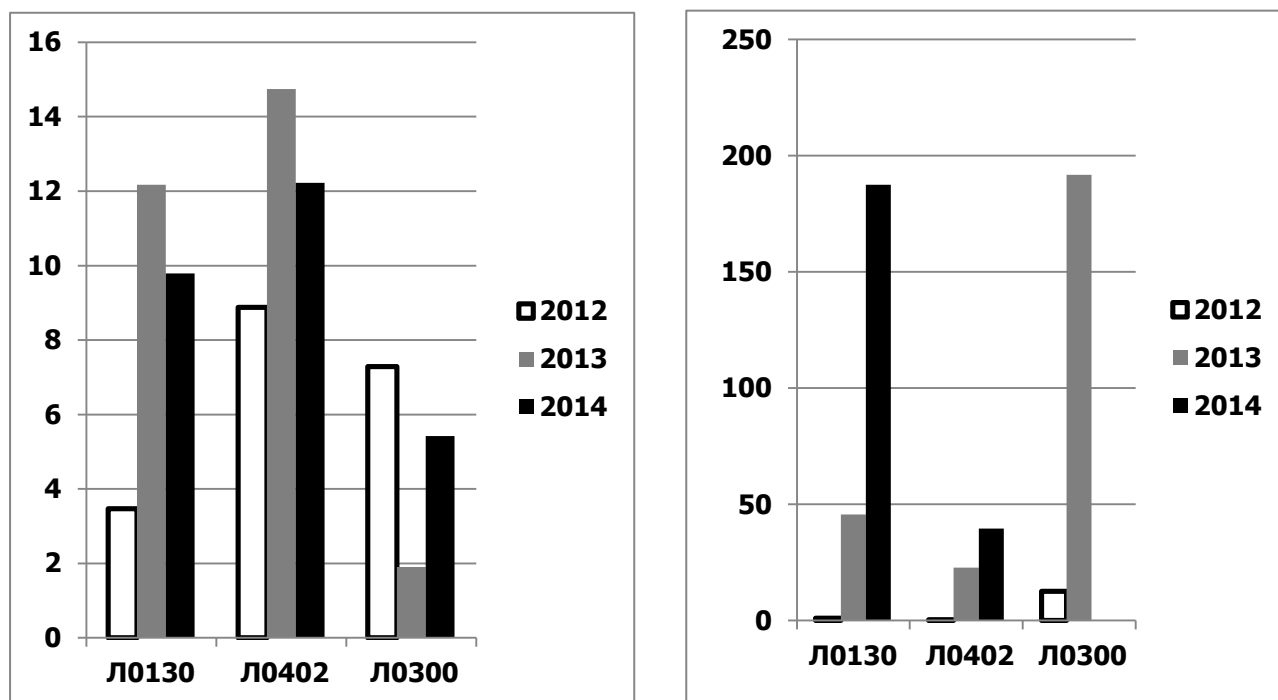


Рисунок 9 - Эффекты ОКС (слева) и варианты СКС (справа) лучших самоопыленных линий 6 и 7 блоков по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

На рисунке 9 изображено варьирование эффектов ОКС и вариантов СКС у лучших линий в зависимости от года исследований.

Итогом оценки комбинационной способности большого количества новых самоопыленных линий кукурузы по урожайности зерна явилось формирование группы линий, обладающих высокими и стабильными по годам исследований значениями ОКС и СКС. Выделены линии: Л0404; Л0480; Л0612; Л0613; Л0619; Л0601; Л0300; Л0319; Л0608; Л0680, являющиеся ценным исходным материалом для селекции высокогетерозисных гибридов.

4.3 Сравнительная характеристика основных хозяйственно-ценных признаков выделившихся тесткроссов

4.3.1 Характеристика морфо-биологических признаков лучших тесткроссов кукурузы

Высота растений и высота прикрепления початка.

При оценке и отборе новых самоопыленных линий, а также создании новых высокопродуктивных гибридов, важным показателем являются количественные признаки, отвечающие за продуктивность [184,217,223]. В нашей работе при изучении тесткроссов, мы определяли высоту растений и высоту прикрепления початка на растениях, а также период от всходов до цветения початков. Высота растений очень важный признак в ряду количественных показателей, так как именно от высоты растений часто зависит высота прикрепления початка и облиственность растений. В свою очередь, высота прикрепления початка влияет на технологическую оценку гибрида при выращивании в производстве. Например, зерновые гибриды должны быть низкорослыми с достаточно высоким прикреплением початка, что обеспечит качественную комбайновую уборку с минимальными потерями. Высота растений в сумме с облиственностью – один из главных показателей при создании гибридов силосного направления.

Большое значение высота растений и высота прикрепления початка оказывают на полегание растений.

При характеристике тесткроссов по признакам «высота растений» и «высота прикрепления початка» мы рассматриваем все тесткроссы вместе, не разделяя их на блоки, как делали в случае с характеристикой признака «урожайность зерна».

В таблице 44 приведено варьирование высоты растений у тесткроссов в зависимости от года изучения. Как видно из таблицы, в результате обработки данных по признаку «высота растений» получены минимальные, статистически незначительные различия значений данного признака у изученных тесткроссов, $CV < 10\%$ – за три года исследований.

Таблица 44 – Варьирование признака «высота растений» у тесткроссов, в зависимости от года изучения, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Высота растений, см			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
N	299	299	299	299
$\bar{X} \pm s_x$, см	225,48 $\pm$ 0,90	230,05 $\pm$ 0,90	216,63 $\pm$ 0,84	224,06 $\pm$ 0,74
$X_{\min}$, см	187,5	194,0	178,0	188,9
$X_{\max}$, см	282,3	285,7	265,0	276,3
Lim, см	94,7	91,7	87,0	87,4
S	16,0	16,05	15,03	13,32
CV, %	7,09	6,98	6,93	5,94
HCP ₀₅	4,34	3,03	4,43	16,36

Этот факт говорит о значительной выравненности новых тесткроссов по высоте растений, что подтверждают и результаты дисперсионного анализа (Приложение 4).

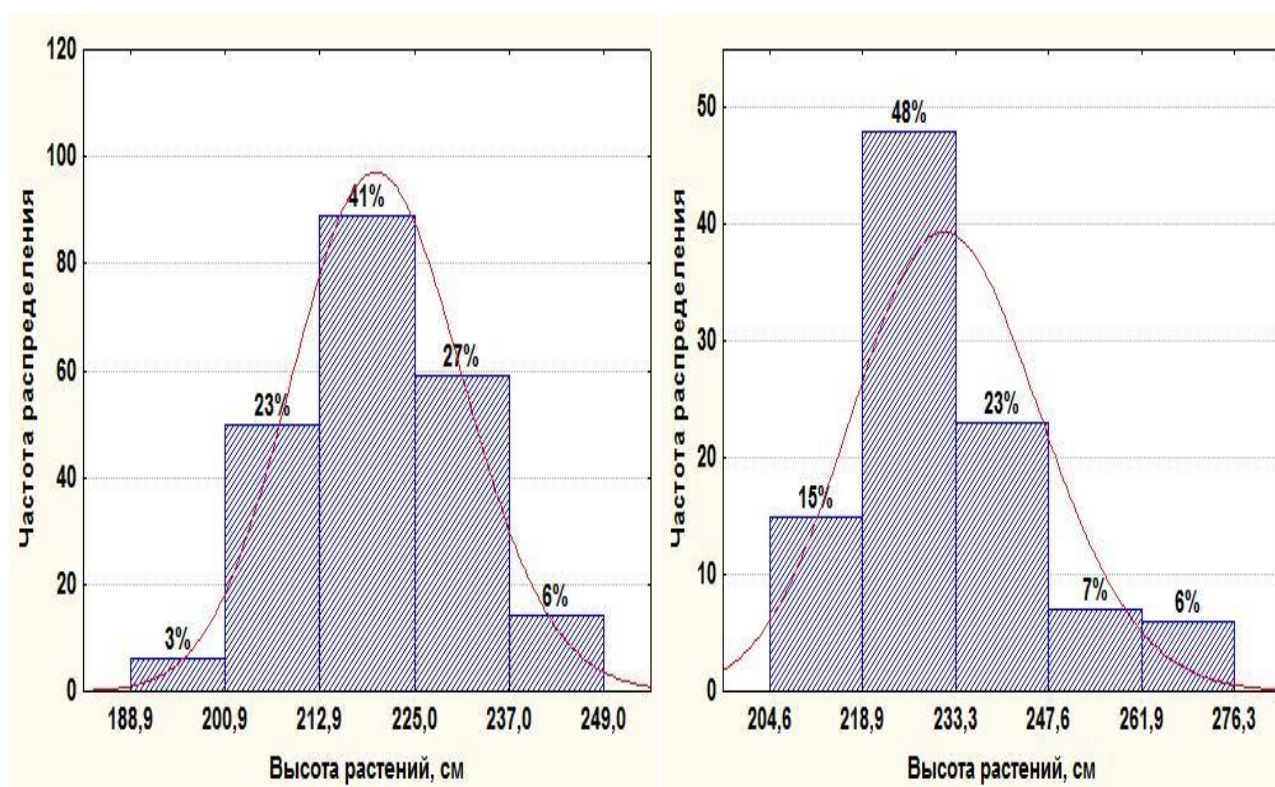


Рисунок 10 – Распределение новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) тесткроссов по признаку «высота растений», (2012-2014 гг.)

Коэффициент вариации признака «высота растений» у тесткроссов составил 7,09%; 6,98%, и 6,93% за 2012-2014 годы изучения, соответственно. Распределение тесткроссов по признаку «высота растений» за все годы изучения, как в раннеспелой, так и в среднеранней группах, принимая во внимание низкий коэффициент вариации, было схожим. Так, в раннеспелой группе основная часть тесткроссов (более 90%) по высоте растений находилась в интервале 209,6÷231,2 см, при средней высоте растений $X_{cp} \pm t_{05} S_x = 220,4 \pm 10,8$ см. В среднеранней группе основная масса тесткроссов (около 90%) по признаку «высота растений» располагалась в интервале 217,5÷246,9 см, при средней высоте растений $X_{cp} \pm t_{05} S_x = 232,2 \pm 14,7$ см (Рисунок 10). Незначительное количество растений (10-13%) обеих групп имели высоту ниже или выше среднего значения.

Таблица 45 - Характеристика лучших раннеспелых тесткроссов по признаку «высота растений» (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Формула гибрида	Высота растений, см				
	2012г	2013г	2014г	Среднее	Откл. от стандарта
Краснодарский 194 МВ ст.	220,0	226,3	230,5	225,6	-
(Л0228хЛ0812)хЛ0619	258,8	263,5	224,8	249,0	23,4
(Л031хЛ226)хЛ0703	251,8	258,1	217,5	242,5	16,9
(Л0159хЛ0805)хЛ0404	262,3	266,5	197,4	242,0	16,4
(Л0228хЛ0800)хЛ0682	247,5	254,1	217,0	239,5	13,9
(Л0159хЛ0800)хЛ0369	242,5	246,6	229,0	239,4	13,8
(Л0159хЛ225)хЛ0451	227,5	233,6	256,5	239,2	13,6
(Л0228хЛ0812)хЛ0601	248,5	251,7	217,0	239,1	13,5
(Л0159хЛ225)хЛ0808	237,8	242,3	236,0	238,7	13,1
(Л0159хЛ0800)хЛ0706	242,5	247,3	226,0	238,6	13,0
(Л0228хЛ0800)хЛ0309	241,5	242,2	232,0	238,6	13,0
НСР ₀₅	4,12	2,96	4,56	14,3	

В таблице 45 приведена характеристика лучших по признаку «высота растений» раннеспелых тесткроссов. Стандартом, как и в случае с урожайностью зерна, был принят раннеспелый гибрид Краснодарский 194 МВ. Как видно из таблицы, лучшие раннеспелые тесткроссы превышали по высоте растений стандарт на 13 – 23 см. Следует отметить, что среди тесткроссов, выделившихся по признаку «высота растений», присутствуют гибриды, показавшие высокую урожай-

ность зерна за все годы изучения. Так, тесткросс (Л0159хЛ225)хЛ0808 имел урожайность зерна в среднем за три года изучения 65,1 ц/га, что на 7 ц/га выше, чем у стандарта. Еще более значительное превышение было в 2013-2014 годах. Высокую урожайность зерна показал и тесткросс (Л0159хЛ0800)хЛ0706. Еще один фактор выделяет эти два гибрида – это более низкая, чем у стандарта уборочная влажность зерна. То обстоятельство, что среди изученных тесткроссов выделились высокорослые раннеспелые гибриды, способные формировать высокую урожайность зерна при низкой его уборочной влажности, позволяет в дальнейшем вести работу с этим материалом по созданию гибридов силосного типа. Именно раннеспелые гибриды силосного направления, способные сформировать максимальное количество сухого вещества в более северных регионах кукурузосеяния пользуются в настоящее время огромным спросом.

Таблица 46 - Характеристика лучших среднеранних тесткроссов по признаку «высота растений» (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Формула гибрида	Высота растений, см				
	2012г	2013г	2014г	Среднее	Откл. от стандарта
Краснодарский 291АМВ ст.	239,5	240,0	229,1	236,2	-
(Л098хКр651)хЛ0369	280,0	283,8	265,0	276,2	40,0
(Л098хКр651)хЛ0600	282,2	285,7	244,0	270,6	34,4
(Л098хКр651)хЛ0807	278,0	281,3	240,5	266,6	30,4
(Л098хКр651)хЛ0608	268,5	270,1	255,7	264,7	28,5
(Л098хКр651)хЛ0818	265,2	269,3	259,0	264,5	28,3
(Л098хКр651)хЛ0823	274,0	279,7	238,0	263,9	27,7
(Л0192хЛ07/1)хЛ0706	272,5	276,1	234,7	261,1	24,9
(Л0229хЛ0800)хЛ0357	272,5	275,3	233,0	260,2	24,0
(Л098хКр651)хЛ0814	258,5	261,4	248,7	256,2	20,0
(Л098хКр651)хЛ0601	272,2	278,8	217,3	256,0	19,8
НСР ₀₅	4,89	3,33	3,88	18,81	

В таблице 46 приведена характеристика лучших среднеранних тесткроссов, выделившихся по признаку «высота растений». Как видно из таблицы, лучшие тесткроссы в среднем за три года испытаний имели высоту растений на 20-40 см больше, чем у принятого в качестве стандарта среднераннего гибрида Краснодарский 291 АМВ. Часто по годам это превышение было еще более значительным.

Как уже отмечалось выше, признак «высота прикрепления початка» - один из наиболее важных в оценке линий и гибридов кукурузы. В таблице 47 приведены значения варьирования признака «высота прикрепления початка» новых тест-кроссов.

Таблица 47 – Варьирование признака «высота прикрепления початка» изучаемых тесткроссов, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Высота прикрепления початка, см			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
N	299	299	299	299
$X_{cp} \pm s_x$, ц/га	87,9 $\pm$ 0,60	92,5 $\pm$ 0,6	81,9 $\pm$ 0,59	87,4 $\pm$ 0,49
X_{min} , ц/га	41,0	45,9	57,5	48,2
X_{max} , ц/га	118,5	122,9	113,0	110,9
Lim, ц/га	77,5	76,9	55,5	62,6
S	10,7	10,8	10,5	8,7
CV,%	12,2	11,7	12,9	9,9
HCP ₀₅	4,58	3,15	4,36	12,22

Как видно из таблицы, коэффициент вариации данного признака в среднем за три года, аналогично высоте растений, имел статистически несущественные различия значений изученных тесткроссов, CV<10%.

В отдельности по годам, показатели признака «высота прикрепления початка» в 2012 году составили 12,2%, в 2013 году – 11,7% и в 2014 году - 12,9%, что немного превышает порог незначительной изменчивости (CV>10%). Данные показатели варьирования признака свидетельствуют о незначительно большей вариабельности признака «высота прикрепления початка», чем высота растений (Приложение 5).

Распределяя на графике тесткроссы по признаку «высота прикрепления початка» можно отметить, что в раннеспелой группе большая часть гибридов (более 90%) располагалась в интервале 77,1÷92,9 см, при средней величине показателя $X_{cp} \pm t_{05} s_x = 85,0 \pm 7,9$ см. В среднеранней группе основная масса тесткроссов (более 80%) располагалась в интервале 85,1÷100,9 см, при средней $X_{cp} \pm t_{05} s_x = 93,0 \pm 7,9$ см.

Следует отметить, что высота прикрепления початка у всех изученных тесткроссов соответствует требованиям механизированной уборки (30-50см) (Рисунок 11).

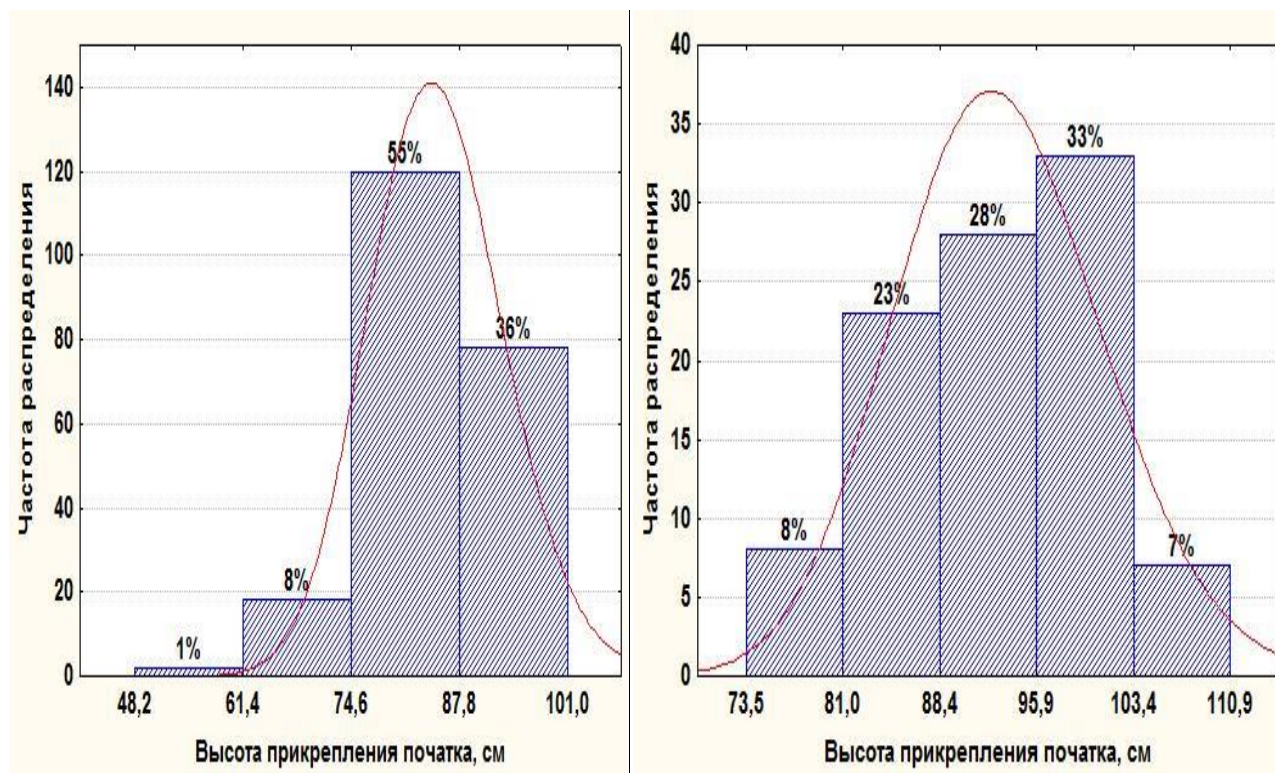


Рисунок 11 – Распределение новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) тесткроссов по признаку «высота прикрепления початка», в среднем за 2012-2014гг.

Таким образом, в результате изучения тесткроссов были выделены гибриды, обладающие набором селекционных и хозяйственно-ценных признаков и свойств. Данное обстоятельство обуславливает возможность проведения отбора и выделения гибридов с селекционно-ценными качествами.

Вегетационный период.

Интерес к вегетационному периоду и необходимость его изучения возросли по мере продвижения кукурузы в более северные зоны кукурузосеяния, в районы с коротким безморозным периодом. Еще Н.И.Вавилов доказывал, что знание продолжительности вегетационного периода того или иного образца определяет возможность его возделывания в определенном регионе [17,36,89,198].

Особое значение этому признаку придается в селекции кукурузы, ввиду актуальности вопросов создания раннеспелых гибридов и расширения зоны кукурузосеяния за счет продвижения на север [137,138,165].

Признак «продолжительность вегетационного периода» очень сложен в объективном определении. Существует несколько способов определения продолжительности вегетационного периода и все они имеют право на существование и использование в селекции кукурузы. Многие селекционеры используют один из классических способов – это классификация гибридов по количеству листьев на растении [9,43,69,132].

В настоящее время появилось много новых раннеспелых гибридов (особенно зарубежной селекции) у которых количество листьев не отличается от количества листьев у позднеспелых гибридов. Особенно трудно определить различие в менее отдаленных по вегетации группах, например между раннеспелой и средне-ранней группой.

Таблица 48 - Варьирование признака «количество дней от всходов до цветения початков» изучаемых тесткроссов, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Количество дней от всходов до цветения початков. дн.			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
N	299	299	299	299
$X_{\text{ср}} \pm s_x$, ц/га	42,2 $\pm$ 0,18	43,9 $\pm$ 0,11	46,4 $\pm$ 0,09	44,2 $\pm$ 0,11
X_{min} , ц/га	35,0	40,0	40,0	40,3
X_{max} , ц/га	53,0	51,0	54,0	52,0
Lim, ц/га	18,0	11,0	11,0	11,6
S	3,2	2,0	1,7	2,0
CV, %	7,7	4,7	3,7	4,6
дов. инт. $\pm$	0,36	0,23	0,19	0,23

Более надежным способом определения вегетационного периода является использование показателя образования черного слоя клеток в плацентной части зерновки. Однако этот способ очень трудоемок и субъективен.

В нашем случае при изучении новых гибридов, для определения вегетационного периода использовался показатель количества дней от всходов до цветения початков.

В таблице 48 приведены результаты варьирования признака «количество дней от всходов до цветения початков» среди всего набора новых тесткроссов.

Как видно из таблицы, варьирование данного признака было незначительным и в среднем за три года изучения, коэффициент вариации составил 4,6%. В разные годы коэффициенты вариации различались от 7,7% в 2012 году до 3,7% в 2014 году, но эти значения были минимальными и статистически несущественными, $CV < 10\%$ (Приложение 6).

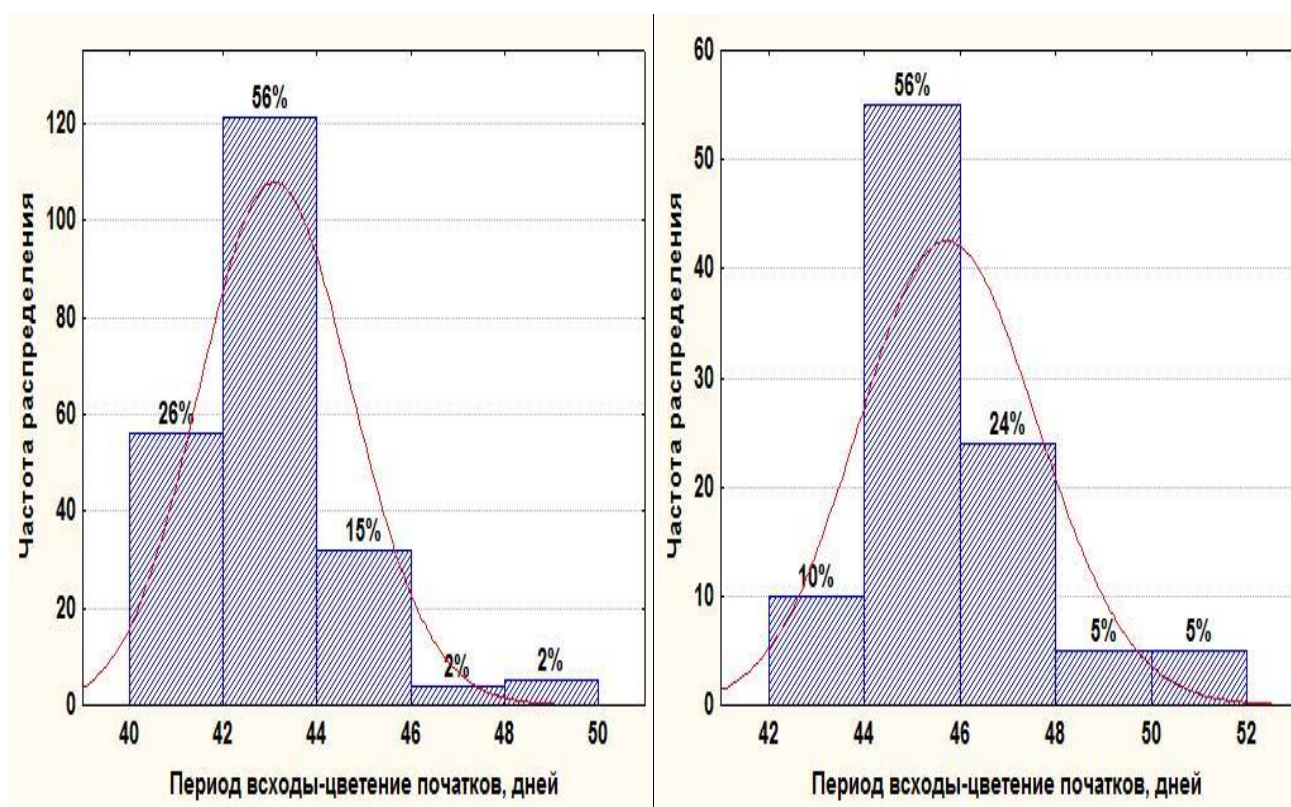


Рисунок 12 – Распределение новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) тесткроссов по признаку «период всходы - цветение початков» (2012-2014 гг.)

Отражая на графике распределение тесткроссов по признаку «количество дней от всходов до цветения початков», (Рисунок 12) можно отметить, что гибриды обеих групп в основном располагались в одном интервале.

Данное обстоятельство подтверждает низкую вариабельность признака у тесткроссов за период исследований. Так, большинство тесткроссов раннеспелой группы (более 80%) располагались в интервале $41,9 \div 45,1$ см, при средней $X_{cp} \pm t_{05} S_x = 43,5 \pm 1,6$ дней. Тесткроссы среднеранней группы (более 90%) – в интервале $44,2 \div 47,8$ см, при средней $X_{cp} \pm t_{05} S_x = 46,0 \pm 1,8$ дней. Отдельные гибриды имели период от всходов до цветения початков менее 40 дней либо более 50 дней, но их было менее 10%.

В заключении мы приводим морфо-биологическую характеристику лучших по урожайности зерна тесткроссов. В таблице 49 приведена характеристика выделившихся высокоурожайных раннеспелых тесткроссов контрольного питомника.

Стандартом в данной группе был принят раннеспелый гибрид Краснодарский 194 МВ. Гибриды, приведенные в таблице, являются 10 лучшими по урожайности в среднем за три года испытаний. Лучшие из них, при равных со стандартом показателях селекционных признаков, имели во все годы изучения значительно большую урожайность зерна. Необходимо выделить гибрид (Л0228хЛ0812)хЛ0300, который вошел в десятку лучших тесткроссов в среднем за годы изучения. В 2012 неблагоприятном по влагообеспеченности году данный гибрид при равной со стандартом высоте растений и высоте прикрепления початка имел период от всходов до цветения початков - на 3 дня меньше, чем у стандарта. Урожайность зерна этого гибрида была на 10 ц/га больше, чем у стандарта, при уборочной влажности на 2% ниже. Еще лучшие результаты этот гибрид показал в 2014 году. При урожайности 90,3 ц/га он имел уборочную влажность зерна 13,9%, что на 3,7% ниже, чем у стандарта, а высота растений и высота прикрепления початка были незначительно выше. В самый благоприятный по погодным условиям 2014 год, большинство выделившихся тесткроссов имели период от всходов до цветения початков равный стандарту. Тем не менее, их урожайность значительно превышала урожайность зерна стандарта (на 6,7-14,2 ц/га). Следует отметить тот факт, что большинство тесткроссов имели более низкую уборочную влажность зерна, чем соответствующий стандарт.

Таблица 49 - Характеристика хозяйственно-ценных признаков лучших раннеспелых тесткроссов кукурузы (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Гибрид	Урож. зерна, ц/га	Убор. вл. зерна, %	Период всх.-цв. поч., дн.	Высота раст., см	Высота прикр. поч., см
2012г					
Краснодарский 194 МВ ст.	34,60	15,0±0,05	43	225,6±2,50	85,8±0,50
(Л031хЛ226)хЛ0309	49,69	13,9±0,05	42	226,0±2,50	83,5±0,50
(Л031хЛ226)хЛ0613	50,09	14,2±0,20	41	217,8±0,25	88,0±1,00
(Л031хЛ226)хЛ0319	58,10	16,1±0,05	42	222,5±0,50	79,0±2,00
(Л0159хЛ0800)хЛ0608	50,23	14,3±0,05	39	217,3±0,75	93,3±0,25
(Л0159хЛ0805)хЛ0601	50,49	15,4±0,05	43	222,5±0,50	87,8±0,25
(Л0159хЛ0800)хЛ0680	49,73	15,0±0,05	38	215,3±2,75	93,0±0,50
(Л0159хЛ0800)хЛ0682	50,71	13,6±0,10	36	212,8±0,75	82,5±0,50
(Л0159хЛ0800)хЛ0613	48,04	15,6±0,15	38	198,3±0,25	73,3±0,25
(Л0228хЛ0812)хЛ0300	50,45	13,1±0,05	40	232,0±1,00	82,8±0,25
(Л0228хЛ0800)хЛ0369	49,73	15,5±0,35	41	242,3±0,25	87,5±0,50
НСР ₀₅	4,1				
2013г					
Краснодарский 194 МВ ст.	59,00	19,5±0,24	45	230,1±2,25	90,0±0,25
(Л031хЛ226)хЛ0309	93,92	19,8±0,51	45	229,6±0,40	83,4±0,50
(Л031хЛ226)хЛ0613	87,90	18,2±0,41	45	222,0±1,00	94,3±0,25
(Л031хЛ226)хЛ0319	80,60	19,0±0,25	45	227,3±0,75	82,5±0,50
(Л0159хЛ0800)хЛ0608	88,06	16,2±0,35	41	220,6±0,10	98,0±0,50
(Л0159хЛ0805)хЛ0601	76,76	15,8±0,05	40	227,9±0,40	92,8±0,75
(Л0159хЛ0800)хЛ0680	81,90	16,2±0,13	42	220,3±0,75	98,5±1,00
(Л0159хЛ0800)хЛ0682	81,38	17,4±0,76	43	218,2±0,45	87,1±0,50
(Л0159хЛ0800)хЛ0613	84,19	15,9±0,23	40	201,5±0,50	79,0±0,50
(Л0228хЛ0812) хЛ0300	78,69	16,3±0,17	42	237,4±0,25	86,7±0,75
(Л0228хЛ0800)хЛ0369	79,97	17,0±0,10	45	247,8±0,25	90,3±0,50
НСР ₀₅	5,4				
2014г					
Краснодарский 194 МВ ст.	79,60	17,6±0,93	47	223,7±0,50	88,3±1,25
(Л031хЛ226)хЛ0309	90,43	16,4±0,28	48	211,3±2,25	76,3±2,25
(Л031хЛ226)хЛ0613	93,19	14,2±0,46	47	227,3±2,75	78,0±2,50
(Л031хЛ226)хЛ0319	90,13	16,0±0,14	48	207,5±3,00	68,0±3,50
(Л0159хЛ0800)хЛ0608	86,33	18,4±1,03	45	207,8±0,25	74,3±0,25
(Л0159хЛ0805)хЛ0601	93,86	13,2±0,11	44	218,5±0,50	93,3±0,75
(Л0159хЛ0800)хЛ0680	88,81	12,9±0,14	47	202,8±0,25	61,3±0,75
(Л0159хЛ0800)хЛ0682	87,63	17,3±0,30	46	216,5±1,00	66,5±0,55
(Л0159хЛ0800)хЛ0613	87,33	16,3±0,93	44	222,5±0,10	72,7±1,20
(Л0228хЛ0812)хЛ0300	90,31	13,9±0,58	45	226,8±2,75	91,8±2,25
(Л0228хЛ0800)хЛ0369	89,11	16,4±0,17	47	207,5±2,50	72,3±1,75
НСР ₀₅	5,1				

Тесткросс (Л0159хЛ0800)хЛ0680 при равном со стандартом вегетационном периоде (47 дней) имел уборочную влажность на 4,7% ниже.

Таблица 50 - Характеристика хозяйственно-ценных признаков лучших среднеранних тесткроссов кукурузы (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Гибрид	Урож. зерна, ц/га	Убор. вл. зерна, %	Период всх.-цв. поч., дн.	Высота раст., см	Высота прикр. поч., см
2012г					
Краснодарский 291 АМВ ст.	43,50	17,0±0,45	49	236,1±0,50	90,1±0,50
(Л098хКр651)хЛ0680	61,74	16,7±0,25	43	250,0±2,25	105,0±0,20
(Л098хКр651)хЛ0613	56,01	15,3±0,30	44	245,5±2,50	103,0±0,50
(Л0229хЛ0800)хЛ0404	57,21	14,3±0,10	42	232,5±0,50	100,0±2,00
(Л0229хЛ0800)хЛ0681	53,77	15,3±0,10	43	237,5±0,50	92,5±0,50
(Л0192хЛ07/1)хЛ0680	54,52	15,8±0,10	50	242,3±0,25	95,0±2,50
(Л0229хЛ0800)хЛ0609	49,73	13,1±0,10	40	230,0±2,50	98,3±0,25
(Л098хЛ0800)хЛ0402	47,88	15,1±0,10	45	217,5±2,00	100,3±2,70
(Л0229хЛ0800)хЛ0480	50,64	18,4±0,45	44	232,3±0,25	82,3±0,25
(Л0192хЛ07/1)хЛ0608	49,65	18,7±0,15	51	235,0±3,00	105,5±2,50
(Кр651хЛ226)хЛ0402	48,07	19,4±0,4	49	217,3±0,75	87,5±0,50
НСР ₀₅	4,1				
2013г					
Краснодарский 291 АМВ ст.	69,30	21,1±0,38	48	239,7±4,30	95,0±0,38
(Л098хКр651)хЛ0680	80,30	17,5±0,61	46	255,4±0,60	108,9±1,90
(Л098хКр651)хЛ0613	85,03	18,6±1,06	45	250,1±0,25	106,8±1,20
(Л0229хЛ0800)хЛ0404	79,65	17,3±0,21	47	236,0±0,50	103,4±2,00
(Л0229хЛ0800)хЛ0681	77,13	16,3±0,20	46	241,6±0,75	98,9±1,85
(Л0192хЛ07/1)хЛ0680	79,65	18,5±0,63	45	248,2±0,35	100,4±1,20
(Л0229хЛ0800)хЛ0609	78,36	17,0±0,11	47	233,9±1,10	100,5±0,40
(Л098хЛ0800)хЛ0402	79,55	16,3±0,20	45	223,0±0,50	106,5±2,00
(Л0229хЛ0800)хЛ0480	76,32	17,5±0,51	46	236,3±0,25	87,2±0,65
(Л0192хЛ07/1)хЛ0608	78,31	19,9±0,08	45	239,1±0,90	105,3±2,20
(Кр651хЛ226)хЛ0402	75,36	16,1±0,28	46	221,5±0,50	93,8±0,25
НСР ₀₅	5,4				
2014г					
Краснодарский 291 АМВ ст.	77,90	21,7±1,42	48	217,0±0,50	84,5±1,25
(Л098хКр651)хЛ0680	93,08	15,1±0,20	46	227,3±2,75	76,8±1,75
(Л098хКр651)хЛ0613	90,77	18,5±0,61	46	242,0±2,25	95,0±1,50
(Л0229хЛ0800)хЛ0404	94,02	17,8±0,15	47	217,3±2,25	92,5±3,00
(Л0229хЛ0800)хЛ0681	90,24	13,9±0,29	46	207,0±2,50	70,7±0,20
(Л0192хЛ07/1)хЛ0680	86,86	18,6±0,93	48	246,1±0,90	104,0±0,50
(Л0229хЛ0800)хЛ0609	91,58	15,3±0,20	47	200,3±0,25	63,5±0,45
(Л098хЛ0800)хЛ0402	91,75	14,3±0,49	46	232,5±0,50	82,0±0,50
(Л0229хЛ0800)хЛ0480	89,25	17,4±0,32	47	211,5±0,50	82,0±1,00
(Л0192хЛ07/1)хЛ0608	87,84	19,8±0,14	48	222,5±2,00	81,8±0,25
(Кр651хЛ226)хЛ0402	91,52	15,8±0,28	45	210,0±0,50	74,5±3,00
НСР ₀₅	5,1				

Подобная, но более контрастно проявившаяся тенденция, наблюдалась и при сортоиспытании среднеранних тесткроссов. В таблице 50 приведена характеристика хозяйственно-ценных признаков лучших среднеранних тесткроссов за

три года изучения. Почти все выделившиеся тесткроссы имели более низкую уборочную влажность зерна, при значительно большей урожайности зерна. Показатели высоты растений и высоты прикрепления початка были на уровне стандарта или же превышали его.

Таким образом, подводя итоги оценки хозяйственно-ценных признаков у выделившихся тесткроссов кукурузы, можно сделать вывод, что были получены новые раннеспелые и среднеранние гибриды, соответствующие принятым стандартам по вегетационному периоду, но со значительно большей урожайностью зерна. Особо следует отметить, что уборочная влажность данных гибридов была намного ниже, чем у стандартов. У всех выделившихся тесткроссов, высота растений и высота прикрепления початка соответствовала технологическим нормам и была на уровне стандарта.

4.3.2 Оценка урожайности зерна тесткроссов

Основное изучение новых гибридов, полученных как от тестирования, так и от диаллельных скрещиваний, проводилось на полях Краснодарского НИИСХ. Весь набор тесткроссов проходил изучение и обработку данных по блокам, объединенных группой линий и тестерами на которые они тестировались. Для удобства восприятия характеристику результатов мы также приводим по блокам. Всего было изучено 299 тесткроссов, поделенных на семь блоков.

Средние значения варьирования урожайности зерна тесткроссов в зависимости от года изучения представлены в таблицах 51 - 53.

В таблице 51 приведены значения варьирования тесткроссов двух блоков (1 и 2). Тесткроссы первого блока получены на основе 16 новых самоопыленных линий и трех тестеров-анализаторов: (Л0159хЛ225); (Л0130хЛ0112); (Л0812хЛ030). Всего в данном блоке изучалось 48 тесткроссов. Как видно из таблицы, размах варьирования урожайности зерна (Lim, ц/га) в этом блоке был значительным и составил по годам: 43,43 / 52,72 / 63,69 ц/га, соответственно.

Таблица 51 – Варьирование признака «урожайность зерна»
у изучаемых тесткроссов, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

№ Блока	Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га			
		2012г	2013г	2014г	Среднее
Блок 1	N	48	48	48	48
	X _{ср} , ц/га	30,01±1,39	46,41±1,74	65,95±1,73	47,45±1,41
	X _{min} , ц/га	6,21	17,72	29,80	24,27
	X _{max} , ц/га	49,65	70,45	93,49	70,31
	Lim, ц/га	43,43	52,72	63,69	46,04
	S	9,67	12,08	12,03	9,83
	CV,%	32,25	26,04	18,25	20,73
Блок 2	N	84	84	84	84
	X _{ср} , ц/га	34,24±0,80	54,41±1,05	69,5±1,23	52,71±0,84
	X _{min} , ц/га	17,83	37,39	43,75	38,09
	X _{max} , ц/га	52,06	79,42	93,86	73,70
	Lim, ц/га	34,22	42,03	50,11	35,61
	S	7,39	9,64	11,36	7,78
	CV,%	21,59	17,72	16,34	14,75

Коэффициент вариации (CV,%) был самым высоким из всего опыта и в среднем за три года составил 20,73%. Причем размах варьирования тесткроссов по данному признаку наблюдался как в пределах одного года, так и между годами изучения. Различные метеорологические условия в годы исследований лишь увеличили эти различия. Так, коэффициент вариации в крайне неблагоприятном по погодным условиям 2012 году составил 32,3%, а урожайность изменялась от 6,21 до 49,65 ц/га.

Во втором блоке представлены тесткроссы, полученные от 42 новых линий протестированных на два тестера: (Л0159хЛ0805); (Л0228хЛ0812). Всего во втором блоке изучалось 84 тесткрасса. Размах варьирования признака «урожайность зерна» в данном блоке был высоким и составил по годам 34,22 / 42,03 / 50,11, соответственно. Коэффициент вариации был средним – 14,75%.

Таким образом, представленные в таблице 132 тесткрасса обладали очень высоким размахом варьирования признака урожайность зерна. Более того, были

получены гибриды как с низкой, так и средней урожайностью зерна. Изучались гибриды с высокой урожайностью. Данное положение свидетельствует о возможности отбора из этой группы высокоурожайных гибридов, которые представляют интерес для селекции и производства.

В таблице 52 приведены значения варьирования тесткроссов следующих двух блоков (3 и 4). Тесткроссы третьего блока получены на основе 16 новых самоопыленных линий и двух тестеров-анализаторов: (Л0228хЛ0800); (Л031хЛ226).

Таблица 52 – Варьирование признака «урожайность зерна» изучаемых тесткроссов, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

№ Блока	Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га			
		2012г	2013г	2014г	Среднее
Блок 3	N	32	32	32	32
	X_{cp} , ц/га	41,18±1,17	64,16±2,13	79,99±2,01	61,77±1,58
	X_{min} , ц/га	23,16	43,98	59,38	46,24
	X_{max} , ц/га	57,37	93,92	95,14	78,01
	Lim, ц/га	31,21	49,94	35,76	31,77
	S	6,65	12,08	11,42	8,97
	CV,%	16,15	18,82	14,28	14,52
Блок 4	N	51	51	51	51
	X_{cp} , ц/га	38,84±1,27	60,25±1,82	73,77±1,75	57,61±1,36
	X_{min} , ц/га	15,16	24,59	46,74	28,83
	X_{max} , ц/га	61,74	88,06	93,08	78,37
	Lim, ц/га	46,57	63,46	46,33	49,53
	S	9,11	13,05	12,54	9,71
	CV,%	23,45	21,67	17,00	16,86

Всего в этом блоке изучалось 32 тесткросса. Размах варьирования (Lim, ц/га) урожайности зерна в данном блоке был высоким и составил по годам 31,21 / 49,94 / 35,76 ц/га, соответственно. Коэффициент вариации в среднем за три года составил – 14,52%.

В четвертом блоке изучались гибриды, полученные с использованием 17 новых самоопыленных линий и трех тестеров: (Л0159хЛ0800); (Л0192хЛ07/1);

(Л098хКр651). Всего в этом блоке изучался 51 тесткросс. Размах варьирования урожайности зерна (Lim , ц/га) в данном блоке был также очень высоким и составил по годам 46,57 / 63,46 / 46,33 ц/га, соответственно. Коэффициент вариации был средним и за три года составил - 16,86%.

Таблица 53 - Варьирование признака «урожайность зерна» у изучаемых тесткроссов, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

№ Блока	Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га			
		2012г	2013г	2014г	Среднее
Блок 5	N	50	50	50	50
	$\bar{X}$, ц/га	41,88±0,87	59,27±1,38	75,07±1,43	58,74±0,99
	$X_{\min}$, ц/га	29,27	42,16	51,33	45,17
	$X_{\max}$, ц/га	62,06	79,65	94,02	76,96
	Lim , ц/га	32,79	37,48	42,69	31,78
	S	6,20	9,81	10,16	7,06
	CV,%	14,82	16,56	13,54	12,01
Блок 6	N	16	16	16	16
	$\bar{X}$, ц/га	33,22±1,33	46,09±1,72	70,31±1,83	49,87±1,38
	$X_{\min}$, ц/га	26,23	34,24	62,41	40,98
	$X_{\max}$, ц/га	44,31	66,19	91,36	64,79
	Lim , ц/га	18,07	31,94	28,95	23,80
	S	5,34	6,90	7,34	5,54
	CV,%	16,08	14,98	10,44	11,12
Блок 7	N	18	18	18	18
	$\bar{X}$, ц/га	39,1±2,08	62,72±2,28	79,41±2,59	60,4±1,95
	$X_{\min}$, ц/га	23,29	51,31	61,72	49,47
	$X_{\max}$, ц/га	50,35	79,55	91,88	73,04
	Lim , ц/га	27,05	28,23	30,16	23,57
	S	8,86	9,68	10,99	8,27
	CV,%	22,67	15,44	13,84	13,70

Таким образом, представленная в таблице 52, характеристика 83 тесткроссов по признаку «урожайность зерна» показала большую дифференциацию материала по данному признаку. Положительным моментом является то, что выделя-

ются высокоурожайные гибриды независимо от года исследований. В таблице 53 приведены значения варьирования признака «урожайность зерна» в трех следующих блоках. Рассматриваемые в таблице блоки тесткроссов были не столь многочисленными как предыдущие. Так, пятый блок состоял из 50 тесткроссов, полученных на основе 25 новых самоопыленных линий и двух тестеров (Л0229хЛ0800); (Л031хЛ226).

По приведенным в таблице 53 результатам можно судить о значительном варьировании урожайности зерна тесткроссов в зависимости от года исследования. Так, размах варьирования данного признака по пятому блоку составлял 32,79 / 37,48 / 42,69 ц/га, в зависимости от года, соответственно. Коэффициент вариации был средним и за три года составил - 12,01%.

В шестом блоке изучались тесткроссы, полученные от тестирования восьми новых линий на два тестера: (Л098хЛ0818); (Л0228хЛ0811), всего изучалось 16 гибридов. Это был самый малочисленный по количеству тесткроссов блок. Тем не менее, размах варьирования урожайности зерна составил - 18,07 / 31,94 / 28,95 ц/га по годам, соответственно. Коэффициент вариации в среднем за три года изучения составлял – 11,12%. В последнем седьмом блоке изучались тесткроссы, полученные от тестирования девяти новых линий на два тестера: (Л098хЛ0800) и (Кр651хЛ226), всего изучалось 18 гибридов. Значения варьирования урожайности зерна были близки к таковым у шестого блока и составляли - 27,05 / 28,23 / 30,16 ц/га в зависимости от года изучения, соответственно. Коэффициент вариации в среднем за три года изучения составлял – 13,7%. Приведенные в таблице 53 результаты изучения 84 тесткроссов лишь подтвердили сделанные ранее выводы о большом варьировании тесткроссов по признаку «урожайность зерна».

Изображенное на графике распределение новых тесткроссов по признаку «урожайность зерна» за годы изучения (Рисунок 13) также указывает на значительное варьирование данного признака, особенно у раннеспелых тесткроссов. Так, в раннеспелой группе тесткроссов урожайность зерна основной части гибридов находилась в интервале от 44,57 до 64,35 ц/га, при средней продуктивности за три года исследований ($X_{cp} \pm t_{05} s_x = 54,46 \pm 9,89$). Как видно из графика, распределе-

ние тесткроссов по признаку «урожайность зерна» было неравномерно, что и соответствует коэффициенту вариации – 18,15%. В среднеранней группе распределение тесткроссов по урожайности зерна было схоже с раннеспелой. Так, основная часть гибридов находилась в интервале от 48,99 до 65,47ц/га, при средней урожайности зерна за годы исследований ($X_{cp} \pm t_{05} S_x = 57,23 \pm 8,24$). Коэффициент вариации составлял – 14,39%.

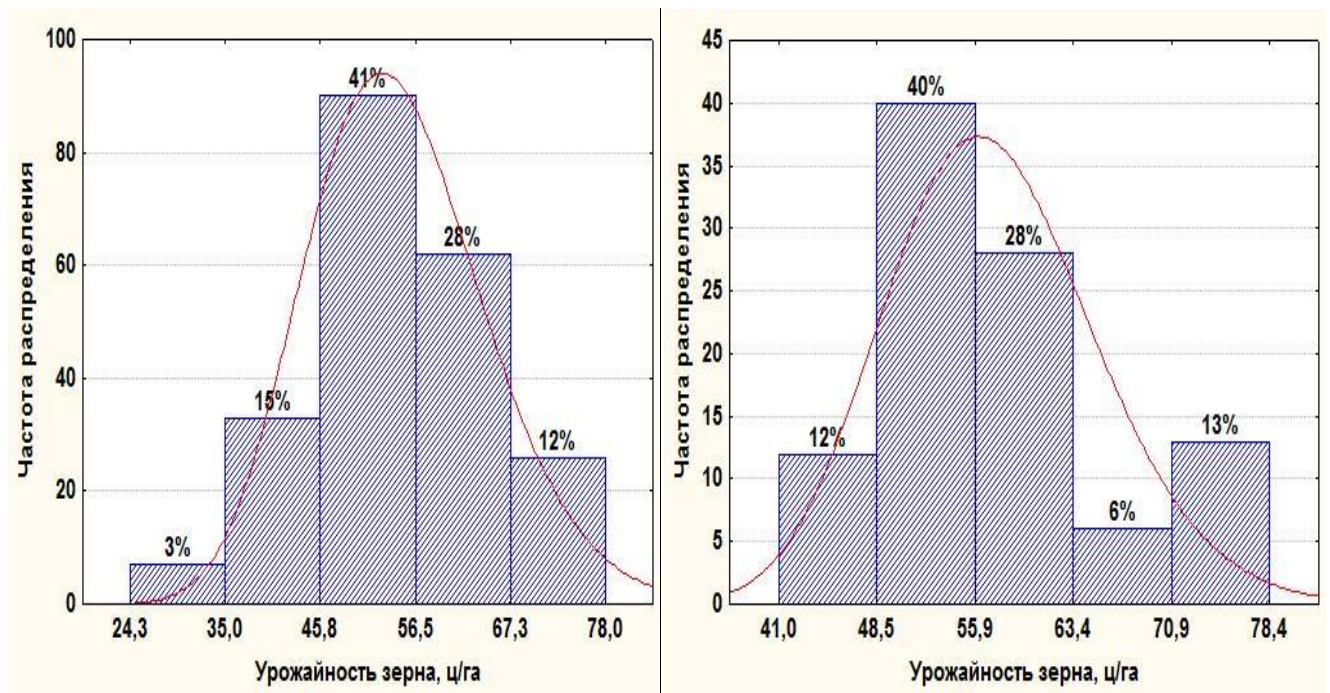


Рисунок 13 – Распределение новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) тесткроссов по признаку «урожайность зерна», (2012-2014 гг.)

Таким образом, большой размах варьирования исследуемых тесткроссов по признаку «урожайность зерна» за период трехлетнего изучения на полях Краснодарского НИИСХ позволяет сделать вывод о целесообразности проведения отбора и выделения новых высокопродуктивных гибридов кукурузы.

Рассмотрев в предыдущем разделе значения варьирования тесткроссов по признаку «урожайность зерна», остановимся более подробно на урожайности зерна выделившихся тесткроссов. Характеристика лучших, по данному признаку тесткроссов будет представлена также по блокам. В связи с тем, что годы исследований резко отличались по погодным условиям, то и варьирование урожайности зерна по годам было значительным. Результаты урожайности мы так же при-

водим по годам. Столь высокая вариабельность урожайности зерна в зависимости от года изучения указывает на эффективность проведения отбора по выделению высокогетерозисных гибридов. Об этом свидетельствуют и результаты проведенного двухфакторного дисперсионного анализа по урожайности зерна. В результате которого установлено наличие генотипических различий между исследуемыми тесткроссами по признаку «урожайность зерна» за три года исследований (Приложения 40,41). Для удобства восприятия весь набор тесткроссов рассматривается по блокам.

Таблица 54 - Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности зерна лучших раннеспелых тесткроссов в зависимости от года изучения, ц/га (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Год изучен.	Гибрид	Среднее			Эффект взаимод.	Убор.вл, %	Селекц. индекс
		вариант	А (год)	В (ги- брид)			
2012	Краснодарский 194 МВ ст.	34,60	48,1		-0,55	15,0	2,3
	(Л0130хЛ0112)хЛ0404	49,65			1,97	13,3	3,7
	(Л0159хЛ225)хЛ0480	46,84			2,12	13,0	3,6
	(Л0159хЛ225)хЛ0619	47,81			0,10	14,4	3,3
	(Л0159хЛ225)хЛ0808	39,15			-3,36	13,3	2,9
2013	Краснодарский 194 МВ ст.	59,10	75,2		-3,24	19,5	3,0
	(Л0130хЛ0112)хЛ0404	70,45			-4,37	16,5	4,3
	(Л0159хЛ225)хЛ0480	68,09			-3,76	18,3	3,7
	(Л0159хЛ225)хЛ0619	69,65			-5,20	17,8	3,9
	(Л0159хЛ225)хЛ0808	68,07			-1,57	16,0	4,3
2014	Краснодарский 194 МВ ст.	79,61	88,8	57,7	3,78	17,6	4,5
	(Л0130хЛ0112)хЛ0404	90,77		70,3	2,41	15,9	5,7
	(Л0159хЛ225)хЛ0480	87,04		67,3	1,64	19,5	4,5
	(Л0159хЛ225)хЛ0619	93,49		70,3	5,10	11,5	8,1
	(Л0159хЛ225)хЛ0808	88,13		65,1	4,94	16,6	5,3
НСР ₀₅		2,24	0,42	1,27	2,24	2,21	

В таблице 54 представлена характеристика тесткроссов, показавших максимальную урожайность зерна в своем блоке, по сравнению со стандартом.

Из 48 раннеспелых тесткроссов, изучаемых в первом блоке максимальную урожайность зерна показал гибрид (Л0130хЛ0112)хЛ0404, занявший первое место

в 2012-2013 годах и второе место в 2014 году. Это раннеспелый гибрид ФАО 100-199. За годы изучения его урожайность составила: 49,7 / 70,4 / 90,8 ц/га соответственно. Превышение урожайности зерна над стандартом во все годы было достоверным и значительным (11-15 ц/га). Следует отметить тот факт, что уборочная влажность зерна у гибрида была на 2-3 % ниже, чем у стандарта - раннеспелого гибрида Краснодарский 194 МВ во все годы изучения. Очень высоким во все годы изучения у данного гибрида был селекционный индекс (3,7 / 4,3 / 5,7). Заслуживает внимания гибрид (Л0159хЛ225)хЛ0619, показавший одинаковую с первым гибридом урожайность зерна в среднем за три года изучения (70,3 ц/га). Превышение урожайности зерна над стандартом во все годы было достоверным и высоким. Тесткросс имел более низкую, чем у стандарта уборочную влажность зерна (на 1-6%). Более того, низкая уборочная влажность зерна у данного гибрида была не только в менее благоприятные по влагообеспеченности 2012 и 2013 годы, но и во влажный 2014 год. Так, уборочная влажность зерна в 2014 году составляла 11,2% при урожайности в 93,5 ц/га. Соответственно тесткросс имел высокий селекционный индекс, так в 2014 году он составил – 8,1.

Во втором блоке проходили изучение 84 раннеспелых тесткросса. Стандартом был взят раннеспелый гибрид Краснодарский 194 МВ.

В таблице 55 представлена характеристика выделившихся по урожайности зерна тесткроссов. В среднем за три года испытаний наибольший урожай зерна (73,7 ц/га) сформировал гибрид (Л0159хЛ0805)хЛ0601. Данный гибрид относится к раннеспелой группе спелости (ФАО 100-199). Тем не менее, при сравнении с раннеспелым стандартом он показал очень высокий потенциал урожайности. Так, превышение над стандартом за годы изучения составило 15,9 / 17,8 / 14,3 ц/га, соответственно. Уборочная влажность зерна соответствовала стандарту или была даже значительно ниже, например в 2014 году при урожайности зерна - 93,9 ц/га, гибрид имел уборочную влажность 13,2 %, что на 4% ниже, чем у стандарта. Стабильно высоким за весь период изучения был и селекционный индекс (3,3 / 4,9 / 7,1).

Таблица 55 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности зерна лучших раннеспелых тесткроссов в зависимости от года изучения, ц/га (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Год изучен.	Гибрид	Среднее			Эффект взаимод.	Убор.вл, %	Селекц. индекс
		вариант	А (год)	В (гибрид)			
2012	Краснодарский 194 МВ ст.	34,60	48,1		-0,55	15,0	2,3
	(Л0159хЛ0805)хЛ015	52,06			9,06	13,7	3,7
	(Л0159хЛ0805)хЛ0601	50,49			-0,60	15,4	3,3
	(Л0228хЛ0812)хЛ0300	50,45			-0,09	13,0	3,9
	(Л0228хЛ0812)хЛ0334	49,57			0,82	13,5	3,7
	(Л0228хЛ0812)хЛ0361	50,04			2,36	13,7	3,7
	(Л0228хЛ0812)хЛ0454	43,08			-4,53	14,9	2,9
	(Л0228хЛ0812)хЛ0480	44,47			-4,79	18,8	2,5
2013	Краснодарский 194 МВ ст.	59,10	75,2		-3,24	19,5	3,0
	(Л0159хЛ0805)хЛ015	79,42			9,29	15,7	5,1
	(Л0159хЛ0805)хЛ0601	76,76			-1,47	15,8	4,9
	(Л0228хЛ0812)хЛ0300	78,68			1,01	16,3	4,8
	(Л0228хЛ0812)хЛ0334	78,26			2,38	16,4	4,8
	(Л0228хЛ0812)хЛ0361	75,53			0,71	16,9	4,5
	(Л0228хЛ0812)хЛ0454	74,87			0,11	17,7	4,2
	(Л0228хЛ0812)хЛ0480	78,41			2,01	16,6	4,7
2014	Краснодарский 194 МВ ст.	79,61	88,8	57,7	3,78	17,6	4,5
	(Л0159хЛ0805)хЛ015	65,33		65,6	-18,34	18,3	3,6
	(Л0159хЛ0805)хЛ0601	93,86		73,70	2,08	13,2	7,1
	(Л0228хЛ0812)хЛ0300	90,31		73,15	-0,91	13,9	6,5
	(Л0228хЛ0812)хЛ0334	86,22		71,35	-3,21	15,5	5,6
	(Л0228хЛ0812)хЛ0361	85,30		70,29	-3,07	13,7	6,3
	(Л0228хЛ0812)хЛ0454	92,73		70,23	4,43	13,1	7,1
	(Л0228хЛ0812)хЛ0480	92,72		71,87	2,78	14,5	6,4
НСР ₀₅		2,24	0,42	1,27	2,24	2,21	

Вторым по уровню урожайности выделился раннеспелый гибрид (Л0159хЛ0805)хЛ015. Урожайность зерна в годы исследований составила 52,1 / 79,4 / 65,3 ц/га соответственно. Уборочная влажность зерна была на 2-4% ниже, чем у стандарта. Следует отметить тот факт, что оба выделившихся гибрида получены на основе тестера – раннеспелого простого гибрида (Л0159хЛ0805). Тестер получен на основе ультрараннеспелой линии Л0159, относящейся к плазме Айодент и раннеспелой линии Л0805 экзотической расы.

Третий блок гибридов был представлен 32 тесткроссами, относящихся к раннеспелой группе, стандартом в данном блоке был также раннеспелый район-

рованный гибрид Краснодарский 194 МВ. В таблице 56 приведена краткая характеристика, выделившихся по урожайности зерна тесткроссов. Урожайность зерна лучших тесткроссов была очень высокая за все годы изучения и значительно превышала урожайность зерна стандарта. Лучшим гибридом, сформировавшим максимальную урожайность зерна в данном блоке за три года изучения, являлся гибрид (Л031хЛ226)хЛ0309. Средняя урожайность зерна за годы изучения составила - 78,0 ц/га, при средней урожайности зерна стандарта – 57,7 ц/га, превышение над стандартом составило 20,3 ц/га. Более того, если рассматривать результаты по годам, то например, в 2013 году данный тесткросс сформировал урожай зерна 93,9 ц/га при уборочной влажности равной стандарту, превышение урожайности над стандартом составило 34,9 ц/га. Второе место по уровню урожайности в среднем за три года изучения в данном блоке занял тесткросс - (Л031хЛ226)хЛ0613 с урожайностью зерна - 77,1 ц/га. Урожайность зерна колебалась по годам, в зависимости от погодных условий, но всегда гибрид достоверно и значительно превышал по урожайности зерна принятый стандарт. Так, в 2014 году гибрид имел урожайность зерна 93,2 ц/га, что на 13,6 ц/га выше, чем у стандарта, при уборочной влажности 14,1 %, что также ниже стандарта на 3%. Следует выделить линию Л0319, среди семи лучших тесткроссов, представленных в таблице. Эта линия присутствует в двух гибридах: (Л031хЛ226)хЛ0319 и (Л0228хЛ0800)хЛ0319. Более того, тесткросс (Л0228хЛ0800)хЛ0319 в 2014 году занял первое место в своей группе по урожайности зерна – 95,1 ц/га, что на 15,5 ц/га выше, чем у стандарта.

Особый интерес представляет уборочная влажность зерна данного гибрида, в благоприятные по влагообеспеченности 2013 и 2014 годы уборочная влажность зерна этого гибрида была на 3-4 % ниже, чем у стандарта. Так, в 2014 году она составила всего 12,9%, что напрямую отразилось на его селекционном индексе, который равнялся 7,4. На третьем блоке мы закончили рассмотрение раннеспелых тесткроссов. В следующие блоки входили тесткроссы, относящиеся к среднеранней группе, ФАО 200-250.

Таблица 56 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности зерна лучших раннеспелых тесткроссов в зависимости от года изучения, ц/га (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Год изучен.	Гибрид	Среднее			Эффект взаимод.	Убор.вл, %	Селекц. индекс
		вариант	А (год)	В (гибрид)			
2012	Краснодарский 194 МВ ст.	34,60	48,1		-0,55	15,0	2,3
	(Л031хЛ226)хЛ0309	49,69			-5,71	13,9	3,6
	(Л031хЛ226)хЛ0319	58,10			4,43	16,1	3,6
	(Л031хЛ226)хЛ0613	50,09			-4,36	14,2	3,5
	(Л0228хЛ0800)хЛ0319	49,15			0,55	15,4	3,2
	(Л0228хЛ0800)хЛ0328	48,52			1,24	15,4	3,1
	(Л0228хЛ0800)хЛ0332	50,27			1,95	15,2	3,3
	(Л0228хЛ0800)хЛ0369	49,73			-0,59	15,5	3,2
2013	Краснодарский 194 МВ ст.	59,10	75,2		-3,24	19,5	3,0
	(Л031хЛ226)хЛ0309	93,92			11,37	19,8	4,7
	(Л031хЛ226)хЛ0319	80,60			-0,21	19,0	4,2
	(Л031хЛ226)хЛ0613	87,90			6,31	18,2	4,8
	(Л0228хЛ0800)хЛ0319	69,31			-6,42	16,2	4,3
	(Л0228хЛ0800)хЛ0328	70,51			-3,91	15,8	4,5
	(Л0228хЛ0800)хЛ0332	69,93			-5,52	15,8	4,4
	(Л0228хЛ0800)хЛ0369	79,97			2,50	17,0	4,7
2014	Краснодарский 194 МВ ст.	79,61	88,8	57,70	3,78	17,6	4,5
	(Л031хЛ226)хЛ0309	90,43		78,01	-5,66	16,4	5,5
	(Л031хЛ226)хЛ0319	90,13		76,28	-4,22	16,0	5,6
	(Л031хЛ226)хЛ0613	93,18		77,06	-1,95	14,1	6,6
	(Л0228хЛ0800)хЛ0319	95,14		71,20	5,86	12,9	7,4
	(Л0228хЛ0800)хЛ0328	90,63		69,88	2,66	14,4	6,3
	(Л0228хЛ0800)хЛ0332	92,57		70,92	3,57	13,7	6,8
	(Л0228хЛ0800)хЛ0369	89,11		72,95	-1,90	16,4	5,4
НСР ₀₅		2,24	0,42	1,27	2,24	2,21	

В таблице 57 представлена характеристика тесткроссов четвертого блока, включающего 51 гибрид, созданный на основе трех тестеров: (Л098хКр651); (Л0192схЛ07/1); (Л0159 х Л0800). Стандартом для среднеранней группы служил высокоурожайный простой модифицированный гибрид Краснодарский 291 АМВ.

Лучшим по урожайности зерна тесткроссом, в среднем за 2012-2014 годы исследований выделился гибрид (Л098хКр651)хЛ0680, с урожайностью зерна 78,4 ц/га. В зависимости от года исследований его урожайность колебалась от 61,7 ц/га

в 2012 году до 80,3 ц/га в 2013 году, а максимальную урожайность он сформировал в 2014 году – 93,1 ц/га, что на 15,2 ц/га выше, чем у стандарта. Хорошие показатели данный гибрид имел и по уборочной влажности зерна, в зависимости от года она колебалась от 15,1 до 17,5 %, что на 1-4 % ниже, чем у стандарта. Следует отметить, что из пяти лучших тесткроссов, приведенных в таблице, три гибрида получены при участии новой линии Л0680.

Таблица 57 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности зерна лучших среднеранних тесткроссов в зависимости от года изучения, ц/га (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Год изучен.	Гибрид	Среднее			Эффект взаимод.	Убор.вл, %	Селекц. индекс
		вариант	А (год)	В (гиб- рид)			
2012	Краснодарский 291 АМВ ст.	43,47	51,6		1,38	17,0	2,5
	(Л098хКр651)хЛ0613	56,01			0,20	15,3	3,6
	(Л098хКр651)хЛ0680	61,74			4,83	16,7	3,7
	(Л0159хЛ0800)хЛ0680	49,72			-2,29	15,1	3,3
	(Л0159хЛ0800)хЛ0682	50,71			-1,07	13,6	3,7
	(Л0192хЛ07/1)хЛ0680	54,52			2,30	15,8	3,5
2013	Краснодарский 291 АМВ ст.	69,27	78,3		0,49	21,1	3,3
	(Л098хКр651)хЛ0613	85,03			2,53	18,5	4,6
	(Л098хКр651)хЛ0680	80,30			-3,30	17,5	4,6
	(Л0159хЛ0800)хЛ0680	81,89			3,19	16,2	5,1
	(Л0159хЛ0800)хЛ0682	81,38			2,91	17,4	4,7
	(Л0192хЛ07/1)хЛ0680	79,65			0,74	18,5	4,3
2014	Краснодарский 291 АМВ ст.	77,9	89,3	63,54	-1,88	21,7	3,6
	(Л098хКр651)хЛ0613	90,76		77,27	-2,73	18,5	4,9
	(Л098хКр651)хЛ0680	93,08		78,37	-1,52	15,1	6,2
	(Л0159хЛ0800)хЛ0680	88,81		73,48	-0,90	12,9	6,9
	(Л0159хЛ0800)хЛ0682	87,63		73,24	-1,84	17,3	5,1
	(Л0192хЛ07/1)хЛ0680	86,86		73,68	-3,05	18,5	4,3
НСР ₀₅		2,17	0,46	1,22	2,17	3,08	

Более того, эта линия выделилась со всеми тремя тестерами. Второе место занял тесткросс (Л098хКр651)хЛ0613, обеспечивший средний урожай зерна за три года изучения – 77,3 ц/га. В зависимости от года изучения, урожайность зерна данного тесткросса колебалась от 56,0 ц/га в 2012 году до 85,0 ц/га в 2013 году и 90,8 ц/га

в 2014 году. Превышение урожайности зерна над стандартом составляло 12,5-15,7 ц/га. Уборочная влажность зерна во все годы была на 2-3% ниже, чем у стандарта. Характеристика следующего, пятого блока тесткроссов представлена в таблице 58. Всего в данном блоке изучалось 50 среднеранних тесткроссов, полученных на

Таблица 58 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности зерна лучших среднеранних тесткроссов в зависимости от года изучения, ц/га (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Год изучен.	Гибрид	Среднее			Эффект взаимод.	Убор.вл. %	Селекц. индекс
		вариант	А (год)	В (гибрид)			
2012	Краснодарский 291 АМВ ст.	43,47	51,6		1,38	17,0	2,5
	(Л031хЛ226)хЛ0622	52,64			2,12	15,6	3,4
	(Л031хЛ226)хЛ0681	48,39			-2,43	16,7	2,9
	(Л0229хЛ0800)хЛ0404	57,21			1,71	14,3	4,0
	(Л0229хЛ0800)хЛ0480	50,64			0,03	18,4	2,7
	(Л0229хЛ0800)хЛ0609	49,73			-2,03	13,1	3,8
	(Л0229хЛ0800)хЛ0681	53,76			1,51	15,3	3,5
2013	Краснодарский 291 АМВ ст.	69,27	78,3		0,49	21,1	3,3
	(Л031хЛ226)хЛ0622	75,94			-1,26	18,5	4,1
	(Л031хЛ226)хЛ0681	78,74			1,22	18,2	4,3
	(Л0229хЛ0800)хЛ0404	79,64			-2,54	17,3	4,6
	(Л0229хЛ0800)хЛ0480	76,32			-0,97	17,5	4,4
	(Л0229хЛ0800)хЛ0609	78,35			-0,09	17,0	4,6
	(Л0229хЛ0800)хЛ0681	77,13			-1,81	16,3	4,7
2014	Краснодарский 291 АМВ ст.	77,9	89,3	63,54	-1,88	21,7	3,6
	(Л031хЛ226)хЛ0622	87,35		63,54	-0,86	18,2	4,8
	(Л031хЛ226)хЛ0681	89,74		77,26	1,21	14,6	6,1
	(Л0229хЛ0800)хЛ0404	94,02		78,37	0,83	17,8	5,3
	(Л0229хЛ0800)хЛ0480	89,25		73,47	0,95	17,4	5,1
	(Л0229хЛ0800)хЛ0609	91,58		73,24	2,13	15,3	6,0
	(Л0229хЛ0800)хЛ0681	90,24		73,67	0,29	13,9	6,5
НСР ₀₅		2,17	0,46	1,22	2,17	3,08	

основе двух тестеров: (Л0229хЛ0800); (Л031хЛ226) и 25 новых линий. В этом блоке максимальную урожайность зерна в среднем за три года сформировал тесткросс (Л0229хЛ0800)хЛ0404. Средняя урожайность составила – 77,0 ц/га.

При рассмотрении результатов урожайности зерна по годам выявлено, что данный гибрид обеспечивал максимальную урожайность в блоке за все три года

(57,2 / 79,7 / 94,0 ц/га). Превышение урожайности зерна данного тесткрасса над стандартом было достоверным и значительным во все годы. Так, например в 2014 году при урожайности зерна 94,0 ц/га, что на 13,7 ц/га выше, чем у стандарта, тесткросс имел уборочную влажность зерна 17,8%, что также значительно ниже стандарта (на 4 %). Более низкую, чем у стандарта уборочную влажность зерна тесткросс имел за все годы исследований. Вторым по урожайности зерна в данном блоке был тесткросс - (Л0229хЛ0800)хЛ0681, сформировавший урожай зерна в среднем за три года изучения – 73,7 ц/га. При рассмотрении результатов сортоиспытания по годам, выделяем то, что в 2014 году данный гибрид

Таблица 59 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности зерна лучших среднеранних тесткроссов в зависимости от года изучения, ц/га (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Год изучен.	Гибрид	Среднее			Эффект взаимод.	Убор.вл, %	Селекц. индекс
		вариант	А (год)	В (гиб- рид)			
2012	Краснодарский 291 АМВ ст.	43,47	51,6		1,38	17,0	2,5
	(Кр651хЛ226)хЛ0300	47,88			-3,71	16,1	3,1
	(Кр651хЛ226)хЛ0402	49,38			-0,45	19,4	2,5
	(Л098хЛ0800)хЛ0402	48,07			-2,12	15,1	3,2
2013	Краснодарский 291 АМВ ст.	69,27	78,3		0,49	21,1	3,3
	(Кр651хЛ226)хЛ0300	79,55			1,26	17,3	4,4
	(Кр651хЛ226)хЛ0402	75,69			-0,83	16,1	4,7
	(Л098хЛ0800)хЛ0402	75,36			-1,52	16,3	4,9
2014	Краснодарский 291 АМВ ст.	77,9	89,3	63,54	-1,88	21,7	3,6
	(Кр651хЛ226)хЛ0300	91,75		73,06	2,45	17,1	5,2
	(Кр651хЛ226)хЛ0402	88,82		71,29	1,29	15,7	5,8
	(Л098хЛ0800)хЛ0402	91,51		71,65	3,63	14,3	6,4
НСР ₀₅		2,17	0,46	1,22	2,17	3,08	

имел урожайность зерна - 90,2 ц/га, что на 12,3 ц/га выше, чем у стандарта. Уборочная влажность зерна была значительно ниже стандартной (на 8 %) и составляла 13,9%. Следует отметить тот факт, что среди лучших тесткроссов – два гибрида имеют в своей родословной эту линию. Более того, и второй тесткросс (Л031хЛ226)хЛ0681 имел более низкую, чем у стандарта уборочную влажность

зерна. Например, в 2014 году он имел уборочную влажность 14,6 %, что на 7 % ниже стандарта. Селекционный индекс был высоким за весь период изучения, а в 2014 году оба эти тесткрасса имели самый высокий селекционный индекс - 6,5 / 6,1.

Следующие блоки были малочисленны - по 16 и 18 тесткроссов, поэтому результаты изучения 34 тесткроссов мы приводим в одной таблице - 59. Лучшие результаты по урожайности зерна показал тесткросс (Л098хЛ0800)хЛ0402, сформировавший урожай зерна в среднем за три года испытания – 71,6 ц/га. Стабильно высокую урожайность зерна данный тесткросс показал и по годам изучения. Так, в 2014 году его урожайность была 91,5 ц/га, что на 13,6 ц/га выше, чем у стандарта. Важным фактором было то, что тесткросс имел пониженную уборочную влажность зерна, на 4-7 % ниже, чем у стандарта.

Подводя итоги рассмотрения результатов сортоиспытания тесткроссов за период 2012-2014 годы, можно констатировать, что в результате тестирования 80 новых линий на 15 тестеров было получено 299 тесткроссов, которые и были изучены при сортоиспытании. В ходе трехлетнего испытания новых тесткроссов, при различных погодных условиях нами были выделены новые гибриды, отвечающие всем требованиям современной селекции и производства. Выделившиеся гибриды в различных условиях выращивания обеспечили высокую урожайность зерна, значительно превышающую урожайность зерна стандарта. Уровень урожайности раннеспелых и среднеранних гибридов составил 70-95 ц/га, что на 10-30 ц/га превышало урожайность зерна стандартов. Лучшие тесткроссы: (Л0229хЛ0800)хЛ0404; (Л098хКр651)хЛ0680; (Л0159хЛ225)хЛ0619; (Л0159хЛ0805)хЛ0601; (Л0228хЛ0800)хЛ0319; (Л031хЛ226)хЛ0613; (Л0228хЛ0800)хЛ0332 будут переданы для дальнейшего изучения в питомниках конкурсного и экологического испытания.

4.3.3 Уборочная влажность зерна тесткроссов

Показатель «уборочная влажность зерна» в настоящее время является одним из важнейших характеристик гибридов кукурузы. Появление на мировом рынке гибридов, которые наряду с высокой урожайностью зерна имеют более низкую его уборочную влажность, ставят зарубежные гибриды в преимущественное положение перед гибридами отечественной селекции [200]. Учитывая требования современного производства, перед отечественными селекционерами стоит определенная задача – при создании новых гибридов, обеспечить не только высокую урожайность зерна, но и более низкую его уборочную влажность.

Таблица 60 - Варьирование признака «уборочная влажность зерна» изучаемых тесткроссов (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Уборочная влажность зерна, %			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
N	299	299	299	299
X _{ср} , %	15,2	17,6	16,3	16,3
X _{min} , %	11,4	12,3	9,9	13,5
X _{max} , %	22,4	24,7	23,4	21,4
Lim, %	11,0	12,5	13,5	7,9
S	1,8	1,5	2,3	1,4
CV, %	11,9	8,5	14,0	8,7
HCP ₀₅	1,47	1,42	2,61	2,41

При создании исходного материала кукурузы обязательно учитываются и показатели уборочной влажности зерна. Признак быстрой отдачи влаги зерном, выявленный у отдельных линий, принимается во внимание при составлении селекционных программ. При тестировании новых линий в наших исследованиях, показателю «уборочная влажность зерна» придавалось большое значение. В таблице 60 приведены значения варьирования признака «уборочная влажность зерна» всего набора тесткроссов за 2012-2014 годы изучения. Как видно из таблицы, варьирование данного признака в среднем за три года было незначительным

CV<10%, однако, по годам, имелись некоторые различия. Так, самый низкий коэффициент вариации наблюдался в 2013 году и составлял 8,5%. В 2012 году коэффициент вариации превысил порог незначительной изменчивости (CV>10%) и составил 11,94%, еще более существенным это превышение было в 2014 году и составило 14,0%.

Таблица 61 - Характеристика лучших раннеспелых тесткроссов по признаку «уборочная влажность зерна», % (КНИИСХ 2012-2014 гг.)

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
Краснодарский 194 МВ ст.	15,0	19,5	17,6	17,4
(Л0130хЛ0112)хЛ0619	12,6	16,2	11,8	13,6
(Л0159хЛ0800)хЛ0600	11,4	16,9	13,4	13,9
(Л0130хЛ0112)хDA252	14,1	16,3	11,6	14,0
(Л0159хЛ0805)хЛ0123	13,6	15,9	12,6	14,0
(Л0159хЛ225)хЛ0389	13,1	15,4	14,0	14,1
(Л0159хЛ0805)хЛ0332	12,9	15,3	14,2	14,1
(Л0159хЛ0800)хЛ0602	13,4	16,8	12,3	14,2
(Л0812хЛ030)хDA279	13,3	17,2	12,3	14,3
(Л0159хЛ0805)хЛ0136	14,6	15,5	13,1	14,4
Среднее по опыту	14,9	17,2	16,2	16,1
НСР ₀₅	1,44	1,11	2,73	2,21

Размах варьирования уборочной влажности по годам был существенным во все годы изучения, так например, в 2014 году варьирование уборочной влажности зерна у тесткроссов колебалось от 9,9% до 23,4%.

Приведенные показатели указывают на возможность проведения отбора по признаку «уборочная влажность зерна» среди полученных тесткроссов.

Характеристику лучших тесткроссов по уборочной влажности зерна мы приводим в двух таблицах, поделив весь материал на два блока по группе спелости - раннеспелую и среднераннюю. В таблице 61 дана характеристика раннеспелых тесткроссов, показавших минимальную уборочную влажность зерна за три

года изучения. Стандартом в данной группе был взят раннеспелый гибрид Краснодарский 194 МВ.

Как видно из таблицы, уборочная влажность зерна в среднем по опыту во все годы испытания была ниже, чем у стандарта. Средняя же величина уборочной влажности лучших по этому признаку тесткроссов значительно отличалась от стандарта (на 3,0-3,8%). Рассматривая показатель «уборочная влажность зерна» по отдельным тесткроссам в разные годы испытания, эти отличия еще более существенны. Так, тесткросс (Л0130хЛ0112)хЛ0619 при уборочной влажности зерна в среднем за три года - 13,6% в 2012 году имел уборочную влажность – 12,6% и в 2014 году – 11,8%, что значительно ниже, чем у стандарта. Следует отметить, что данный гибрид имел среднюю урожайность зерна – 53,0 ц/га, что также выше, чем у стандарта.

В таблице 62 приведена характеристика среднеранних тесткроссов, показавших лучшие результаты по признаку «уборочная влажность зерна».

Как и в случае с раннеспелыми тесткроссами, в данной группе уборочная влажность зерна в среднем по опыту была ниже стандарта во все годы испытания и в среднем за три года (на 1,5 - 5,6%). Что касается лучших тесткроссов, то их уборочная влажность была значительно ниже, чем у стандарта Краснодарский 291 АМВ (на 5,2 – 6,4%). Еще более значимое отклонение от стандарта имели отдельные гибриды по годам изучения. Так, уборочная влажность некоторых тесткроссов в 2014 году составляла 9-10% при 21,7% влажности у стандарта. Следует отметить тесткросс (Л0228хЛ0812)хЛ0300, при уборочной влажности зерна в среднем за три года в 14,4%, что на 5,5% ниже, чем у стандарта.

Данный тесткросс имел среднюю урожайность зерна за три года – 71,4 ц/га, что на 7,8 ц/га выше, чем у стандарта. В отдельные же годы эти сравнения еще более контрастны.

Таблица 62 - Характеристика лучших среднеранних тесткроссов по признаку «уборочная влажность зерна», % (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
Краснодарский 291 АМВ ст.	17,0	21,1	21,7	19,9
(Л0228хЛ0812)хЛ0479	13,5	16,7	10,1	13,5
(Л0228хЛ0812)хЛ0601	13,7	17,2	9,9	13,6
(Л0228хЛ0812)хЛ0136	13,3	15,6	13,5	14,1
(Л0228хЛ0812)хЛ015	13,1	16,9	13,1	14,4
(Л0228хЛ0812)хЛ0300	13,0	16,2	13,9	14,4
(Л0229хЛ0800)хЛ0604	12,8	16,9	13,6	14,5
(Л0228хЛ0812)хS16	13,6	16,5	13,9	14,7
(Л0228хЛ0800)хS19	13,4	17,5	13,1	14,7
(Л0228хЛ0812)хЛ0309	13,5	16,5	14,1	14,7
Среднее по опыту	15,5	17,7	16,1	16,4
НСР ₀₅	1,54	1,99	2,34	3,08

Так, в 2014 году данный гибрид имел уборочную влажность зерна – 13,9%, что на 7,8% ниже стандарта при урожайности зерна 90,3 ц/га, это на 12,4 ц/га выше стандарта.

На графиках (Рисунок 14) мы приводим распределение двух групп тесткроссов (раннеспелой и среднеранней) по признаку «уборочная влажность зерна» за три года сортоиспытаний. Как видно из графиков, варьирование данного признака у тесткроссов обеих групп было незначительным и почти схожим. Так, основная масса тесткроссов раннеспелой группы распределялась в интервале $14,79 \div 17,40\%$, при средней уборочной влажности зерна ($X_{cp} \pm t_{05} S_x = 16,10 \pm 1,31 \%$). В среднеранней группе основное распределение находилось в интервале $15,54 \div 18,50 \%$ при средней уборочной влажности зерна ($X_{cp} \pm t_{05} S_x = 17,02 \pm 1,47 \%$). Варьирование данного признака по обеим группам было незначительным – 8,13 и 8,69 % соответственно.

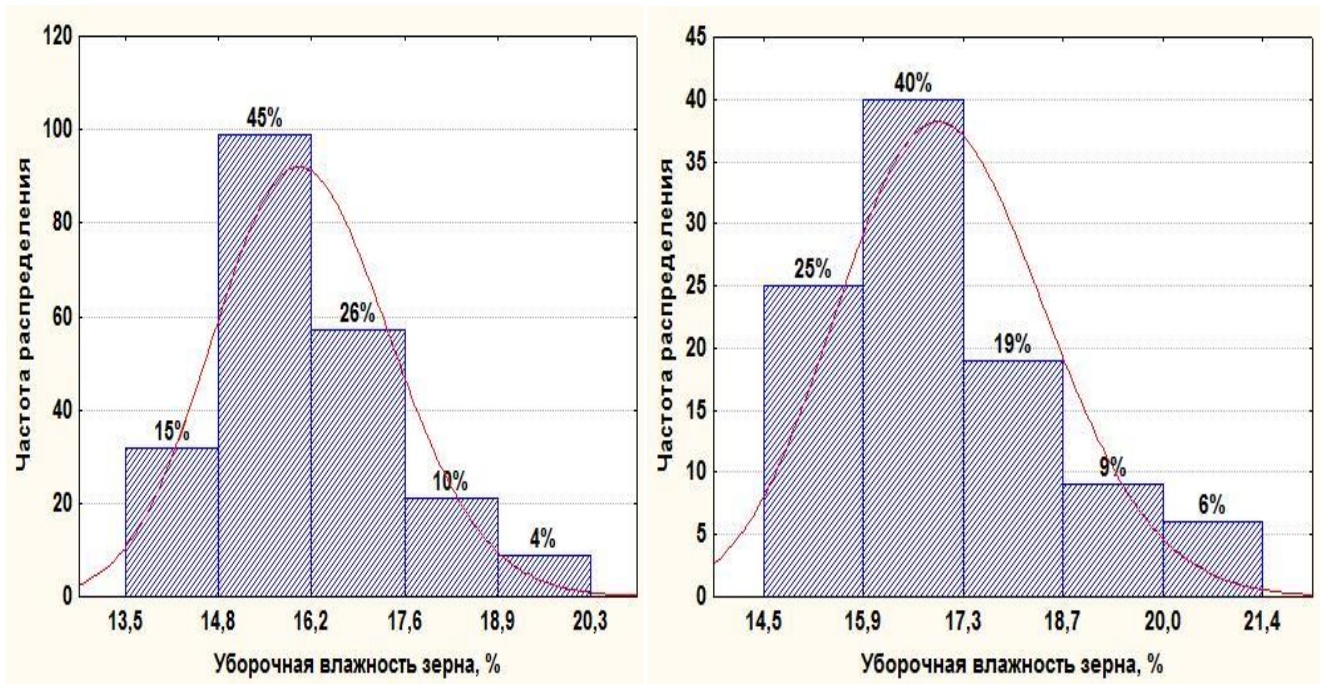


Рисунок 14 – Распределение новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) тесткроссов по признаку «уборочная влажность зерна», в среднем за 2012-2014 гг.

Подводя итоги оценки новых тесткроссов по признаку «уборочная влажность зерна» можно отметить, что как в раннеспелой, так и в среднеранней группах имелся большой потенциал для отбора тесткроссов с низкой уборочной влажностью зерна. Особо ценны генотипы, обеспечившие в гибридах высокую урожайность зерна при пониженной уборочной влажности.

4.4 Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы

Огромная территория Российской Федерации и разнообразие ее климатических условий определяет необходимость использования адаптивных подходов в селекции. Тем не менее, вопросы кардинального повышения стабильности гибридов кукурузы в зависимости от климатических условий и зон возделывания пока решаются медленно. Данная ситуация выдвигает перед селекционерами страны в качестве первоочередной задачи – повышение общей адаптивной способности за счет высокой специфической адаптивности и стабильно высокой

урожайности зерна гибридов не зависимо от года и зоны выращивания [64,80,92,94].

Создание адаптивных селекционных задач для селекции гибридов кукурузы, обладающих не только высокой зерновой продуктивностью, но и устойчивых к действию стрессовых биотических и абиотических факторов, является актуальной проблемой современности [57,82,131].

Все гибриды кукурузы по адаптивной способности можно разделить на экологически адаптивные низкопластичные и высокопластичные со стабильным проявлением признаков. Низкопластичные гибриды как правило не окупают затраты на интенсификацию, в свою очередь высокопластичные гибриды отзывчивы на улучшение условий выращивания за счет лучшей адаптивной возможности [18,19,81,115,141].

Исходя из всего вышеизложенного, не подлежит сомнению актуальность и целесообразность проведенных исследований по изучению и оценке экологической пластичности и стабильности новых перспективных гибридов, и их адаптивности к реальным природно-климатическим условиям [55,78,85,121,148].

В связи с тем, что норма реакции большинства тесткроссов по урожайности зерна и уборочной влажности значительно варьирует в зависимости от условий выращивания, нами в 2012-2014 годах была проведена работа по определению нормы реакции тесткроссов по урожайности зерна и уборочной влажности при выращивании в различных экологических зонах. Проведя сортоиспытания тесткроссов, полученных от тестирования новых самоопыленных линий кукурузы в 2012 году на территории КНИИСХ, нами были выделены лучшие тесткроссы по урожайности зерна.

Основываясь на том, что урожайность зерна является одним из основных показателей, отвечающих за результат взаимодействия генотип-среда, данный признак был взят в качестве основного критерия при оценке адаптивных свойств изучаемых гибридов. В научной литературе, в работах Кравченко Р.В. [83], Корзун О.С. [71], Стрижкова Ф.М. [144], Косяненко Л.П. [73], Кружилина И.П. [87]

встречается обоснование использования урожайности зерна в качестве критерия для отбора адаптивных форм.

В последующие годы исследований (2013-2015 гг.) нами было проведено экологическое сортоиспытание 30 лучших по урожайности зерна тесткроссов, выделившихся в 2012 году, в различных природно-климатических зонах. Основная зона исследований – это трехгодичное испытание (2012-2014 гг.) на опытном поле КНИИСХ (Краснодарский край).

Следующая зона исследований - это двухгодичное (2013 - 2014 гг.) сортоиспытание в агрофирме «Отбор», Кабардино-Балкарская Республика. Кроме этого в 2013 году испытание проводилось в РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов) и в Институте Зернового Хозяйства УААН (г. Днепропетровск, Украина). В заключение в 2015 году сортоиспытание этого же набора гибридов было проведено в фирме «Семеноводство Кубани» (Краснодарский край).

Из проведенных ранее исследований на эту тему известно, что под экологической пластичностью, например В.В. Пакудин и Л.П. Лопатина [115] 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. Кравченко Р.В. [79] считает, что стабильность гибрида – показатель устойчивой реализации потенциальной продуктивности определенного генотипа в различных условиях среды. Пластичность в узком смысле – способность приспосабливаться к изменяющимся условиям среды.

Периодические либо постоянные проявления неблагоприятных условий среды встречаются практически на всей территории Российской Федерации, где возделывается кукуруза.

В таблице 63 приведена характеристика урожайности зерна лучших новых тесткроссов, выделившихся при испытании в различных экологических зонах.

Следует отметить то обстоятельство, что все приведенные гибриды за годы исследования значительно и достоверно превышали по урожайности зерна

Таблица 63 – Урожайность зерна лучших тесткроссов кукурузы в различных условиях выращивания (2012-2015 гг.)

Гибрид	Урожайность зерна при 14% влажности, ц/га в различных условиях выращивания								
	КНИИСХ 2012 год	КНИИСХ 2013 год	Днепропетровск 2013 год	«Отбор» 2013 год	Саратов 2013 год	КНИИСХ 2014 год	«Отбор» 2014 год	«Семено- водство Кубани» 2014 год	Среднее
Краснодарский 194 МВ	34,5	59,0	70,5	48,5	64,5	78,5	40,0	66,5	59,0
(Л0229хЛ0800)хЛ0681	53,0	76,5	95,0	65,0	74,4	90,0	57,0	75,0	73,0
(Л098хКр651)хЛ0814	43,0	70,5	95,0	52,9	80,6	92,0	57,5	70,5	70,0
(Л0228хЛ0800)хЛ0319	49,5	69,0	70,0	63,6	68,7	95,0	66,0	79,0	70,0
(Л031хЛ226)хЛ0613	50,0	87,5	80,5	36,6	76,7	93,5	67,0	63,5	69,0
(Л098хКр651)хЛ0613	56,0	84,5	78,0	53,0	64,5	90,5	57,0	65,0	69,0
(Л0228хЛ0800)хЛ0613	41,5	75,0	82,0	63,0	74,9	88,5	46,0	74,0	68,0
(Л0229хЛ0800)хЛ0480	50,5	76,0	80,5	49,4	68,6	89,5	59,0	68,0	68,0
(Л0228хЛ0800)хЛ0309	43,5	69,0	73,5	55,7	82,1	90,5	61,0	70,0	68,0
(Л0192хЛ07/1)хЛ0608	49,0	78,0	81,5	52,6	67,8	87,5	41,0	77,5	67,0
(Л031хЛ226)хЛ0622	52,0	75,5	72,5	31,9	81,0	87,5	66,0	70,5	67,0
Среднее по опыту	46,0	71,0	77,0	50,0	70,0	87,0	50,4	72,0	66,0

Рисунок 15– Пункты испытания гибридов (2012-2015 гг.)

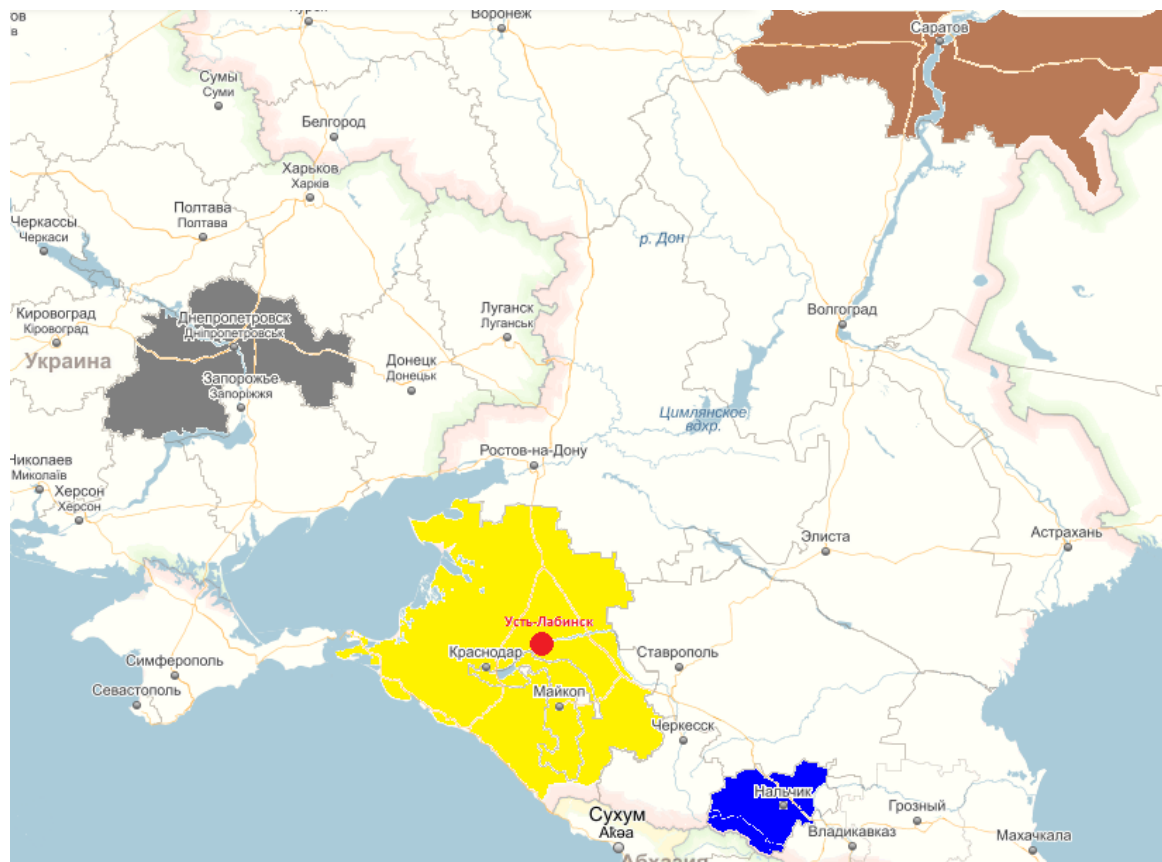


Таблица 64 – Средняя урожайность и уборочная влажность зерна по пунктам испытания гибридов (2012-2015 гг.)

Цвет	Пункт, год испытания	Средняя Урожайность зерна ц/га	Средняя влажность зерна, %
Желтый	Краснодар, 2012	46,1	15,5
Желтый	Краснодар, 2013	71,1	17,6
Желтый	Краснодар, 2014	87,1	16,0
Красный	Усть-Лабинск, 2015	71,6	12,6
Синий	КБР, 2013	49,9	30,1
Синий	КБР, 2014	54,0	15,6
Серый	Днепропетровск, 2013	77,1	20,3
Бурый	Саратов, 2013	70,2	31,4

соответствующий стандарт во всех зонах выращивания. 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 (Л0229хЛ0800)хЛ0681. Средняя урожайность зерна данного гибрида была 73,0 ц/га, что на 14,0 ц/га выше стандарта. Следует отметить тот факт, что данный гибрид положительно отзывается на улучшение условий выращивания. Максимальную урожайность зерна гибрид имел в 2013 году в Днепропетровске (95,0 ц/га), что связано с благоприятными климатическими условиями данной зоны. Второе место по урожайности зерна занимал гибрид при выращивании в КНИИСХ в 2014 году (90,0 ц/га), что также связано с благоприятными климатическими условиями данного года в этом пункте. Самую низкую урожайность зерна гибрид сформировал также при выращивании в КНИИСХ в 2012 году. Данное обстоятельство отражает крайне неблагоприятные погодные условия 2012 года в Краснодаре. Таким образом, в результате изучения нового тесткросса в восьми экологических пунктах можно характеризовать его как фенотипически высоко стабильный гибрид.

Таблица 65 – Матрица статистических значений результата двухфакторного дисперсионного анализа по признаку «урожайность зерна» (по восьми пунктам, за 2012-2015 гг.)

Дисперсия	Степеней свободы	Средние квадраты	Дисперсия	F _ф	F ₀₅
Общая	479	2,53	1212,45		
Условия (А)	7	123,77	865,87	1112,23	2,01
Генотип (В)	29	1,81	52,17	16,22	1,50
Взаимодействие (А х В)	203	1,32	267,82	11,91	1,20
Остаток (ошибка)	239	0,11	26,58		

Для оценки полученных результатов нами был использован метод двухфакторного дисперсионного анализа. В результате дисперсионного анализа подтверждено достоверное влияние различных условий среды и взаимодействия «генотип-условия» на урожайность зерна тесткроссов, проходивших экологическое испытание [38,177].

У исследуемых тесткроссов наблюдалась совершенно различная реакция на изменения условий среды, данное обстоятельство подтверждается высокой достоверностью различий трех видов дисперсий (Таблица 65).

Основываясь на результатах двухфакторного дисперсионного анализа о значительном генотипическом влиянии и участии взаимодействия «генотип-условия» на варьирование признака «урожайность зерна», перейдем к оценке экологической пластичности и стабильности лучших тесткроссов, выделившихся в различных экологических зонах.

Наиболее часто в работах по экологической адаптивности используется метод Eberhart S.A., Russel W.A [192]. Согласно этому методу селекционеры могут оценить имеющийся материал не только на его экологическую пластичность, но и на стабильность [27,94,116].

Результаты оценки и интерпретация значений адаптивности лучших тесткроссов, выделившихся при испытании в различных экологических зонах представлены в таблице 66. (Приложения 38, 39).

При оценке экологической пластичности и стабильности новых тесткроссов и в соответствии с предлагаемой в методике интерпретацией все тесткроссы были поделены на три группы. В первую группу вошли гибриды: (Л0229хЛ0800)хЛ0479; (Л0228хЛ0800)хЛ0369; (Л0229хЛ0800)хЛ0681; (Л031хЛ226)хЛ0622, а также стандарт Краснодарский 194 МВ.

Таблица 66 – Экологическая пластичность и стабильность лучших раннеспелых гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна», (среднее по восьми пунктам, 2012-2015 гг.)

Гибрид	Урожайность, ц/га	Пластичность, b_i	Стабильность, Sd_i^2	Ошибка (S b_i)	Критерий Значимости отклонения от 1 (t)	Коэффициент адекватности (B)
(0,9<b<1,1) - очень высокая фенотипическая стабильность						
Краснодарский 194 МВ ст.	58,6	0,97	5,93	0,10	0,34	0,93
(Л0229хЛ0800)хЛ0681	73,2	0,94	7,73	0,16	0,39	0,83
(Л0229хЛ0800)хЛ0479	67,5	0,98	19,29	0,37	0,05	0,47
(Л0228хЛ0800)хЛ0369	63,9	0,96	13,09	0,24	0,16	0,69
(Л031хЛ226)хЛ0622	67,1	1,02	14,60	0,28	0,06	0,64
1,1<b<1,2 - интенсивная фенотипически высокостабильная форма						
(Л031хЛ226)хЛ0403	64,3	1,18	7,02	0,13	1,44	0,92
(Л0229хЛ0800)хЛ0402	62,4	1,12	8,71	0,16	0,72	0,87
(Л0192хЛ07/1)хЛ0608	66,9	1,12	8,71	0,16	0,72	0,87
(Л098хКр651)хЛ0682	60,8	1,19	6,86	0,12	1,59	0,93
1,2<b<1,4 - интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью						
(Л0229хЛ0800)хЛ0609	65,9	1,38	14,22	0,26	1,43	0,79
(Л031хЛ226)хЛ0613	65,5	1,41	14,91	0,28	1,48	0,78
(Л098хКр651)хЛ0814	70,2	1,21	8,83	0,18	1,18	0,87
Среднее по опыту	66,0					
НСР ₀₅ частных средних	6,2					

У данных гибридов выявлены минимальные значения b_i , которые располагаются в пределах интервала ($0,9 < b_i < 1,1$). Гибриды этой группы можно квалифицировать как гибриды с высокой фенотипической стабильностью. Во вторую группу вошли гибриды: (Л031хЛ226)хЛ0403; (Л0192хЛ07/1)хЛ0608; (Л098хКр651)хЛ0682; (Л0229хЛ0800)хЛ0402, характеризующиеся как интенсивные формы с высокой фенотипической стабильностью ($1,1 < b_i < 1,2$). И в третью группу вошли тесткроссы: (Л0229хЛ0800)хЛ0609; (Л098хКр651)хЛ0814;

(Л031хЛ226)хЛ0613 характеризуются как гибриды интенсивного типа с пониженной фенотипической стабильностью ($1,2 < b_i < 1,3$).

Более обзорную практическую оценку отличий реакций генотипов тест-кроссов на изменение условий среды дает метод графического анализа линий регрессии урожайности (b_i) на индексы условий среды (I_j).

На рисунках 13,14 и 15 изображены графики регрессии лучших тесткроссов, принадлежащих к трем группам, выделенных нами при оценке экологической пластичности и стабильности.

Анализируя графики регрессии тесткроссов каждой группы, мы основываемся на том, что наклон линии регрессии отражает реакцию гибридов к другим генотипам в сравнении со средней и стандартом.

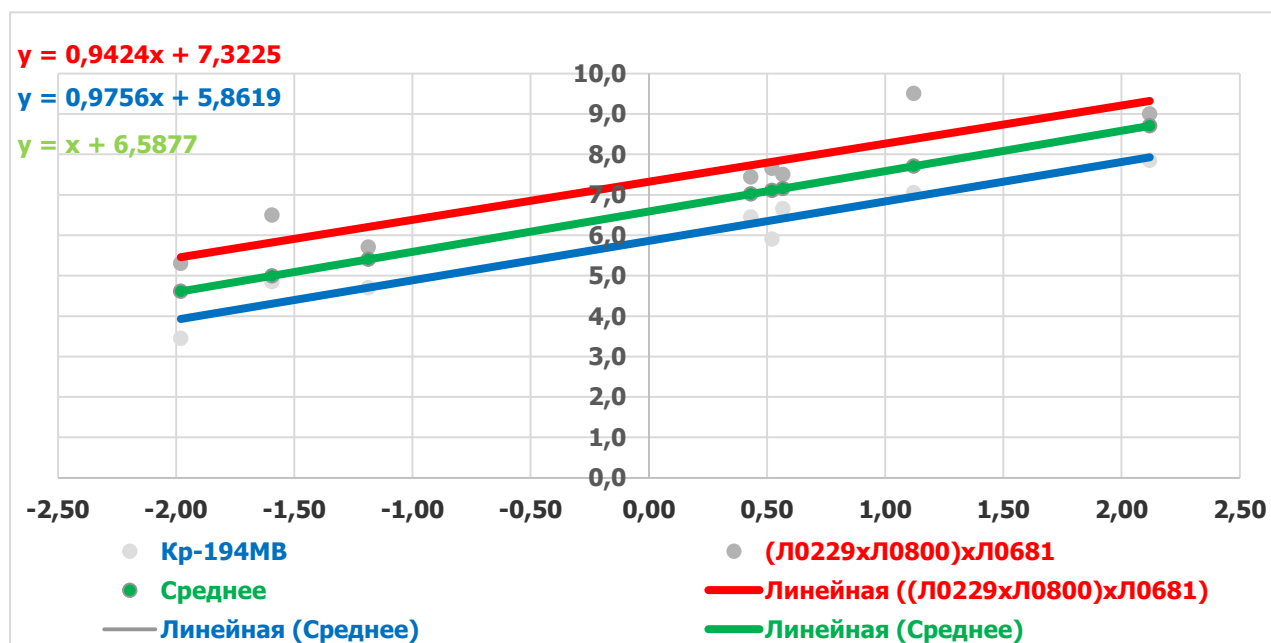


Рисунок 16 – Линии регрессии урожайности зерна гибридов в зависимости от условий выращивания (среднее по восьми пунктам, 2012-2015 гг.)

На первом графике (Рисунок 16) изображена линия регрессии перспективного тесткросса: (Л0229хЛ0800)хЛ0681, характеризующегося как гибрид с высокой фенотипической стабильностью. Выделенный гибрид имеет сходный угол наклона и расположен параллельно линии средней урожайности по опыту и стан-

дарта и отличается по углу наклона от линий регрессии высокопластичных гибридов (Рисунок 17).

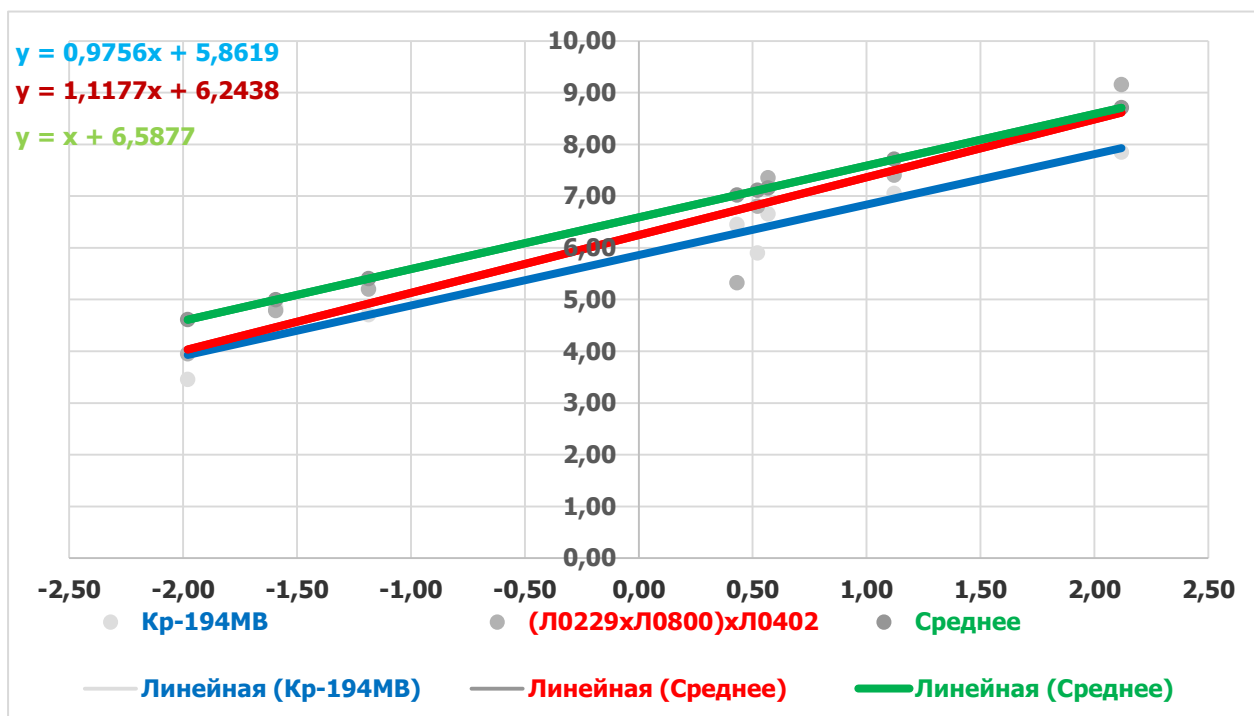


Рисунок 17 – Линии регрессии урожайности зерна гибридов в зависимости от условий выращивания (среднее по восьми пунктам, 2012-2015 гг.)

Небольшой угол наклона линии регрессии и размещение ее параллельно, но выше средней линии стандарта, говорит о значительно большей стабильности в реакции на различные экологические условия выращивания. Выделенный гибрид имеет сходный угол наклона и расположен параллельно линии средней урожайности по опыту и стандарта, но с существенным ее превышением на вариантах с более благоприятными условиями. Данное обстоятельство указывает на то, что гибрид положительно реагирует на улучшение условий возделывания. На третьем графике (Рисунок 18) приведены линии регрессии гибрида (Л031хЛ226)хЛ0613, характеризующегося как гибрид интенсивного типа с пониженной фенотипической стабильностью. Гибрид имеет сходный угол наклона и расположен параллельно линии средней урожайности по опыту и стандарта, но с существенным ее превышением на вариантах с более благоприятными условиями.

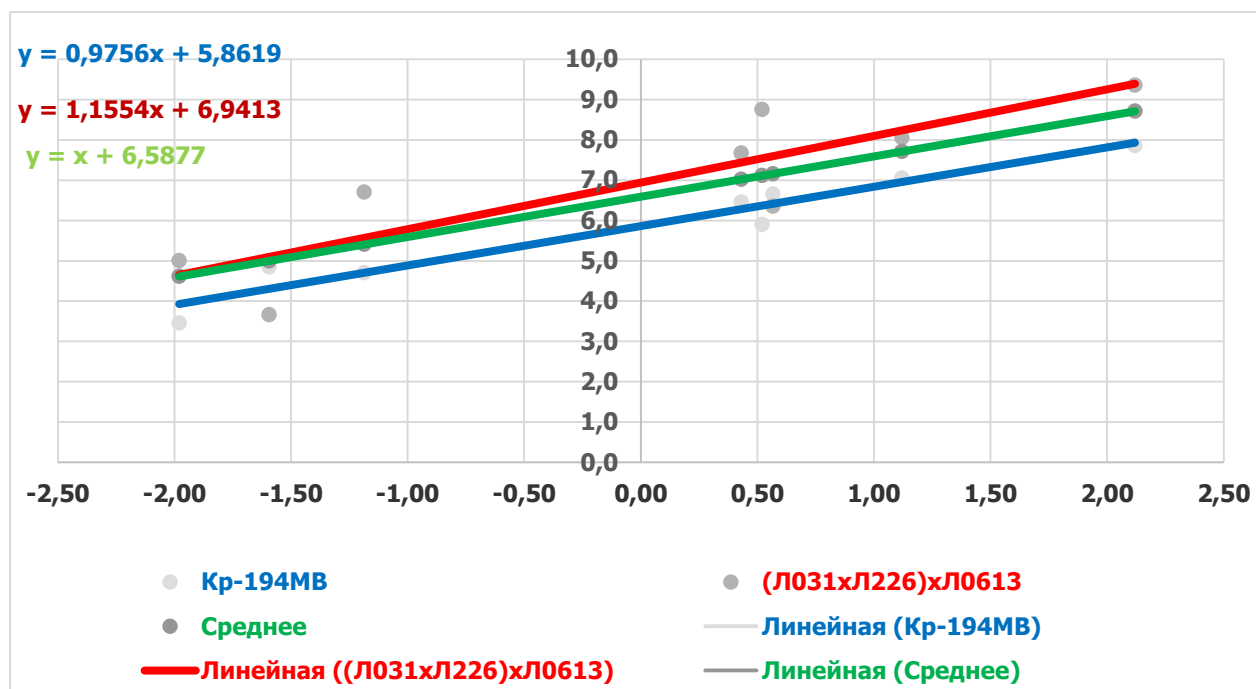


Рисунок 18 – Линии регрессии урожайности зерна гибридов в зависимости от условий выращивания (среднее по восьми пунктам, 2012-2015 гг.)

Подводя итоги проведенному анализу экологической пластичности и стабильности, по методу S.A Eberhart, W.A. Russel, с использованием данных урожайности зерна по всем пунктам изучения, а также графическим отображением регрессии, можно заключить, что дана комплексная характеристика новым тест-кроссам по норме их реакции на изменения условий среды и выявлены общие закономерности формирования их урожайности.

ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ СОРТОИСПЫТАНИЙ ПРОСТЫХ ГИБРИДОВ ПОЛУЧЕННЫХ В ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ

5.1 Характеристика основных селекционных признаков выделившихся простых гибридов

Для более полного и тщательного изучения новых линий и оценки их специфической комбинационной способности часть из них была включена в диаллельные скрещивания. Скрещивания проводились по неполной диаллельной схеме, с участием 29 новых раннеспелых самоопыленных линий. Всего в результате скрещиваний по трем схемам получено 128 раннеспелых простых гибридов (Таблица 67).

Таблица 67 - Количество использованных линий и полученных гибридов при диаллельных скрещиваниях (КНИИСХ, 2011 г.)

Диаллельная схема	Количество линий	Количество гибридов
№ 1	11	55
№ 2	8	28
№ 3	10	45
Всего	29	128

Полученный селекционный материал изучался в контрольном питомнике КНИИСХ, методика проведения исследований была такая же, что и при изучении тесткроссных гибридов.

В таблице 68 приведены результаты варьирования основных селекционных признаков у простых гибридов, полученных при скрещивании по диаллельной схеме № 1. В таблице приведены четыре основных признака. В этом разделе мы более подробно остановимся на урожайности зерна, уборочная влажность зерна будет рассмотрена в отдельном разделе. Размах варьирования признака «урожайность зерна» за три года исследований был высоким (Lim , ц/га – 53,8 ц/га). Коэф-

коэффициент вариации за три года составил 20,1%, в большей степени это связано с различными условиями сортоиспытания по годам исследования, хотя высокий коэффициент вариации по урожайности зерна был и по годам. Методом дисперсионного анализа установлена существенная генотипическая разница между изучаемыми гибридами по признаку «урожайность зерна» за все годы испытаний (Приложение 1).

Таблица 68 - Варьирование основных селекционных признаков у простых гибридов ДС-1, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га	Период всх.-цвет.поч., дней	Высота раст., см	Высота прикр. початка, см
N	55	55	55	55
$\bar{X}$, ц/га	51,9	44,1	217,8	82,9
$X_{\min}$, ц/га	22,7	41,0	168,1	66,3
$X_{\max}$, ц/га	76,5	49,3	241,1	103,4
Lim, ц/га	53,8	8,3	77,0	37,1
S	10,4	1,8	16,7	8,1
CV, %	20,1	4,0	7,6	9,8
дов.инт.±	2,7	0,5	18,4	10,4

По другим признакам коэффициент вариации был незначительным. Низкое варьирование признаков «высота растений» и «высота прикрепления початка» указывает на выравненность селекционного материала – простых гибридов по этим признакам (Приложения 14-16).

Для более четкого иллюстрирования разнообразия простых гибридов по отдельным признакам приводим их графическое распределение (Рисунок 19). В левой части рисунка изображено распределение простых гибридов по признаку «урожайность зерна» за годы изучения. Как и указывалось ранее, варьирование данного признака очень высокое, отсюда и столь неоднородное распределение на графике. Основная группа гибридов располагалась в интервале $41,5 \div 62,3$ ц/га, при средней урожайности за три года исследований $\bar{X}_{\text{ср}} \pm t_{05} S_x = 51,9 \pm 10,4$. Как видно из

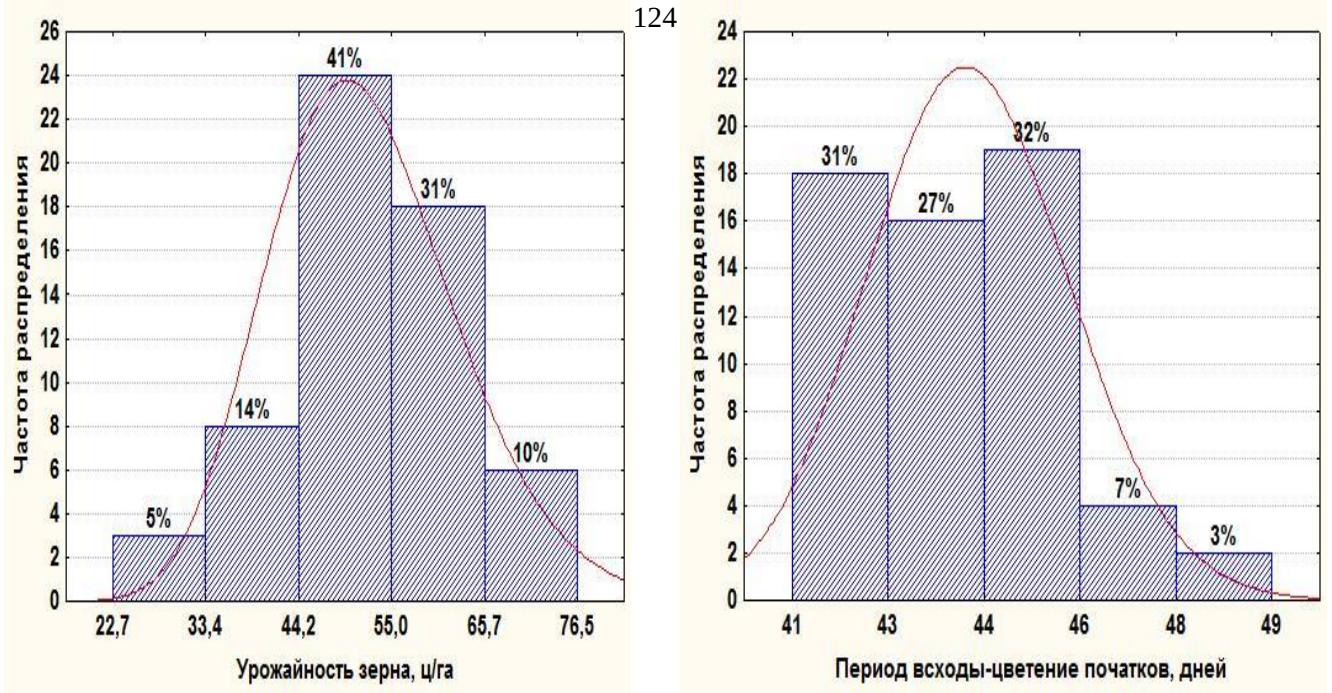


Рисунок 19 – Распределение новых простых гибридов ДС-1 по признаку «урожайность зерна» (слева) и «период всходы-цветение початков» (справа) (2012-2014гг.)

графика, распределение гибридов по признаку «урожайность зерна» было неравномерным, что и соответствует высокому коэффициенту вариации – 20,1%.

В правой части рисунка дан график распределения гибридов по признаку «период всходы-цветение початков». Варьирование данного признака было незначительным ($CV = 4,0 \%$), поэтому и распределение на графике довольно однородное. Так, основная масса гибридов (90%) располагалась в интервале 42,3÷45,9 дней, при средней за три года исследований $X_{cp} \pm t_{05}S_x = 44,1 \pm 1,8$. Хотя отдельные гибриды (10%) имели период всходы-цветение початков от 41 до 49 дней.

В таблице 69 приведена характеристика лучших простых гибридов, полученных в 1 схеме диаллельных скрещиваний при испытании в 2012-2014 годах. В связи с тем, что все полученные гибриды по вегетационному периоду были раннеспелые, стандартом во всех трех схемах был взят раннеспелый гибрид Краснодарский 194 МВ. Первая диаллельная схема была самая большая – 11 линий и 55 простых гибридов, полученных по неполной диаллельной схеме скрещиваний. В таблице приведены 6 лучших гибридов в сравнении со стандартом. В 2012 году урожайность зерна лучших гибридов превышала урожайность зерна стандарта на

Таблица 69 - Характеристика лучших простых гибридов диаллельной схемы № 1, ц/га (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Гибрид	Урожайн. зерна, ц/га	Откл. от станд., ц/га	Уборочн. вл. зер., %	Период всх. - цвет.поч., дней	Высота раст., см	Высота прикр. початка, см
2012г						
Краснодарский 194 МВ ст.	30,4	ст.	14,1±0,10	40	238,0±0,50	92,3±0,75
Л0705хЛ0600	51,9	21,5	13,1±0,10	41	212,5±0,50	82,5±0,10
Л0600хЛ0451	51,9	21,5	13,4±0,10	38	203,0±0,50	82,3±0,50
Л0705хЛ0402	51,9	21,5	12,8±0,25	38	205,0±2,50	77,8±2,50
Л0705хЛ0451	47,3	16,9	12,7±0,25	40	205,3±2,75	75,5±3,00
Л0706хЛ0402	45,8	15,4	14,4±0,10	36	198,0±0,10	78,0±0,10
Л0610хЛ0332	45,5	15,1	12,3±0,15	42	212,8±0,25	72,3±0,25
Среднее по опыту	30,4		13,6	39	214,5	80,3
НСР ₀₅	6,4					
CV,%	27,49		7,63	7,15	9,24	12,23
2013г						
Краснодарский 194 МВ ст.	58,1	ст.	19,2±0,13	47	242,4±1,0	94,5±0,5
Л0705хЛ0332	78,5	20,4	17,6±0,18	45	199,0±0,75	73,5±1,70
Л0705хЛ0123	77,9	19,8	16,8±0,44	47	219,5±0,10	82,2±0,50
Л0705хЛ0402	74,4	16,3	19,1±0,52	46	210,2±0,60	84,4±0,50
Л0706хЛ0402	73,9	15,8	16,4±0,28	48	203,0±0,60	84,0±0,60
Л0610хЛ0332	73,2	15,1	16,9±0,08	46	218,6±0,40	79,0±0,80
Л0705хЛ0600	70,5	12,4	16,4±0,23	46	218,4±0,10	88,5±1,00
Среднее по опыту	54,1		18,5	46	219,5	85,3
НСР ₀₅	5,3					
CV,%	23,54		5,55	2,88	9,04	11,43
2014г						
Краснодарский 194 МВ ст.	80,3	ст.	15,8±0,52	48	230,3±0,75	86,5±0,1
Л0705хЛ0402	103,2	22,9	14,5±0,32	46	213,3±0,25	67,3±0,25
Л0706хЛ0402	94,4	14,1	13,9±0,34	45	231,3±0,25	102,0±0,1
Л0610хЛ0332	91,5	11,2	16,2±0,84	48	217,5±0,10	86,0±0,50
Л0705хЛ0600	91,5	11,2	15,0±0,24	48	222,8±0,25	83,0±0,50
Л0705хЛ0123	90,1	9,8	17,6±0,24	48	237,3±0,25	92,3±0,25
Л0705хЛ0451	86,2	5,9	19,8±0,80	46	237,0±0,50	85,3±2,25
Среднее по опыту	69,4		15,3	46	219,6	83,1
НСР ₀₅	5,6					
CV,%	22,80		19,7	4,48	7,9	11,31

12,5 - 21,5 ц/га, при уборочной влажности зерна равной или на 1-2% ниже, чем у стандарта. Подобная тенденция сохранилась и в более благоприятные по погодным условиям 2013-2014 годы, лишь с той разницей, что в эти годы урожайность зерна лучших гибридов не была столь значительной, ввиду высокой урожайности стандарта. Тем не менее, например в 2014 году при урожайности стандарта в 80,3 ц/га, лучшие гибриды достоверно превысили его на 5,9-22,9 ц/га. В среднем за три года, лучшим по урожайности зерна гибридом был Л0705хЛ0402 со средней урожайностью 76,5 ц/га, что в среднем на 20,6 ц/га выше, чем у стандарта. Если же проанализировать его урожайность по годам, то максимальная урожайность была в 2014 году и составляла 103,2 ц/га, и уборочной влажностью на 1% ниже, чем у стандарта. Более того, в 5 гибридах из набора лучших по урожайности зерна, в среднем за три года изучения присутствует новая раннеспелая самоопыленная линия Л0705. Эта линия относится к зародышевой плазме Stiff Stalk Synthetic. Впервые она включена в тестирование в диаллельных скрещиваниях. В двух лучших по урожайности зерна гибридах присутствует новая раннеспелая линия Л0402, относящаяся к зародышевой плазме Айодент. Следует отметить, что гибриды с этой линией имели более низкую уборочную влажность зерна, чем стандарт за все годы изучения. Данная линия обладает признаком быстрой отдачи влаги зерном при созревании и в настоящее время проводится работа с ней в данном направлении.

В таблице 70 приведена средняя высота растений и высота прикрепления початка выделившихся гибридов по сравнению со стандартом в зависимости от года изучения. Высота растений всех приведенных гибридов была меньше, чем у стандарта, что указывает на явно зерновой тип гибридов. Высота прикрепления початка была на уровне стандарта или превышала его у некоторых гибридов, что подтверждает высокую технологичность данного материала.

Во вторую диаллельную схему были вовлечены 8 новых раннеспелых линий, на основе которых получено 28 простых гибридов.

В таблице 70 приведено варьирование основных селекционных признаков у простых гибридов, полученных при скрещивании по диаллельной схеме № 2. Как

и в первом случае, по второй схеме мы приводим в таблице только 4 основных признака. Размах варьирования признака «урожайность зерна» за три года исследований был высоким ($Lim - 38,8$ ц/га). Коэффициент вариации за три

Таблица 70 - Варьирование основных селекционных признаков простых гибридов ДС-2, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га	Период всх.-цвет.поч., дней	Высота раст., см	Высота прикр. початка, см
N	28	28	28	28
$X_{cp} \pm s_x$, ц/га	54,3	45,2	225,2	84,8
X_{min} , ц/га	35,9	43,0	187,3	71,3
X_{max} , ц/га	74,7	49,0	261,9	103,5
Lim , ц/га	38,7	6,0	74,6	32,2
S	10,3	1,2	15,1	7,9
CV,%	19,0	2,6	6,7	9,4
ДОВ.ИНТ.±	3,7	0,4	5,5	2,9

года составил 19,0 %, что выше среднего. В то же время, отдельные гибриды имели урожайность зерна значительно выше среднего показателя по опыту. Столь высокий коэффициент вариации признака «урожайность зерна» позволяет вести отбор на высокогетерозисные гибриды. Подтверждением этому являются и результаты дисперсионного анализа (Приложение 2).

Варьирование признаков «период всходы-цветение початков», «высота растений» и «высота прикрепления початка» было незначительным, что указывает на выравнивание селекционного материала – простых гибридов по этим признакам (Приложение 22-24).

Распределение простых гибридов по признакам «урожайность зерна» и «период всходы-цветение початков» можно графически рассмотреть варьирование данных признаков (Рисунок 20). В левой части рисунка изображено распределение простых гибридов по признаку «урожайность зерна» за годы изучения. Варьирование данного признака высокое, и как следствие столь неоднородное распре-

деление на графике. Большая часть гибридов (около 80%) располагалась в интервале $44,0 \div 64,6$ ц/га, при средней урожайности за три года исследований $X_{\text{ср}} \pm t_{05}S_x = 54,3 \pm 10,3$. Как видно из графика, распределение гибридов по признаку «урожайность зерна» было неравномерно, что и соответствует высокому коэффициенту вариации – 19,0 %. Тем не менее, отдельные гибриды (16%) имели урожайность зерна выше 65 ц/га. В правой части рисунка дан график распределения гибридов по признаку «период всходы-цветение початков». Варьирование данного признака было незначительным ($CV=2,6\%$), поэтому и распределение на графике довольно однородное. Так, около 80% гибридов располагалось в интервале $44,0 \div 46,4$ дней, при средней за три года исследований $X_{\text{ср}} \pm t_{05}S_x = 45,2 \pm 1,2$. Однако, даже при столь низком коэффициенте вариации, отдельные гибриды имели период всходы-цветение початков от 43 до 49 дней.

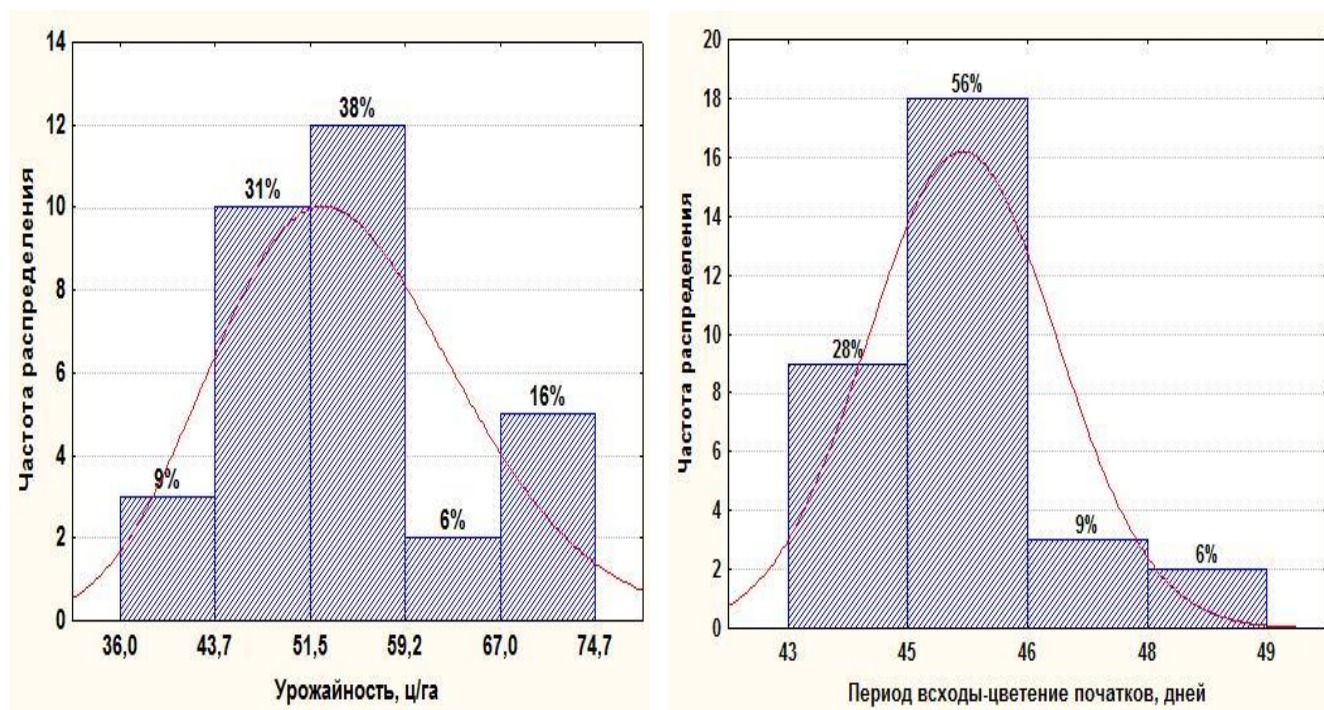


Рисунок 20 – Распределение новых простых гибридов ДС-2 по признаку «урожайность зерна» (слева) и «период всходы-цветение початков» (справа), (2012-2014гг.)

В таблице 71 приведена характеристика лучших по урожайности зерна гибридов этой схемы за три года изучения. Как видно из таблицы, лучшие гибриды

Таблица 71 - Характеристика лучших простых гибридов диаллельной схемы № 2, ц/га (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Гибрид	Урожайн. зерна, ц/га	Откл. от станд., ц/га	Уборочн. вл. зер., %	Период всх.- цвет.поч., дней	Высота раст., см	Высота прикр. початка, см
2012г						
Краснодарский 194 МВ ст.	33,2	ст.	15,2±0,10	40	218,0±0,10	83,3±0,25
Л0602хЛ0609	55,9	22,7	13,3±0,25	42	193,0±0,50	73,0±0,50
Л0609хЛ0814	55,1	21,9	14,4±0,20	40	233,3±0,20	73,5±0,50
Л0608хЛ0823	54,2	21,0	14,3±0,15	41	213,0±0,50	80,5±2,25
Л0602хЛ0608	52,8	19,6	12,2±0,15	41	269,8±2,20	95,3±2,25
Л0823хЛ0814	52,1	18,9	14,5±0,30	41	232,5±0,50	87,8±0,25
Л0609хЛ0608	50,8	17,6	13,3±0,10	39	215,3±2,70	68,0±0,50
Среднее по опыту	37,5		14,2	40	221,8	79,6
НСР ₀₅	5,4					
CV,%	28,4		7,39	4,02	10,2	13,97
2013г						
Краснодарский 194 МВ ст.	60,1	ст.	20,1±0,42	46	222,8±0,25	86,9±0,80
Л0602хЛ0609	78,7	18,6	17,1±0,34	47	198,0±0,75	78,3±0,25
Л0609хЛ0814	78,3	18,2	17,8±0,10	46	238,1±0,10	78,0±0,10
Л0602хЛ0608	77,9	17,8	16,9±0,06	46	273,1±2,10	102,3±0,75
Л0602хЛ0807	77,2	17,1	17,9±0,50	47	235,3±0,75	91,6±0,10
Л0823хЛ0814	75,8	15,7	17,0±0,12	46	237,5±0,10	92,3±0,25
Л0807хЛ0608	74,1	14,0	18,0±0,31	46	237,0±2,05	93,8±0,25
Среднее по опыту	58,3		19,0	47	226,6	84,3
НСР ₀₅	5,1					
CV,%	24,66		6,56	2,26	9,91	13,21
2014г						
Краснодарский 194 МВ ст.	78,8	ст.	17,1±0,54	48	226,3±1,25	95,0±0,50
Л0609хЛ0814	90,8	12,0	17,6±0,42	46	241,5±1,00	95,5±0,50
Л0823хЛ0814	89,5	10,7	13,5±0,58	48	202,3±0,25	76,0±0,50
Л0807хЛ0608	88,3	9,5	16,2±0,68	46	234,3±0,25	82,8±0,75
Л0602хЛ0807	87,2	8,4	17,6±0,89	48	242,3±0,25	96,3±0,25
Л0602хЛ0608	85,1	6,3	16,6±0,62	48	243,0±0,50	101,5±0,5
Л0602хЛ0609	84,9	6,1	17,7±1,42	49	222,3±0,25	85,8±0,75
Среднее по опыту	69,4		16,1	47	227,3	90,6
НСР ₀₅	5,6					
CV,%	19,53		16,54	2,43	5,14	13,07

значительно превышали по урожайности зерна стандарт во все годы изучения. Так, превышения над стандартом составили от 17 до 22 ц/га в 2012 году, от 14 до 18 ц/га в 2013 году и от 6 до 12 ц/га в 2014 году. Величина превышения урожайности зерна над стандартом зависела и от урожайности самого стандарта. Урожайность зерна стандарта Краснодарский 194 МВ колебалась от 33,2 ц/га в 2012 году до 78,8 ц/га в 2014 – самом урожайном году.

Высокую урожайность зерна во все годы изучения сформировал гибрид Л0602хЛ0609. Почти все эти гибриды отличались и более низкой уборочной влажностью зерна. Уровень урожайности гибрида составил 73,2 ц/га в среднем за три года испытания. Данный гибрид стабильно занимал первые места в 2012, 2013 и 2014 годах, превысив стандарт на 22,7 / 18,6 / 6,1 ц/га соответственно по годам изучения. Линия Л0609 представлена уже во втором гибриде, а Л0602 является линией, полученной из американского синтетика, относящегося к группе зародышевой плазмы Ланкастер. Следует отметить тот факт, что линия Л0602, являющаяся материнской формой простого гибрида, присутствует еще в трех гибридах, показавших лучшие результаты по урожайности зерна. Важным показателем гибрида является тот факт, что по периоду от всходов до цветения початка он на 1-2 дня превышал стандарт, однако его уборочная влажность во все годы изучения была на 2-3% ниже, чем у стандарта.

Средняя высота растений выделившихся гибридов была, как и у гибридов первой диаллельной схемы - ниже, чем у стандарта Краснодарский 194 МВ, что также указывает на зерновой тип гибридов. Высота прикрепления початка соответствовала требованиям технологии, но была незначительно ниже стандарта. Данное обстоятельство повышает устойчивость растений к полеганию.

В третью диаллельную схему были вовлечены 10 новых раннеспелых линий, на основе которых получено 45 простых гибридов. В таблице 72 приведено варьирование основных селекционных признаков у простых гибридов, полученных при скрещивании по диаллельной схеме № 3. Размах варьирования признака «урожайность зерна» за три года исследований был средним (Lim, ц/га – 40,2 ц/га). Коэффициент вариации за три года составил 18,8 %, что выше среднего.

Между простыми гибридами от ДС 3 методом дисперсионного анализа также установлены существенные генотипические различия по признаку «урожайность зерна» за годы исследований (Приложение 3).

Варьирование признаков «период всходы-цветение початков», «высота растений» и «высота прикрепления початка» было незначительным (Приложения 30-32).

Таблица 72 - Варьирование основных селекционных признаков у простых гибридов ДС-3, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га	Период всх.-цвет.поч., дней	Высота раст., см	Высота прикр. початка, см
N	45	45	45	45
$\bar{X}$ ср, ц/га	55,7	44,8	217,3	80,1
$X_{\min}$, ц/га	37,8	42,3	180,8	66,9
$X_{\max}$, ц/га	78,0	49,3	245,7	99,3
Lim, ц/га	40,2	7,0	64,8	32,3
S	10,4	1,4	14,2	7,9
CV, %	18,8	3,2	6,5	9,9
дов.инт.±	3,0	0,4	4,0	2,3

Распределение простых гибридов по признакам «урожайность зерна» и «период всходы-цветение початков» изображено графически (Рисунок 21). В левой части рисунка изображено распределение простых гибридов по признаку «урожайность зерна» за годы изучения. Варьирование урожайности зерна у новых гибридов было выше среднего, коэффициент вариации составил 18,8% в среднем за три года исследований. Основная часть гибридов (более 60%) располагалась в интервале 45,3÷66,1 ц/га, при средней урожайности за три года исследований $\bar{X}_{\text{ср}} \pm t_{05} S_x = 55,7 \pm 10,4$. В правой части рисунка дан график распределения гибридов по признаку «период всходы-цветение початков».

В таблице 73 приведена характеристика лучших простых гибридов диаллельной схемы №3. Максимальную урожайность зерна - 78,0 ц/га в среднем за три года изучения показал гибрид Л0404хЛ0307. Более того, лучшая урожайность зерна у

данного гибрида была на протяжении всех 3 лет. Значительное превышение урожайности зерна над стандартом составляло от 13,4 до 25,9 ц/га по годам.

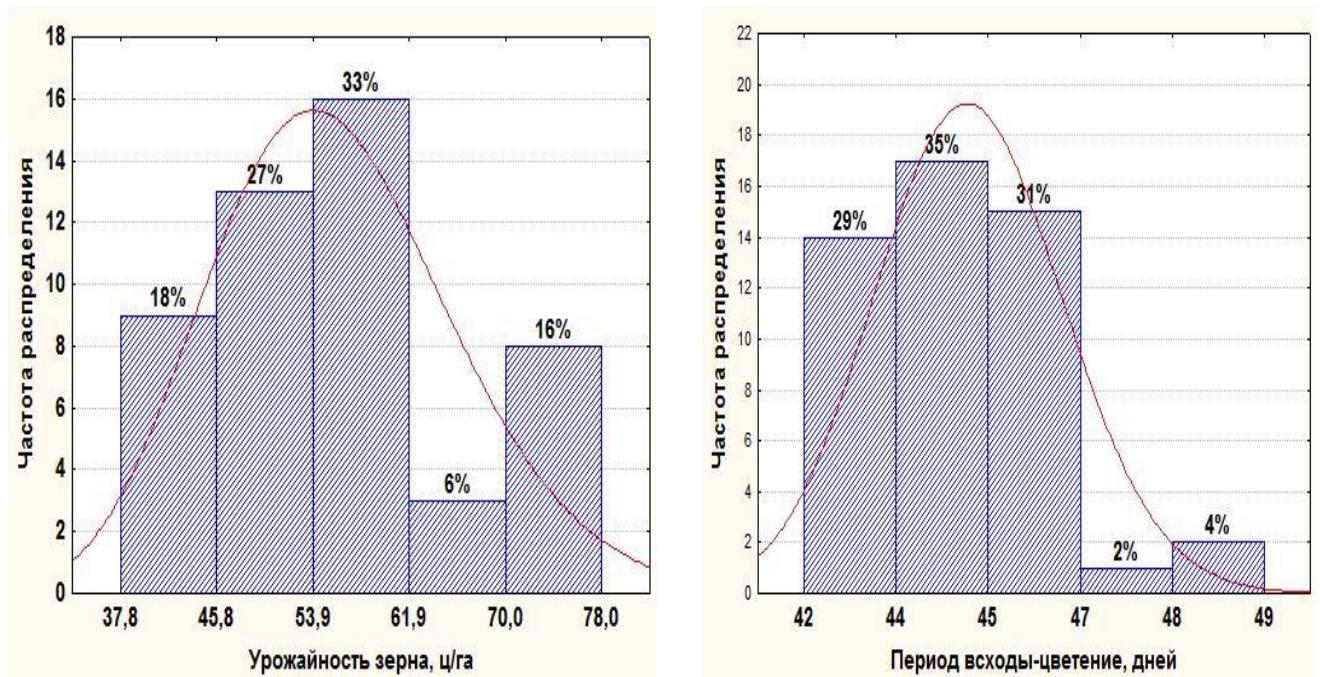


Рисунок 21 – Распределение новых простых гибридов ДС-3 по признаку «урожайность зерна» (слева) и «период всходы-цветение початка» (справа), (2012-2014гг.)

Самый высокий урожай зерна гибрид сформировал в 2014 году – 93,5 ц/га, при более низкой, чем у стандарта, уборочной влажности зерна.

Гибрид создан на основе двух новых раннеспелых самоопыленных линий. Линия Л0404 - одна из самых ранних наших линий, относится к зародышевой плазме Stiff Stalk Synthetic, а линия Л0307 к зародышевой плазме Ланкастер. Следует отметить, что во все годы испытания данный гибрид имел уборочную влажность зерна ниже, чем у стандарта. Все гибриды, полученные на основе линии Л0404, имели более короткий, чем у стандарта период от всходов до цветения початков. Средняя высота растений и высота прикрепления початка приведенных гибридов была незначительно меньше, чем у стандарта, как и в двух предыдущих схемах.

Рассматривая результаты изучения новых тесткроссов мы уже отмечали, что уборочная влажность зерна является одним из важнейших показателей гибридов кукурузы. При оценивании простых гибридов от диаллельных скрещиваний,

Таблица 73 - Характеристика лучших простых гибридов от диаллельной схемы №3, ц/га (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Гибрид	Урожайн. зерна, ц/га	Откл. от станд., ц/га	Уборочн. вл. зер., %	Период всх.- цвет.поч., дней	Высота раст., см	Высота прикр. початка, см
2012г						
Краснодарский 194 МВ ст.	34,6	ст.	14,5±0,15	40	243,0±0,10	83,0±0,10
Л0404хЛ0307	56,1	21,5	13,7±0,25	40	204,8±2,25	72,3±0,25
Л0404хЛ0640	54,9	20,3	13,6±0,25	40	192,5±0,10	80,0±2,25
Л032хЛ0404	54,4	19,8	14±0,10	37	198,0±0,10	68,3±0,25
Л032хЛ0337	53,5	18,9	13,3±0,15	40	225,0±2,25	82,3±0,25
Л0337хЛ0340	51,9	17,3	13,1±0,10	41	197,8±0,25	65,3±2,75
Л0112хЛ0404	51,8	17,2	13,2±0,10	39	212,5±0,10	82,5±0,10
Среднее по опыту	36,5		14,2	39	213,0	74,6
НСР ₀₅	6,5					
CV,%	27,29		6,58	7,15	7,84	11,61
2013г						
Краснодарский 194 МВ ст.	58,5	ст.	20,3±0,43	48	246,5±0,10	87,0±0,10
Л0404хЛ0307	84,4	25,9	17,6±0,28	46	209,0±1,00	76,5±0,10
Л0805хЛ0307	81,7	23,2	16,4±0,30	46	238,1±0,10	84,8±0,25
Л032хЛ0337	81,6	23,1	19,9±0,52	46	229,9±0,90	86,0±1,00
Л0404хЛ0640	80,9	22,4	18,3±0,05	48	198,9±0,15	84,0±1,00
Л0337хЛ0112	79,4	20,9	16,4±0,30	47	237,3±1,25	76,0±0,50
Л0337хЛ0340	78,9	20,4	16,8±0,34	46	202,4±0,10	69,9±0,15
Среднее по опыту	56,9		18,5	46	217,5	78,9
НСР ₀₅	4,6					
CV,%	25,76		6,51	2,88	7,77	11,13
2014г						
Краснодарский 194 МВ ст.	80,1	ст.	16,6±0,48	48	229,3±0,25	104,0±1,00
Л0404хЛ0307	93,5	13,4	14,6±0,64	48	202,3±0,25	81,3±1,75
Л032хЛ0404	93,0	12,9	21,6±0,47	45	230,0±0,10	91,5±0,10
Л0404хЛ0640	91,9	11,8	17,4±0,47	48	200,5±0,50	73,5±1,00
Л032хЛ0337	92,1	12,0	15,0±1,08	46	227,5±0,10	77,5±0,10
Л0805хЛ0307	91,1	11,0	13,3±0,33	47	227,3±0,25	81,5±0,10
Л0337хЛ0112	90,7	10,6	13,5±0,43	48	218,5±0,10	86,5±0,50
Среднее по опыту	74,7		16,5	47	221,5	86,8
НСР ₀₅	5,3					
CV,%	16,21		14,1	4,48	7,11	14,24

показатель уборочной влажности зерна не менее значим, особенно при создании раннеспелых гибридов для выращивания в районах с относительно коротким безморозным периодом. Выращивание кукурузы на зерно в Центрально-Чернозёмной зоне России сопряжено с дополнительными затратами на досушивание зерна из-за его повышенной влажности. В связи с этим, создание и внедрение в производство простых и трехлинейных гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна является одним из главных направлений в селекции раннеспелой кукурузы [43,99,100,114].

В диаллельных скрещиваниях во всех трех схемах участвовали лишь раннеспелые линии, поэтому анализ уборочной влажности полученных простых гибридов приводится в сравнении со стандартом – раннеспелым гибридом Краснодарский 194 МВ. В таблице 74 представлено варьирование признака «уборочная влажность зерна» простых гибридов от всех трех диаллельных схем скрещивания при испытании в 2012-2014 годы. Как видно из таблицы, представленный материал имел большую вариабельность по данному признаку. Коэффициент вариации в 2012 и 2013 годах по всем трем диаллельным схемам был незначительным ($CV < 10\%$) и только во влажном, по погодным условиям, 2014 году он был средним и выше среднего. Так, в 2014 году коэффициент вариации составил 19,7 / 16,5 / 14,1% соответственно в 1, 2 и 3 диаллельных схемах. Размах варьирования составлял – 4,8 / 4,7 / 4,6% в среднем за три года изучения по трем диаллельным схемам соответственно. Еще больший размах варьирования данного признака был в зависимости от года изучения. Так, например в 2014 году размах варьирования уборочной влажности зерна у гибридов по трем схемам составил - 11,2 / 10,1 / 8,4%, соответственно. Например, в первой диаллельной схеме уборочная влажность гибридов колебалась от 10,9 до 22,2% при уборочной влажности стандарта 15,7%.

Таблица 74 - Варьирование признака "Уборочная влажность зерна» простых гибридов от диаллельных схем, (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Уборочная влажность зерна, %			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
Диаллельная схема № 1				
N	55	55	55	55
X _{ср} , %	13,5	18,4	15,2	15,7
X _{min} , %	12,2	16,4	10,9	13,9
X _{max} , %	17,7	21,2	22,2	18,7
Lim, %	5,5	4,7	11,2	4,8
S	1,0	1,0	2,9	1,2
CV, %	7,6	5,5	19,7	7,5
HCP ₀₅	1,4	1,1	1,9	3,0
Диаллельная схема № 2				
N	28	28	28	28
X _{ср} , %	14,2	18,9	16,1	16,4
X _{min} , %	12,2	16,9	11,5	14,4
X _{max} , %	16,7	22,4	21,6	19,1
Lim, %	4,6	5,5	10,1	4,7
S	1,0	1,2	2,7	1,2
CV, %	7,4	6,6	16,5	7,2
HCP ₀₅	1,4	1,1	2,2	2,8
Диаллельная схема № 3				
N	45	45	45	45
X _{ср} , %	14,1	18,6	17,1	16,6
X _{min} , %	13,0	16,4	13,2	14,4
X _{max} , %	16,6	22,0	21,7	19,0
Lim, %	3,5	5,6	8,4	4,6
S	0,9	1,2	2,4	1,1
CV, %	6,6	6,5	14,1	6,8
HCP ₀₅	1,4	1,0	2,3	2,5

Учитывая столь высокий размах варьирования признака «уборочная влажность зерна», можно предположить, что в данной группе гибридов возможно про-

ведение отбора гибридов с более низкой уборочной влажностью зерна, чем у соответствующего стандарта.

В таблице 75 приведена характеристика лучших по признаку «уборочная влажность зерна» простых гибридов от диаллельных скрещиваний в схеме № 1.

Анализируя полученные результаты уборочной влажности зерна у простых гибридов ДС 1, следует отметить, что средние показатели влажности за все годы испытания были ниже, чем у стандарта.

Таблица 75 - Характеристика лучших простых гибридов диаллельной схемы №1 по признаку «уборочная влажность зерна», % (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
Краснодарский 194 МВ ст.	14,0	19,2	15,7	16,3
Л0707хЛ0130	13,1	17,2	11,4	13,9
Л0601хЛ0123	12,5	18,0	11,7	14,0
Л0707хЛ0610	12,6	18,0	11,8	14,1
Л0600хЛ0123	12,4	17,5	12,7	14,2
Л0610хЛ0123	13,6	17,1	12,6	14,4
Л0402хЛ0130	13,6	18,0	11,7	14,4
Л0130хЛ0332	13,4	17,8	12,3	14,5
Л0706хЛ0123	13,4	18,6	11,6	14,5
Л0705хЛ0600	13,1	16,4	14,0	14,5
Среднее по опыту	13,5	18,4	15,2	15,7
НСР ₀₅	1,37	1,11	1,98	3,00

Отдельные гибриды в разные годы изучения имели уборочную влажность зерна значительно ниже, чем у стандарта. Например, гибрид Л0707хЛ0130 имел уборочную влажность зерна в среднем за три года изучения 13,9 %, что на 2,4 % ниже, чем у стандарта. Этот же гибрид в 2014 году имел уборочную влажность зерна – 11,4 % , что уже на 4,3 % ниже, чем у стандарта. В этой связи хотелось выделить гибрид Л0705хЛ0600 с уборочной влажностью зерна в среднем за три года изучения 14,5 %, что на 1,8 % ниже, чем у стандарта, имея урожайность зерна 71,3 ц/га, что на 15,0 ц/га выше, чем у стандарта. Очень высокая урожайность

зерна при пониженной уборочной влажности прослеживалась у данного гибрида во все годы изучения. Так, в 2014 году при уборочной влажности 14,0 % он имел урожайность зерна 91,5 ц/га.

В таблице 76 приведена характеристика выделившихся по признаку «уборочная влажность зерна» простых гибридов от диаллельной схемы № 2. Как и гибриды первой диаллельной схемы данный блок гибридов имел среднюю уборочную влажность зерна по опыту за все годы изучения выше, чем у стандарта. В то же время, отдельные гибриды в различные годы изучения имели уборочную влажность зерна значительно ниже стандартной. Из второй диаллельной схемы следует выделить гибрид Л0823хЛ0814 с уборочной влажностью зерна в среднем за три года 15,0%, что на 2,0% ниже стандарта.

Таблица 76 - Характеристика лучших простых гибридов диаллельной схемы №2 по признаку «уборочная влажность зерна», % (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
Краснодарский 194 МВ ст.	14,3	20,1	16,5	17,0
Л0707хЛ0818	13,1	18,5	11,5	14,4
Л0823хЛ0814	14,5	17,0	13,5	15,0
Л0707хЛ0807	15,1	17,7	12,5	15,1
Л0602хЛ0608	12,1	16,9	16,6	15,2
Л0807хЛ0814	13,7	20,1	12,1	15,3
Л0814хЛ0818	14,1	19,2	12,8	15,3
Л0807хЛ0818	13,4	20,1	13,1	15,5
Л0707хЛ0608	13,3	19,6	13,7	15,5
Л0807хЛ0609	13,5	18,4	14,7	15,5
Среднее по опыту	14,2	18,9	16,1	16,4
НСР ₀₅	1,45	1,05	2,24	2,77

В то же время, урожайность зерна данного гибрида была 72,5 ц/га, что значительно выше, чем у стандарта (на 15,1 ц/га). Высокую урожайность зерна при пониженной его уборочной влажности имел данный гибрид и по годам изучения.

Распределение простых гибридов от скрещиваний в диаллельной схеме №1 и №2 по признаку «уборочная влажность зерна» за три года исследований рассмотрим в графическом изображении (Рисунок 22).

Как видно из графиков, варьирование данного признака у гибридов обеих схем было незначительным. Так, гибриды ДС 1 в основном (75%) распределялись в интервале 14,5÷16,9%, при средней уборочной влажности зерна ($X_{cp} \pm t_{05} S_x = 15,7 \pm 1,2\%$). Гибриды ДС 2 распределялись еще более компактно. Так, более 90% из них находились в интервале 15,2÷17,6% при средней уборочной влажности зерна ($X_{cp} \pm t_{05} S_x = 16,4 \pm 1,2\%$).

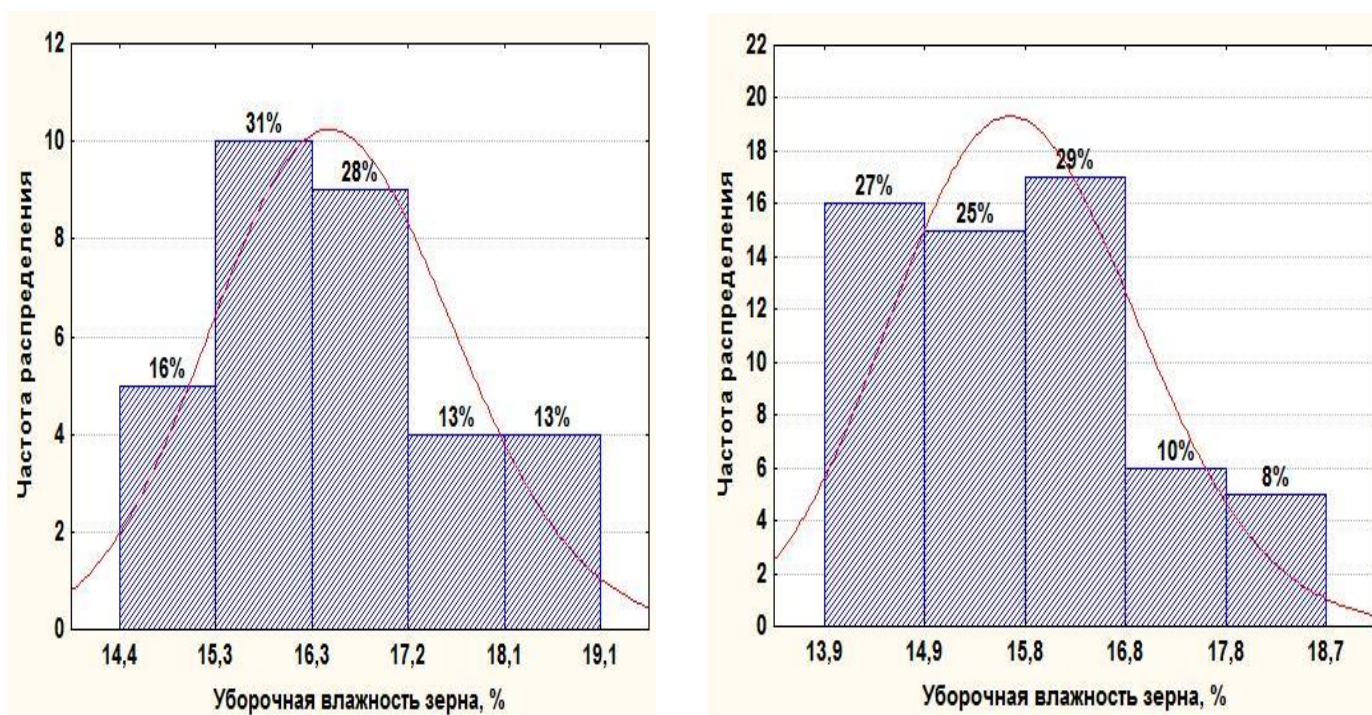


Рисунок 22 – Распределение новых простых гибридов ДС-1 (слева) и ДС-2 (справа) по признаку «уборочная влажность зерна», (2012-2014 гг.)

Варьирование данного признака по обеим схемам было незначительным – 7,5 и 7,2 % соответственно. При столь плотном распределении гибридов по признаку «уборочная влажность зерна» следует отметить, что по обеим схемам выделяются гибриды, которые в среднем за три года исследований имели уборочную влажность зерна 14% и ниже.

В таблице 77 приведена характеристика выделившихся по признаку «уборочная влажность зерна» простых гибридов диаллельной схемы № 3. При оценке

урожайности зерна гибридов данной диаллельной схемы выделялась высокая продуктивность полученного материала.

Анализируя данные уборочной влажности зерна можно отметить, что наряду с высокой урожайностью, эти гибриды имели пониженную уборочную влажность, что выделяет их из общей массы материала. Лучшие гибриды по признаку «уборочная влажность зерна» имели уборочную влажность в среднем за три года изучения на 2-3 % ниже, чем у стандарта. В различные годы эта разница была более существенна. Большая часть гибридов, выделившихся по более низкой уборочной влажности зерна и приведенных в таблице, имела урожайность зерна в среднем за три года более 70 ц/га, что значительно выше, чем у стандарта. Так,

Таблица 77 - Характеристика лучших простых гибридов диаллельной схемы №3 по признаку «уборочная влажность зерна», % (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %			
	2012г	2013г	2014г	Среднее
Краснодарский 194 МВ ст.	14,5	20,3	16,6	17,1
Л0337хЛ0112	13,4	16,4	13,5	14,4
Л0805хЛ0307	13,6	16,4	13,3	14,4
Л0340хЛ0805	13,1	17,6	13,2	14,6
Л0337хЛ0340	13,1	16,9	15,5	15,2
Л0805хЛ0112	13,4	17,2	15,1	15,2
Л0805хЛ0337	13,6	18,3	14,1	15,3
Л0404хЛ0307	13,8	17,6	14,6	15,3
Л0334хЛ0340	14,1	17,0	14,9	15,3
Л0404хЛ0340	15,3	18,2	12,6	15,4
Среднее по опыту	14,2	18,4	16,4	16,3
НСР ₀₅	1,44	1,04	2,36	2,53

гибрид Л0404хЛ0307 при уборочной влажности в среднем за три года - 15,3% имел урожайность зерна 78,0 ц/га. Эту тенденцию гибрид сохранял и в различные годы испытания. Так, в 2014 году при влажности в 14% его урожайность зерна составляла – 93,5 ц/га.

Распределение гибридов ДС 3 в основном не отличалось от двух предыдущих схем. Так, 80% гибридов располагалось в интервале 15,5÷17,7% , при средней уборочной влажности зерна $X_{cp} \pm t_{05} S_x = 16,6 \pm 1,1$ % (Рисунок 23).

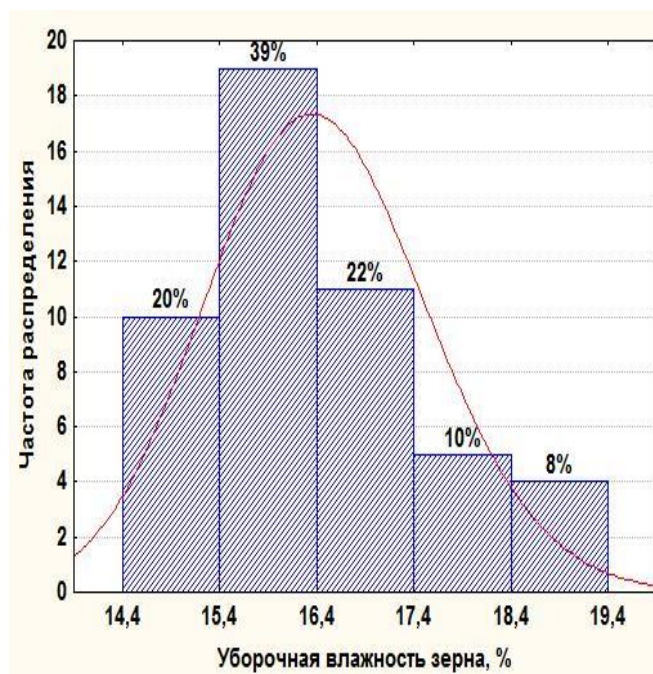


Рисунок 23 – Распределение новых простых гибридов ДС-3 по признаку «уборочная влажность зерна», (2012-2014 гг.)

Подводя итоги анализа новых простых гибридов, полученных в результате диаллельных скрещиваний по трем неполным схемам, по признаку «уборочная влажность зерна» можно сделать вывод о том, что получен материал (простые гибриды), имеющий наряду с высокой урожайностью зерна более низкую уборочную влажность.

Таким образом, в результате проведенных диаллельных скрещиваний по трем неполным схемам было получено 128 простых гибридов. Трехлетнее изучение этих гибридов позволило выделить раннеспелые высокоурожайные гибриды, представляющие большой интерес, как для селекционеров, так и для производителей. Раннеспелые гибриды Л0705хЛ0402; Л0404хЛ0307; Л0404хЛ0640; Л0609хЛ0814; Л0602хЛ0609 имели урожайность зерна в среднем за три года изучения более 70 ц/га, а в отдельные годы их урожайность превышала 90 ц/га, что

значительно выше, чем у стандарта. Высокая продуктивность гибридов и их низкая уборочная влажность зерна позволяют в дальнейшем широко использовать их как в качестве материнской формы в трехлинейных гибридах, так и в качестве простого коммерческого гибрида.

Важнейшим показателем при селекции новых линий и гибридов кукурузы являются количественные признаки, определяющие продуктивность данного материала. Количественные признаки имеют сложную наследственную основу и в значительной мере подвержены действиям внешних условий. Таким образом, невозможно дать полную оценку новым гибридам без анализа их элементов продуктивности. В связи с этим, в наших исследованиях был проведен обширный анализ элементов продуктивности новых гибридов кукурузы. Урожайность зерна гибридов кукурузы зависит от сочетания многих факторов и различных элементов структуры. По литературным данным известно, что урожай зерна определяется главными и вторичными компонентами [193,212,213]. В главные компоненты продуктивности можно отнести количество початков на растении, число рядов зерен, число зерен в ряду и массу 1000 зерен. Во вторичные компоненты входят масса зерна с одного початка и количество зерен на початке. В таблице 78 приведена характеристика основных количественных признаков элементов структуры урожая у гибридов диаллельной схемы № 1.

Анализируя полученные данные по количественным признакам, следует отметить, что значения большинства признаков имели незначительное варьирование как в пределах одного года изучения, так и по годам. Так, средняя длина початка в 2012-2013 годах колебалась в пределах 18-19 см, коэффициент вариации был незначителен и составлял 7,0-7,2%. Лишь в благоприятном 2014 году длина початка увеличилась до 20 см, но варьирование данного признака было еще меньшим – 6,9%. Данное обстоятельство указывает на выравненность изучаемых гибридов. Столь же незначительным было и варьирование признаков «количество рядов зерен» и «количество зерен в ряду».

Таблица 78 – Статистическая характеристика морфо-биологических признаков початков перспективных простых гибридов диаллельной схемы №1 (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Гибрид	Длина початка, см	Кол-во рядов зерен, шт.	Кол-во зерен в ряду, шт.	Масса 1000 зерен, г	Вес зерна с початка, г
2012г					
Краснодарский 194 МВ ст.	17,5	16,0	32,6	245,2	147,9
Л0705хЛ0600	18,6	18,0	35,3	206,4	136,3
Л0600хЛ0451	18,3	14,0	35,3	264,6	141,7
Л0705хЛ0402	18,4	15,0	35,3	275,1	157,3
Л0705хЛ0451	18,4	14,8	33,9	238,0	137,1
Л0706хЛ0402	19,2	16,0	31,6	333,3	115,5
Л0610хЛ0332	19,4	16,4	37,1	306,3	164,2
Среднее	18,8	15,7	34,8	256,0	142,8
CV,%	7,21	8,65	8,23	14,24	15,58
StdDv	1,35	1,35	2,86	36,47	22,26
2013г					
Краснодарский 194 МВ ст.	17,9	16,4	36,3	276,6	158,1
Л0705хЛ0332	17,8	16,0	39,2	278,5	175,3
Л0705хЛ0123	18,4	18,6	37,7	287,5	165,8
Л0705хЛ0402	18,8	15,4	39,0	315,0	168,5
Л0706хЛ0402	19,6	16,0	35,3	363,3	125,5
Л0610хЛ0332	19,7	17,6	40,4	326,3	172,7
Л0705хЛ0600	19,0	18,4	38,8	236,9	146,3
Среднее	19,2	16,1	38,4	286,7	152,6
CV,%	7,05	9,52	7,62	13,4	14,76
StdDv	1,35	1,53	2,92	38,42	22,51
2014г					
Краснодарский 194 МВ ст.	18,3	17,2	40,5	344,2	170,9
Л0705хЛ0402	19,4	16,0	44,1	415,0	183,5
Л0706хЛ0402	20,1	16,8	40,3	463,6	140,5
Л0610хЛ0332	20,2	18,0	44,9	426,4	189,2
Л0705хЛ0600	19,5	19,0	43,6	306,9	161,3
Л0705хЛ0123	18,9	20,0	42,9	367,5	181,0
Л0705хЛ0451	19,4	16,0	43,3	307,1	161,4
Среднее	19,7	16,8	43,1	376,3	167,6
CV,%	6,89	9,38	6,97	13,28	13,31
StdDv	1,35	1,57	3,00	49,98	22,30

Обращает на себя внимание признак «масса 1000 зерен». Варьирование данного признака колеблется от 13,3 до 14,2%, в зависимости от года испытания, что является средним показателем изменчивости ($CV > 10\%$). Таким образом, полученные значения варьирования, указывают на наличие более высокой вариабельности признака «масса 1000 зерен». Как видно из таблицы, почти все выде-

лившиеся гибриды имели массу 1000 зерен выше, чем у стандарта во все годы изучения. Так, превышения массы 1000 зерен лучших гибридов над стандартом были от 19 до 88 г в 2012 году, от 2 до 87 г в 2013 году и от 23 до 119 г в 2014 году исследований.

Таблица 79 – Статистическая характеристика морфо-биологических признаков початков перспективных простых гибридов диаллельной схемы №2 (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Гибрид	Длина початка, см	Кол-во рядов зерен, шт.	Кол-во зерен в ряду, шт.	Масса 1000 зерен, г	Вес зерна с початка, г
2012г					
Краснодарский 194 МВ ст.	19,4	16,0	36,2	231,3	148,6
Л0602хЛ0609	17,0	15,0	25,0	247,1	105,9
Л0609хЛ0814	20,2	16,6	34,2	311,7	168,5
Л0608хЛ0823	18,6	16,0	33,1	273,2	129,7
Л0602хЛ0608	21,5	17,0	33,5	306,3	158,5
Л0823хЛ0814	19,1	16,0	35,5	243,0	159,6
Л0609хЛ0608	19,1	16,0	35,0	307,3	175,2
Среднее	19,3	16,1	33,2	274,3	149,4
CV,%	5,52	6,99	10,3	10,98	16,19
StdDv	1,06	1,09	3,56	30,13	24,85
2013г					
Краснодарский 194 МВ ст.	19,9	16,4	40,4	261,2	158,6
Л0602хЛ0609	17,4	16,2	29,1	277,0	115,9
Л0609хЛ0814	20,5	17,6	37,6	341,7	178,6
Л0602хЛ0608	21,9	17,6	37,3	336,3	168,4
Л0602хЛ0807	20,0	16,6	39,8	276,4	158,9
Л0823хЛ0814	19,5	17,0	39,9	273,0	169,4
Л0807хЛ0608	19,7	17,6	39,0	292,9	179,8
Среднее	19,8	17,0	37,6	294,1	161,4
CV,%	5,36	7,81	9,26	9,93	15,19
StdDv	1,05	1,25	3,55	30,28	24,83
2014г					
Краснодарский 194 МВ ст.	20,1	18,0	43,6	392,9	194,8
Л0609хЛ0814	20,3	18,0	45,2	411,2	194,1
Л0823хЛ0814	21,1	18,0	42,2	441,6	192,9
Л0807хЛ0608	20,0	18,6	44,6	373,7	184,9
Л0602хЛ0807	20,5	18,0	44,8	366,4	173,6
Л0602хЛ0608	22,4	19,2	19,2	436,5	183,7
Л0602хЛ0609	17,8	18,0	34,4	366,8	130,9
Среднее	20,3	18,3	39,1	384,2	176,4
CV,%	5,27	7,68	13,04	9,58	13,87
StdDv	1,06	1,32	5,55	38,25	24,73

Варьирование признака «вес зерна с початка» также превышало уровень незначительной изменчивости и колебалось от 13 до 15%, в зависимости от года исследований. Лучшие гибриды имели вес зерна с початка на 17-19 г больше, чем у стандарта (Приложения 17-21).

В таблице 79 приводится характеристика количественных признаков у гибридов диаллельной схемы № 2. В данной таблице прослеживается схожая оценка с гибридами первой диаллельной схемы. Так, большинство признаков имели незначительный порог изменчивости ($CV < 10\%$) за все годы изучения. Лишь признаки «масса 1000 зерен» и «вес зерна с початка», как и в первом случае, имели средний уровень изменчивости ($CV > 10\%$). Данный факт подтверждает сделанный ранее вывод о выравнивании новых простых гибридов (Приложения 25-29). Следует отметить гибрид Л0609хЛ0814. Ранее, оценивая урожайность зерна, мы указывали на этот гибрид с максимальной урожайностью зерна в 74,7 ц/га за три года изучения. Как видно из таблицы, масса 1000 зерен и вес зерна данного гибрида во все годы изучения были значительно выше, чем у стандарта. Именно это обстоятельство и позволило гибриду сформировать столь высокую урожайность зерна.

В таблице 80 приведена характеристика морфо-биологических признаков початков выделившихся простых гибридов диаллельной схемы № 3.

Как и в предыдущих схемах, мы не наблюдаем значительного варьирования признаков «длина початка», «количество рядов зерен» и «количество зерен в ряду». Так, признак «длина початка» имел коэффициент вариации от 5,6 до 6,0%, в зависимости от года исследований. Длина початка колебалась от 18 до 20 см независимо от года изучения (Приложения 33-37).

Следует отметить тот факт, что почти все показатели количественных признаков выделившихся гибридов значительно превышали таковые у стандарта Краснодарский 194 МВ. Как и в первых двух схемах признаки «масса 1000 зерен» и «вес зерна с початка» имели средний уровень изменчивости ($CV > 10\%$).

Таблица 80 – Статистическая характеристика морфо-биологических признаков початков перспективных простых гибридов диаллельной схемы №3 (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Гибрид	Длина початка, см	Кол-во рядов зерен, шт.	Кол-во зерен в ряду, шт.	Масса 1000 зерен, г	Вес зерна с початка, г
2012г					
Краснодарский 194 МВ ст.	18,0	16,0	30,5	267,2	141,4
Л0404хЛ0307	20,1	16,0	36,2	248,4	174,8
Л0404хЛ0640	18,4	16,0	37,4	246,6	150,8
Л032хЛ0404	19,2	16,0	38,3	272,8	174,6
Л032хЛ0337	19,5	16,0	34,8	315,4	156,5
Л0337хЛ0340	17,1	16,0	26,4	280,1	93,1
Л0112хЛ0404	18,4	16,0	33,3	268,6	138,8
Среднее	18,7	16,0	80,4	271,3	147,1
CV,%	6,01	8,68	9,45	15,13	16,63
StdDv	1,1	1,32	3,14	42,56	24,6
2013г					
Краснодарский 194 МВ ст.	18,5	16,4	34,7	297,7	151,4
Л0404хЛ0307	18,9	16,2	40,2	289,6	184,8
Л0805хЛ0307	18,7	15,6	33,7	310,0	149,3
Л032хЛ0337	19,9	15,6	38,9	345,4	166,5
Л0404хЛ0640	18,8	16,2	40,3	276,6	160,3
Л0337хЛ0112	19,8	18,0	32,5	322,7	63,4
Л0337хЛ0340	17,6	14,0	29,9	309,9	99,7
Среднее	18,9	15,7	35,7	307,4	139,3
CV,%	5,82	9,15	8,48	12,17	18,09
StdDv	1,09	1,42	3,13	37,94	28,25
2014г					
Краснодарский 194 МВ ст.	19,0	18,0	39,7	397,3	166,4
Л0404хЛ0307	19,4	18,0	45,2	363,7	198,7
Л032хЛ0404	20,1	18,2	47,2	391,4	199,2
Л0404хЛ0640	19,4	17,4	45,3	346,6	173,0
Л032хЛ0337	20,4	15,4	43,8	445,4	182,1
Л0805хЛ0307	19,2	16,0	38,7	411,3	163,6
Л0337хЛ0112	20,3	18,8	37,5	422,8	179,1
Среднее	19,7	17,4	42,5	396,9	180,3
CV,%	5,65	8,02	7,58	10,48	14,18
StdDv	1,09	1,35	3,19	42,03	24,5

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.

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

Эффективность селекционной работы в общем и селекционная работа с кукурузой в частности, во многом зависит от ценности родительских форм, включаемых в скрещивания. Самоопыленные линии кукурузы еще до включения в гибридизацию проходят широкое изучение по комплексу хозяйственно-ценных признаков, изучается характер их наследования и изменения в различных экологических средах [77,101,102].

Важнейшей задачей гетерозисной селекции является изучение и оценка новых линий кукурузы на общую и специфическую комбинационную способность.

В настоящее время селекционерами создается огромное количество новых самоопыленных линий кукурузы. К сожалению, селекционная ценность преобладающего большинства их является низкой. В связи с тем, что самоопыленные линии кукурузы создаются для получения высокоурожайных гибридов, то и эффект от гибридизации таких линий является отрицательным.

Повышение эффективности гибридизации исходного материала в плане получения высокогетерозисных гибридов зависит от использования родительских форм – линий кукурузы, обладающих высокой комбинационной способностью по основным хозяйственно-ценным признакам. Оценка и отбор новых самоопыленных линий кукурузы с высокой комбинационной способностью является важной задачей.

Из литературных источников известно, что общая комбинационная способность (ОКС) – среднее проявление инбредной линии в большом числе гибридных комбинаций. Общая комбинационная способность дает информацию о том, какая из инбредных линий при скрещивании с другими линиями даст лучшие гибриды. Специфическая комбинационная способность (СКС) – индивидуальное проявление инбредной линии в отдельной специфической гибридной комбинации. Существует множество методов и приемов оценки комбинационной способности. В

нашей работе общая комбинационная способность новых линий определялась в системе тесткроссных скрещиваний.

Известно, что специфическая комбинационная способность точнее всего может быть определена путем диаллельных скрещиваний. Поскольку селекционерам приходится иметь дело с сотнями и даже тысячами линий и сортов, то перекомбинировать их во всех сочетаниях не представляется возможным. Для сокращения объема работы можно разделить все линии на сравнительно небольшие группы, например по 10 линий, и провести диаллельные скрещивания в пределах каждой из них в отдельности.

В нашем случае было использовано три диаллельные схемы (ДС) по 11, 8 и 10 новых линий в каждой. Скрещивания проводили только для прямых комбинаций. Число всех возможных сочетаний при скрещивании определенного числа линий можно вычислить по формуле $(n*(n-1))/2$ — (n - число форм, используемых в гибридизации).

Таблица 81 – Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы ДС-1 по признаку «урожайность зерна» (2012 г.)

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС
Л0451	Л0600	16,10
Л0332	Л0610	14,36
Л0402	Л0705	13,95
Л0130	Л0707	12,62
Л0600	Л0705	11,52
Л0130	Л0706	11,14
Л0332	Л0123	10,84
Л0451	Л0705	10,29

Специфическая комбинационная способность показывает, какие комбинации двух линий дают гибриды с наивысшей урожайностью, достоверно превы-

шающей тот уровень урожайности, который следовало ожидать на основе общей комбинационной способности двух данных родительских линий. Следовательно, показатель СКС относится к паре линий, а не к отдельно взятым линиям.

В связи с тем, что специфическая комбинационная способность сильно варьирует от условий выращивания, анализ полученных результатов приводится по годам исследований отдельно.

Так, при изучении, полученного материала, простых гибридов ДС скрещиваний в 2012 году при крайне неблагоприятных для выращивания кукурузы условиях, выделившиеся гибриды в большинстве своем не показали высокую урожайность зерна и соответственно высокую СКС в последующие годы (Таблица 81).

Высокая специфическая комбинационная способность (СКС) пары линий Л0451хЛ0600, проявившаяся в 2012 году, не повторилась в последующие годы исследований. В то же время, гетерозисная пара Л0332хЛ0410 и Л0402хЛ0705 имели высокие значения СКС не только в данный год, но и в последующие.

Таблица 82 - Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы ДС-1 по признаку «урожайность зерна» (2013 г.)

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС
Л0332	Л0610	19,32
Л0332	Л0705	18,49
Л0402	Л0706	18,26
Л0705	Л0123	18,06
Л0402	Л0705	17,05
Л0601	Л0707	17,01
Л0130	Л0600	16,77
Л0130	Л0601	15,53

В таблице 82 приведены эффекты специфической комбинационной способности простых гибридов диаллельных скрещиваний по первой схеме в 2013 году.

Таблица 83 – Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы ДС-1 по признаку «урожайность зерна», (2014 г.)

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС
Л0402	Л0705	25,67
Л0402	Л0706	22,21
Л0601	Л0707	19,57
Л0130	Л0601	18,53
Л0332	Л0610	17,28
Л0451	Л0601	16,54
Л0332	Л0600	15,09
Л0130	Л0600	13,33

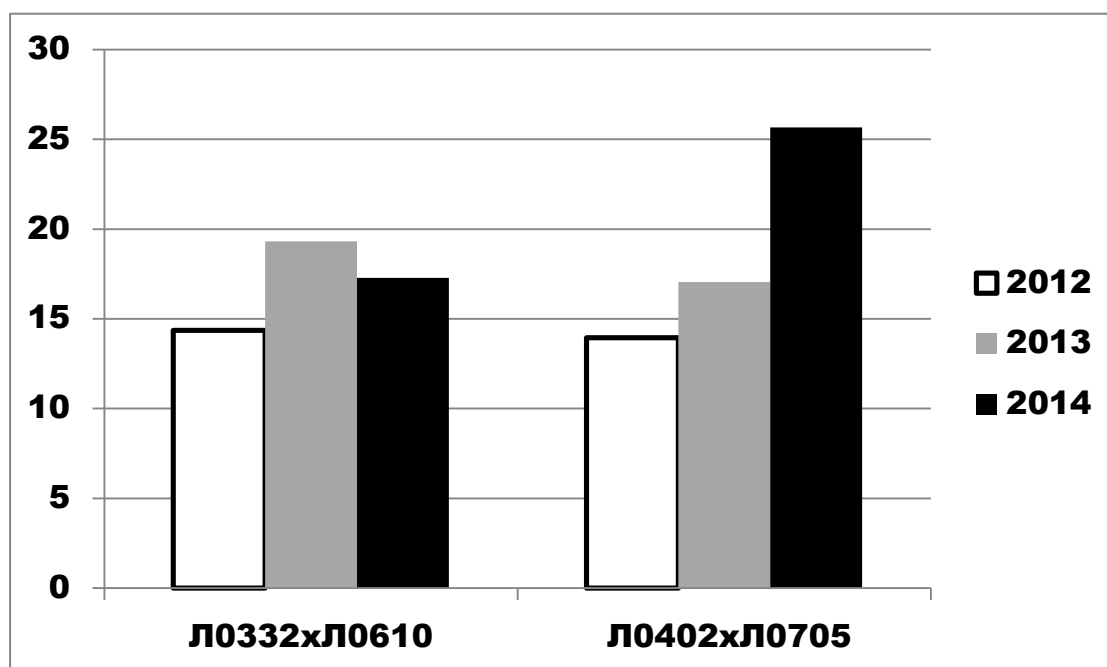


Рисунок 24 – Эффекты СКС лучших гетерозиготных пар ДС-1 по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

Максимальные значения СКС в этом году показала гетерозисная пара Л0332хЛ0610. Особо ценно то, что эта пара имела высокие СКС во все три года исследований. Высокие значения СКС в этот год имела и пара Л0402хЛ0705.

В таблице 83 приведены результаты эффектов СКС простых гибридов кукурузы по урожайности зерна первой диаллельной схемы за 2014 год. Погодные условия 2014 года были максимально благоприятными для выращивания кукурузы, в результате и значения СКС были также значительными.

Самые высокие значения СКС имела гетерозисная пара Л0402хЛ0705, следует отметить, что эта пара присутствует в списках лучших пар во все годы исследований.

Изучив набор простых гибридов диаллельных скрещиваний по схеме № 1 за период 2012-2014 годов, были выделены гетерозисные пары новых линий, обеспечившие максимальные значения СКС по урожайности зерна. Пары линий: Л0332хЛ0610 и Л0402хЛ0705, имели высокие значения СКС за все годы изучения (рисунок 24).

Таблица 84 – Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы ДС-2 по признаку «урожайность зерна», (2012 г.)

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС
Л0609	Л0602	14,24
Л0823	Л0814	11,97
Л0807	Л0818	10,70
Л0814	Л0609	10,48
Л0608	Л0602	9,72
Л0807	Л0823	7,42
Л0707	Л0818	7,34
Л0823	Л0608	6,32

Если принять во внимание, что целью наших исследований было получение высокогетерозисных гибридов, то выделенные пары линий, составляющие простые гибриды являются положительным ее выполнением.

Таблица 85 – Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы ДС-2 по признаку «урожайность зерна», (2013 г.)

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС
Л0823	Л0818	20,51
Л0823	Л0814	18,93
Л0608	Л0707	17,26
Л0707	Л0818	14,36
Л0807	Л0602	13,69
Л0814	Л0609	13,01
Л0609	Л0707	10,93
Л0609	Л0602	9,41

Во вторую диаллельную схему было включено восемь новых самоопыленных линий, в итоге гибридизации было получено 28 простых гибридов. Результаты оценки СКС простых гибридов ДС-2 за 2012 год приведены в таблице 84.

Как и в случае с гибридами первой диаллельной схемы, лучшая гетерозисная пара Л0609хЛ0602, выделившаяся в 2012 году, в последующие годы изучения не обеспечила столь же высоких значений СКС. В то же время, пара Л0823хЛ0814, имевшая также очень высокие значения СКС, фигурировала в составе лучших гетерозисных пар во все годы исследований.

В таблице 85 и 86 приведены результаты оценки эффектов СКС простых гибридов ДС-2 за 2013 и 2014 годы. Следует отметить гетерозисную пару Л0823хЛ0814, занявшую, как и в 2012 году, второе место среди лучших пар, и первое место в 2014 году.

Таблица 86 – Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы ДС-2 по признаку «урожайность зерна», (2014 г.)

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС
Л0823	Л0814	21,43
Л0807	Л0608	16,30
Л0823	Л0707	15,39
Л0608	Л0602	14,32
Л0823	Л0818	12,91
Л0814	Л0609	12,63
Л0807	Л0602	11,92
Л0807	Л0814	7,43

Также следует отметить пару Л0814хЛ0609, показавшую высокие значения СКС за два года изучения (Рисунок 25).

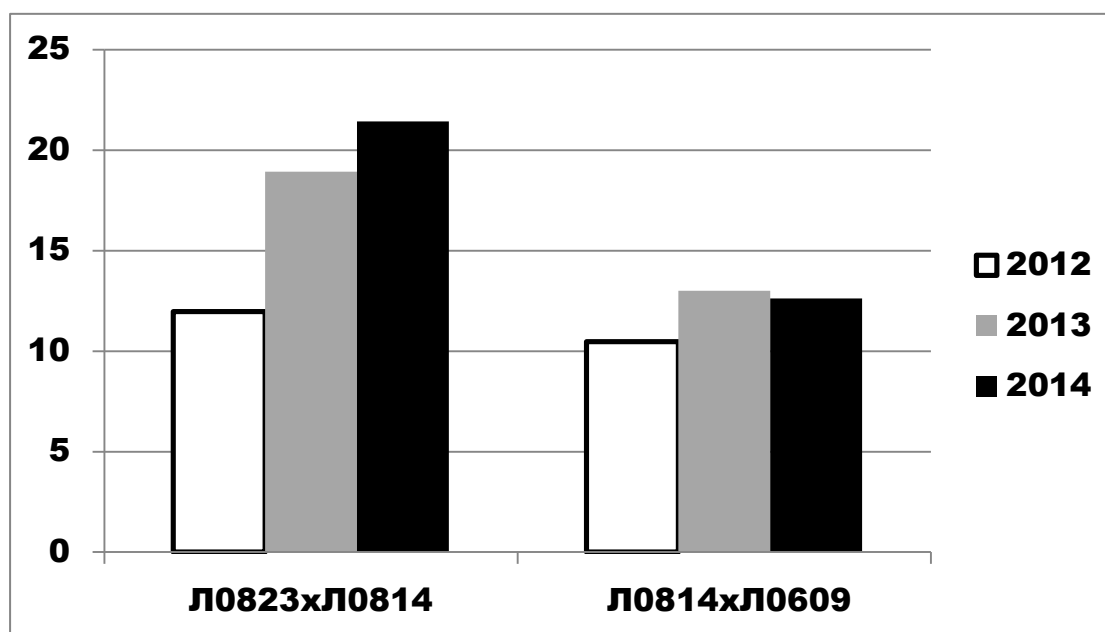


Рисунок 25 – Эффекты СКС лучших гетерозиготных пар ДС-2 по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

В следующих таблицах: 87, 88, и 89 приведены эффекты СКС простых гибридов диаллельных скрещиваний по схеме № 3 за 2012-2014 годы изучения.

Таблица 87 – Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы ДС-3 по признаку «урожайность зерна», (2012 г.)

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС
Л0337	Л0340	16,75
Л0112	Л0334	15,52
Л0404	Л0640	15,35
Л0337	Л032	15,04
Л0337	Л0112	13,40
Л0340	Л032	13,22
Л0805	Л0640	12,69
Л0340	Л0307	11,69

Лучшей гетерозисной парой за все годы исследований выделилась комбинация Л0337хЛ0112, показавшая высокую СКС в 2012-2014 годах. Еще один гибрид с высокой СКС – это Л0340хЛ0112 (Рисунок 26).

Таблица 88– Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы ДС-3 по признаку «урожайность зерна», (2013 г.)

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС
Л0805	Л0307	23,59
Л0334	Л0640	21,38
Л0337	Л0112	20,93
Л0340	Л032	20,87
Л0337	Л032	18,13
Л0337	Л0340	15,91
Л0404	Л0307	15,68
Л0404	Л0640	13,67

Таблица 89 – Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы ДС-3 по признаку «урожайность зерна», (2014 г.)

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС
Л0805	Л0307	19,01
Л0419	Л0334	17,85
Л0337	Л0112	15,36
Л0337	Л032	13,89
Л0404	Л0640	9,99
Л0340	Л0334	9,93
Л0419	Л0640	9,19
Л0340	Л032	8,19

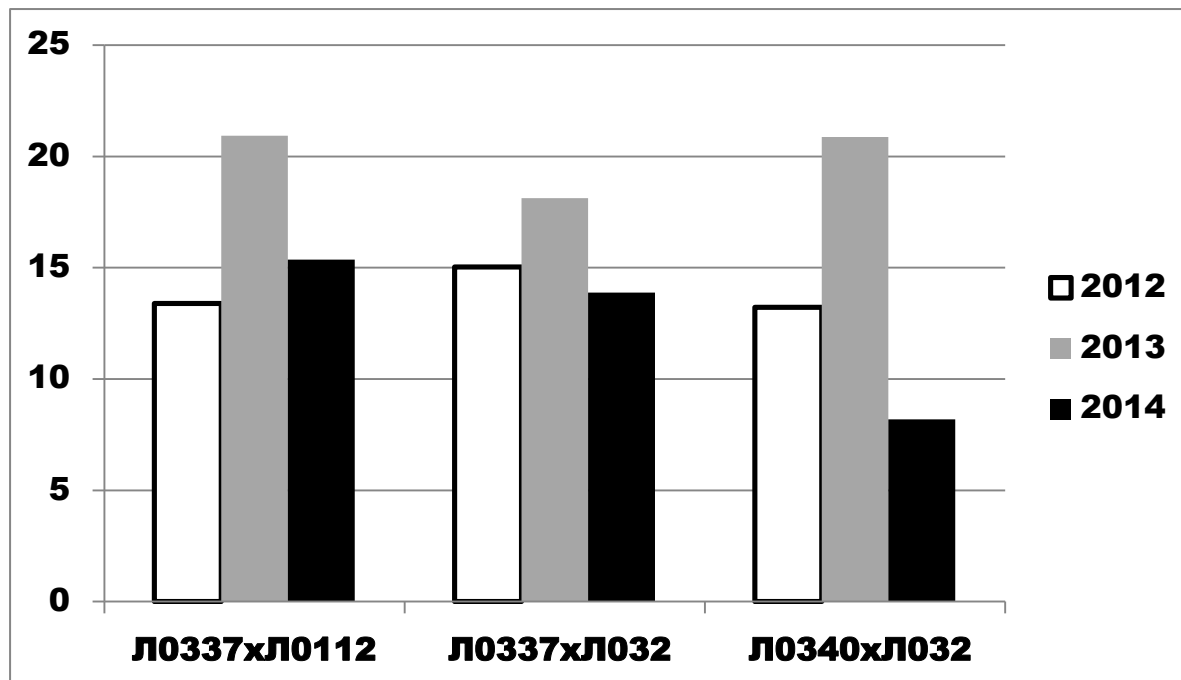


Рисунок 26 - Эффекты СКС лучших гетерозиготных пар ДС-3 по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

Таким образом, в результате оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов, полученных при диаллельных скрещиваниях в трех диаллельных схемах, были выделены гетерозисные пары линий с высокими эффектами СКС по признаку «урожайность зерна» за все годы исследований. Полученные высокогетерозисные гибриды являются конечным продуктом в оценке и отборе новых самоопыленных линий кукурузы. Лучшие простые гибриды будут переданы в конкурсное сортоиспытание для дальнейшего изучения в качестве коммерческих гибридов. Часть гибридов в дальнейшем могут служить хорошей родительской формой в селекции трехлинейных и двойных гибридов.

5.3 Корреляционный анализ селекционно-ценных признаков у самоопыленных линий и гибридов кукурузы

Для повышения эффективности отбора ценных генотипов кукурузы важную роль играет корреляционный анализ, позволяющий определить взаимосвязь между основными признаками растений кукурузы [68,76,109].

Б.В. Дзюбецкий указывал, что урожайность зерна гибридов кукурузы обусловливается ее структурными элементами и сопряжена с ними определенными корреляциями. С помощью корреляционного анализа можно выделить наиболее важные признаки для формирования урожайности зерна в процессе селекции гибридов. Вопросы корреляционных зависимостей отдельных признаков, особенно между элементами структуры урожая хорошо изучены. Тем не менее, существуют разногласия по отдельным моментам [158,203].

В нашей работе мы попытались проследить взаимосвязь между основными морфологическими признаками простых гибридов от диаллельных скрещиваний, а также взаимосвязь между количественными признаками элементов продуктивности новых самоопыленных линий кукурузы.

Рассматривая признак «уборочная влажность зерна» следует отметить, что наблюдалась средняя положительная взаимосвязь с урожайностью зерна и высотой растений ($r=0,35$ и $r=0,34$).

Таблица 90 – Коэффициенты корреляции между основными признаками продуктивности простых гибридов ДС-1 (2012-2014 гг.)

[illegible]

По утверждению многих авторов, высота растений тесно коррелирует со многими морфологическими признаками и элементами продуктивности. Тем не менее, высота растений слабо коррелирует с количественными признаками структуры урожая. Существует информация, что высота растений в засушливые и неблагоприятные годы отрицательно коррелирует с вегетационным периодом в наших опытах ($r=-0,20$).

Таблица 91 – Коэффициенты корреляции между основными признаками продуктивности простых гибридов ДС-2 (2012-2014 гг.)

[illegible]

Таблица 92 – Коэффициенты корреляции между основными признаками продуктивности простых гибридов ДС-3 (2012-2014 гг.)

[illegible]

В таблице 91 приведены коэффициенты корреляции основных признаков продуктивности простых гибридов ДС-2, в среднем за три года изучения. Нужно отметить, что при анализе полученных данных в основном наблюдалась схожая корреляционная зависимость количественных признаков, как и у гибридов ДС - 1. Существенная корреляционная зависимость существовала между высотой растений и высотой прикрепления початка ($r=0,63$); высотой растений и длиной початка ($r=0,69$).

В таблице 92 приведены коэффициенты корреляции между основными признаками продуктивности простых гибридов от ДС-3. В данной группе гибридов не прослеживалось высоких положительных корреляционных связей. Тем не менее, положительные корреляционные связи среднего значения присутствовали по многим признакам, но в основном они не противоречили результатам первых двух опытов (ДС-1 и ДС-2).

Проанализировав все возможные взаимосвязи количественных признаков, элементов продуктивности, урожайности зерна, уборочной влажности зерна и вегетационного периода у простых гибридов от диаллельных скрещиваний, можно сделать следующие выводы: значения корреляционной зависимости варьировали от года изучения, условий среды и генотипов самих гибридов. Не выявлено стабильно высоких положительных коэффициентов корреляции между урожайностью зерна и элементами ее продуктивности, что говорит об аддитивном влиянии генов каждого признака на урожайность.

Рассмотрев корреляционную зависимость основных признаков продуктивности простых гибридов от диаллельных скрещиваний, нам представилась возможность оценить коэффициенты корреляции количественных признаков новых самоопыленных линий (Таблица 93). По данным таблицы видно, что стабильно высокие значения коэффициентов корреляции наблюдались по признаку «вес зерна с початка». Косвенно близок к этому признаку и показатель «число зерен на початке».

Таблица 93 – Коэффициенты корреляции между основными признаками продуктивности самоопыленных линий (2012-2014 гг.)

Коррелируемые признаки	Длина початка	Ширина початка	Количество рядов зерен	Количество зерен в ряду	Вес зерна с початка	Высота растений	Высота прикрепл. початка
Ширина початка	0,25						
Количество рядов зерен	0,08	0,43					
Количество зерен в ряду	0,58	0,43	0,29				
Вес зерна с початка	0,45	0,63	0,37	0,67			
Высота растений	0,40	0,28	0,10	0,52	0,39		
Высота прикр початка	0,31	0,15	0,19	0,45	0,32	0,85	
Период всх-цв початков	0,23	-0,12	0,10	0,07	0,05	0,19	0,29
Коэффициенты корреляции достоверны на высоком уровне значимости $P < 0,05$							

Как уже отмечалось выше, увеличение урожайности зерна зависит от взаимосвязи различных элементов структуры урожая и не связано с ростом или снижением отдельных его компонентов.

Признак «вес зерна с початка» связан со многими элементами и зависит в первую очередь от количества рядов зерен на початке и количества зерен в ряду.

В наших исследованиях признак «вес зерна с початка» имел средние положительные коэффициенты корреляции почти со всеми признаками ($r=0,32 - 0,67$). Лишь с периодом всходы - цветение початка не было найдено существенной корреляционной зависимости ($r=0,05$).

Таким образом, проведенный анализ корреляционной зависимости основных селекционных признаков у гибридов и линий кукурузы позволил выявить взаимосвязи, которые могут быть использованы в дальнейшей работе с исходным материалом – линиями кукурузы.

5.4 Идентификация новых самоопыленных линий кукурузы на принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы, методом кластерного анализа

Пополнение исходного материала в отечественной селекции идет в основном за счет закладки линий кукурузы на гибридах, либо на синтетических популяциях (часто с закрытой родословной). В итоге, большая часть полученных новых самоопыленных линий нуждается в идентификации на отношение к гетерозисной группе зародышевой плазмы. Кроме того, большой приток линейного и гибридного материала по каналам различных соглашений, также зачастую с неизвестной или искаженной родословной, требует генетико-статистической идентификации [46,159,174].

В настоящее время разработан набор методов по идентификации новых линий. В нашей работе для определения гетерозисной группы зародышевой плазмы мы использовали метод кластерного анализа. В классификации объектов именно кластерный анализ наиболее ярко отражает черты многомерного анализа [22,49,120,221,226].

Кластерный анализ – это способ группировки многомерных объектов, основанный на представлении результатов отдельных наблюдений точками подходящего геометрического пространства с последующим выделением групп этих точек (кластеров, таксонов). Данный метод исследования получил развитие в последние годы в связи с возможностью компьютерной обработки больших баз данных. Кластерный анализ предполагает выделение компактных, удаленных друг от друга групп объектов, отыскивает «естественное» разбиение совокупности на области скопления объектов. Он используется, когда исходные данные представлены в виде матриц близости или расстояний между объектами [47,154,236].

Большая часть новых линий, взятых нами в изучение и используемых в тестировании, также была получена путем самоопыления простых гибридов с закрытой родословной. При проведении диаллельных скрещиваний, в каждую диаллельную схему были включены несколько линий с известной родословной, от-

носящиеся к основным гетерозисным группам зародышевой плазмы. Данное обстоятельство позволило нам использовать кластерный анализ для разбивки линий на кластеры – группы линий, принадлежащих к той или иной гетерозисной группе зародышевой плазмы. Данный метод широко используется многими авторами в идентификации исходного материала различных культур [222,236].

В качестве контрольного показателя нами был взят основной признак – урожайность зерна простых гибридов от диаллельных скрещиваний за трехлетний период.

Так, в диаллельной схеме №1 из 11 новых самоопыленных линий – три линии были с известной родословной.

Таблица 94 - Матрица статистических значений результата дисперсионного анализа по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

Линии	Межгрупповые	Степень свободы	Внутригрупповые	Степень свободы	F _ф	F ₀₅
Л0332	399,4189	1	84,6710	1	4,71731	0,274691
Л0610	96,1724	1	130,2591	1	0,73832	0,548101
Л0451	228,8361	1	104,0334	1	2,19964	0,377667
Л0130	9,5300	1	449,4349	1	0,02120	0,907944
Л0600	170,7580	1	14,5005	1	11,77602	0,180517
Л0601	5,4229	1	4,8763	1	1,11210	0,483098
Л0707	6,2640	1	7,5659	1	0,82792	0,530010
Л0123	459,2830	1	15,9944	1	28,71526	0,117451

Линия Л0402 относится к гетерозисной группе плазмы Iodent, линия Л0705 – к плазме Stiff Stalk Synthetic и линия Л0706 – к плазме Lancaster. Именно эти линии были использованы в качестве маркеров.

Статистическая обработка полученных урожайных данных дисперсионным анализом подтвердила достоверность различий между большинством вариантов (Таблица 94).

Таблица 95 - Внутригрупповые генетические дистанции, основанные на гетерозисных эффектах маркерных линиях ДС-1 (2012-2014 гг.)

Stiff Stalk Synthetic		Iodent		Lancaster	
Л0610	6,062399	Л0130	0,00	Л0332	7,069599
Л0601	2,690354			Л0451	3,567261
Л0707	6,317567			Л0600	8,730135
				Л0123	2,822731

Далее был проведен кластерный анализ, заключающийся в вычислении генетических (Эвклидовых) дистанций между линиями и разделение линий на различные гетерозисные группы зародышевой плазмы.

Результатом кластерного анализа является матрица генетических дистанций для пар линий внутри группы (Таблица 95) и между группами (Таблица 96), основанные на СКС и гетерозисных эффектах маркерных линий из каждой группы, которые дают возможность оценить уровни генетической дивергенции внутри и между группами.

Таблица 96 – Межгрупповые генетические (Эвклидовые) дистанции, основанные на гетерозисных эффектах маркерных линиях ДС-1 (2012-2014 гг.)

Группы	Л0332	Л0610	Л0451	Л0130	Л0600	Л0601	Л0707	Л0123
Л0332	0,0	31,1	14,3	28,7	27,1	25,6	21,2	10,1
Л0610	31,1	0,0	25,4	23,9	31,0	12,0	20,9	32,1
Л0451	14,3	25,4	0,0	33,3	17,0	19,4	23,0	10,1
Л0130	28,7	23,9	33,3	0,0	45,9	29,5	27,1	36,4
Л0600	27,1	31,0	17,0	45,9	0,0	20,7	25,8	18,2
Л0601	25,6	12,0	19,4	29,5	20,7	0,0	13,1	23,9
Л0707	21,2	20,9	23,0	27,1	25,8	13,1	0,0	22,2
Л0123	10,1	32,1	10,1	36,4	18,2	23,9	22,2	0,0

Внутригрупповая дивергенция генетических (Эвклидовых) дистанций между линиями была незначительной. Так, в группе Stiff Stalk Synthetic она составляла 2,69-6,31, а в группе Lancaster 2,8-8,7.

Межгрупповые генетические (Эвклидовые) дистанции значительно превосходили внутригрупповые, что еще больше обособило гетерозисные группы. Данное обстоятельство подтвердило правильность разделения исходного материала – самоопыленных линий кукурузы на три гетерозисные группы зародышевой плазмы.

Таким образом, из 8 линий с закрытой родословной - три линии: Л0610, Л0601, Л0707 можно отнести к гетерозисной группе плазмы Stiff Stalk Synthetic (кластер 1), одну линию: Л0130 – к гетерозисной группе плазмы Iodent (кластер 2) и четыре линии: Л0332, Л0451, Л0600, Л0123 к гетерозисной группе плазмы Lancaster (кластер 3).

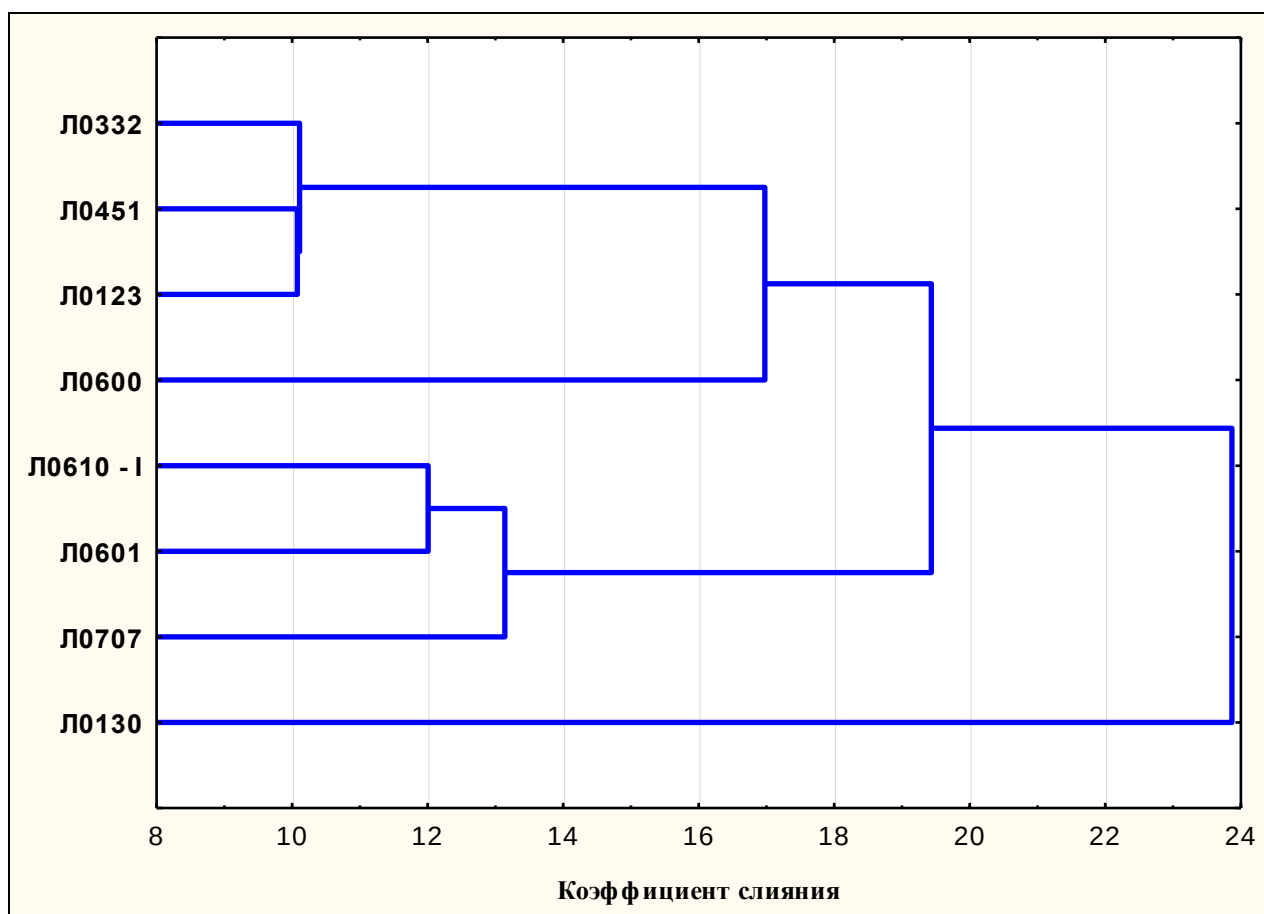


Рисунок 27 - Дендрограмма распределения новых самоопыленных линий кукурузы, отобранных из диаллельных скрещиваний ДС-1 (2012-2014 гг.)

Распределение исходного материала – линий кукурузы на кластерные группы при помощи генетических (Эвклидовых) дистанций для более наглядного представления приведено в дендрограмме (Рисунок 27).

Графическое отображение взаимосвязи кластеров и маркерных линий на основе признака «урожайность зерна» приведено на рисунке 28. Так, 1 кластер, состоящий из 3 линий и отнесенный к гетерозисной группе Stiff Stalk Synthetic, показал минимальную урожайность зерна с линией маркером Л0705, принадлежащей к этой же гетерозисной группе и наоборот максимальный урожай с линией Л0706 из гетерозисной группы Lancaster, что и соответствует теоретическим данным. Кластер 2, состоящий из одной линии и отнесенный к гетерозисной группе Iodent, показал максимальную урожайность зерна с линией маркером Л0706 гетерозисной группы Lancaster, среднюю урожайность с линией маркером Л0705 группы Stiff Stalk Synthetic и самую низкую урожайность с линией маркером Л0402 группы Iodent.

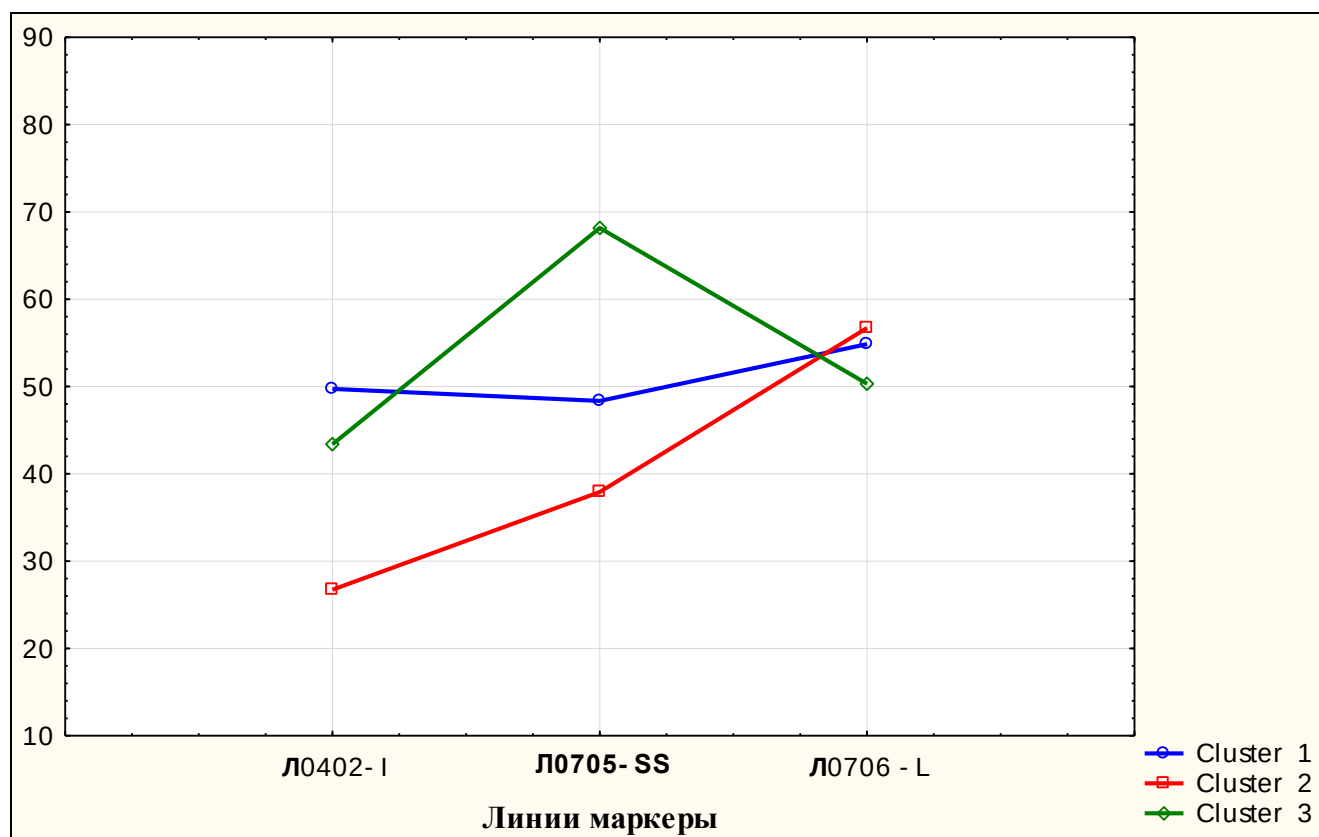


Рисунок 28 - Взаимосвязь кластеров и маркерных линий по урожайности зерна ДС-1(2012-2014 гг.)

Кластер 3 самый многочисленный и неоднородный, состоящий из четырех линий, отнесен к гетерозисной группе Lancaster, показал максимальную урожайность зерна с линией маркером Л0705 гетерозисной группы Stiff Stalk Synthetic, и значительно меньшую с линией маркером Л0706 гетерозисной группы Lancaster и линией маркером Л0402 группы Iodent.

Таким образом, проведенный кластерный анализ в группе линий на основании урожайных данных простых гибридов от диаллельных скрещиваний этих линий в схеме № 1, позволил разделить имеющийся исходный материал на три группы (кластера).

Во второй группе новых линий, участвующих в диаллельных скрещиваниях по схеме № 2, было всего 8 линий. Три линии данной группы были с известной родословной и использовались в качестве линий маркеров. Линия Л0823 принадлежит к гетерозисной группе зародышевой плазмы Stiff Stalk Synthetic, линия Л0814 относится к гетерозисной группе плазмы Iodent и линия Л0602 относится к гетерозисной группе Lancaster.

Статистическая обработка полученных урожайных данных дисперсионным анализом подтвердила достоверность различий между большинством вариантов (Таблица 97).

Таблица 97 - Матрица статистических значений результата дисперсионного анализа по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

Линии	Межгрупповые	Степень свободы	Внутригрупповые	Степень свободы	F _ф	F ₀₅
Л0807	120,9460	1	83,84995	1	1,4424	0,442022
Л0818	14,4031	1	59,70097	1	0,2413	0,709342
Л0609	243,0056	1	1,02414	1	237,2787	0,041271
Л0608	206,7396	1	44,65486	1	4,6297	0,276965
Л0707/1	53,3185	1	0,00000	1		

В результате проведенного кластерного анализа была получена матрица внутригрупповых и межвидовых генетических (Эвклидовых) дистанций для пар линий.

Внутригрупповая дивергенция генетических (Эвклидовых) дистанций между линиями отсутствовала полностью. Так, в группе Lancaster она составляла 3,53 для обеих линий, а в группе Iodent - 2,25, также для обеих линий (Таблица 98).

Таблица 98 - Внутригрупповые генетические дистанции, основанные на гетерозисных эффектах маркерных линий от ДС-2 (2012-2014 гг.)

Stiff Stalk Synthetic		Lancaster		Айодент	
Л0807	0	Л0818	3,532185	Л0609	2,252074
		Л0707/1	3,532185	Л0608	2,252074

Межгрупповые генетические (Эвклидовые) дистанции, как и в случае с первой диаллельной схемой значительно превосходили внутригрупповые. Таким образом, весь исходный материал – новые самоопыленные линии кукурузы, был разделен на довольно обособленные гетерозисные группы (Таблица 99).

Таблица 99 – Межгрупповые генетические (Эвклидовые) дистанции, основанные на гетерозисных эффектах маркерных линий ДС-2 (2012-2014 гг.)

Группы	Л0807	Л0818	Л0609	Л0608	Л0707
Л0807	0,0	26,3	13,4	18,6	30,4
Л0818	26,3	0,0	31,5	29,1	12,2
Л0609	13,4	31,5	0,0	7,8	39,4
Л0608	18,6	29,1	7,8	0,0	38,9
Л0707/1	30,4	12,2	39,4	38,9	0,0

Проанализировав полученные внутригрупповые и межвидовые генетические (Эвклидовые) дистанции, можно констатировать, что из 5 линий с закрытой родословной - одну линию: Л0807 можно отнести к гетерозисной группе плазмы Stiff Stalk Synthetic (кластер 1), две линии: Л0707/1, Л0818 – к гетерозисной группе плазмы Lancaster (кластер 2) и две линии: Л0609, Л0608 к гетерозисной группе плазмы Iodent (кластер 3).

Распределение исходного материала – линий кукурузы на кластерные группы при помощи генетических (Эвклидовых) дистанций для более наглядного представления приведено в дендрограмме (Рисунок 29).

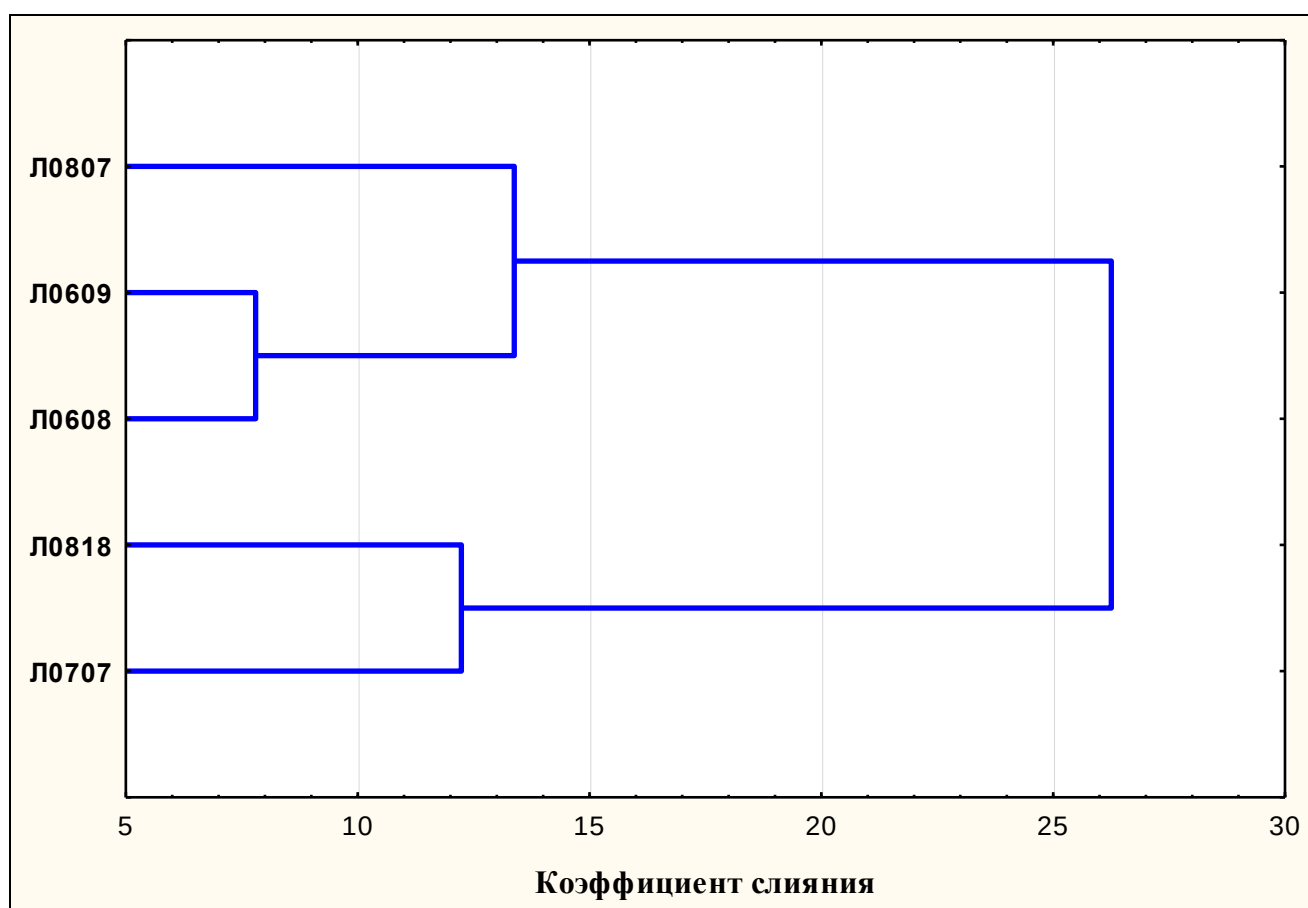


Рисунок 29 - Дендрограмма распределения новых самоопыленных линий кукурузы ДС-2 (2012-2014 гг.)

Результаты кластерного анализа, основанного на СКС и гетерозисных эффектах маркерных линий из каждой группы, которые дают возможность оценить уровни генетической дивергенции внутри и между группами, получили графическое отображение на рисунке 30.

Так, 1 кластер, отнесенный к гетерозисной группе Stiff Stalk Synthetic, показал минимальную урожайность зерна с линией маркером Л0823, принадлежащей к этой же гетерозисной группе и наоборот максимальный урожай с линией маркером Л0602 из гетерозисной группы Lancaster, что и соответствует теоретическим данным.

Кластер 2, отнесенный к гетерозисной группе Lancaster показал максимальную урожайность зерна с линией маркером Л0823 гетерозисной группы Stiff

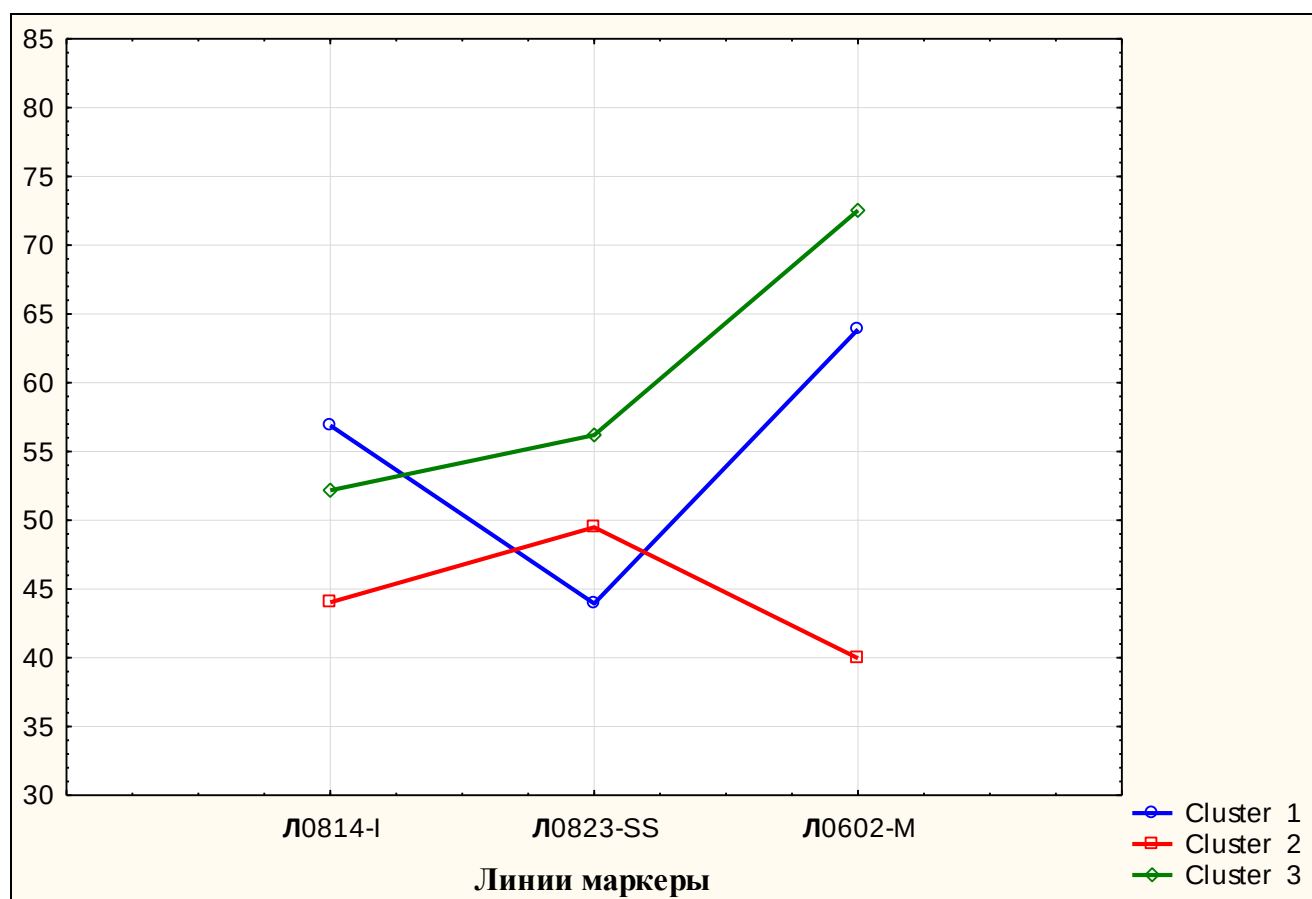


Рисунок 30 - Взаимосвязь кластеров и маркерных линий по урожайности зерна ДС-2 (2012-2014 гг.)

Stalk Synthetic, среднюю урожайность с линией маркером Л0814 гетерозисной группы Iodent и самую низкую урожайность с линией маркером Л0602 группы Lancaster, что и подтверждает их генетическое родство.

Кластер 3, отнесенный к гетерозисной группе Iodent, показал максимальную урожайность зерна с линией маркером Л0602 гетерозисной группы Lancaster, и значительно меньшую с линией маркером Л0823 гетерозисной группы Stiff Stalk Synthetic и совсем низкую урожайность с линией маркером Л0814 гетерозисной группы Iodent, являющуюся генетически родственной линией.

Таким образом, проведенный кластерный анализ в группе линий на основании урожайных данных простых гибридов от диаллельных скрещиваний этих линий в схеме № 2 позволил разделить имеющийся исходный материал на три группы (кластера).

Таблица 100 - Матрица статистических значений результата дисперсионного анализа по признаку «урожайность зерна» (2012-2014 гг.)

Линии	Межгрупповые	Степень свободы	Внутригрупповые	Степень свободы	F _ф	F ₀₅
Л0340	273,33	1	2,14	1	127,25	0,056
Л0805	6,83	1	27,60	1	0,24	0,70
Л0307	570,60	1	73,13	1	7,80	0,21
Л0334	70,91	1	7,04	1	10,06	0,19
Л0419	17,82	1	0,45	1	39,60	0,10
Л0112	0,62	1	275,11	1	0,002	0,96
Л0640	582,65	1	14,70	1	39,62	0,10

В третьей группе новых линий, участвующих в диаллельных скрещиваниях по схеме № 3 было 10 линий. Три линии данной группы, как и в первых двух случаях, были с известной родословной и использовались в качестве линий маркеров. Линия Л0404 принадлежит к гетерозисной группе зародышевой плазмы Stiff Stalk Synthetic, линия Л0337 относится к гетерозисной группе плазмы Iodent и линия Л032 относится к гетерозисной группе Lancaster.

Статистическая обработка полученных урожайных данных дисперсионным анализом подтвердила достоверность различий между большинством вариантов (Таблица 100).

В результате проведенного кластерного анализа была получена матрица внутригрупповых и межвидовых генетических (Эвклидовых) дистанций для пар линий.

Внутригрупповая дивергенция генетических (Эвклидовых) дистанций между линиями была незначительной. Так, в группе линий, ведущих происхождение от экзотических рас, она составляла 3,15-5,27, а в группах Stiff Stalk Synthetic и Lancaster отсутствовала полностью и равнялась для обеих групп 6,74 и 1,78 соответственно (Таблица 101).

Таблица 101 - Внутригрупповые генетические дистанции, основанные на гетерозисных эффектах элитных линий ДС-3 (2012-2014 гг.)

Экзотические расы		Stiff Stalk Synthetic		Lancaster	
Л0805	3,37	Л0340	6,74	Л0307	1,78
Л0334	5,27	Л0112	6,74	Л0640	1,78
Л0419	3,15				

Межгрупповые генетические (Эвклидовые) дистанции значительно превосходили внутригрупповые. Так, если проанализировать таблицу 102, то например, генетические дистанции между линиями Л0805 и линиями ее кластера Л0419 и Л0334 составили 6,7 и 14,3 соответственно, в то время как генетические дистанции между этой же линией и линиями соседних кластеров Л0307 и Л0112 составили 27,4 и 27,7 соответственно. Это обстоятельство подтверждает достоверность проведенного кластерного анализа по идентификации нового исходного материала.

Таблица 102– Межгрупповые генетические (Эвклидовы) дистанции, основанные на гетерозисных эффектах элитных линий ДС-2 (2012-2014 гг.)

Группы	Л0340	Л0805	Л0307	Л0334	Л0419	Л0112	Л0640
Л0340	0,0	29,3	42,4	40,2	27,8	23,4	43,3
Л0805	29,3	0,0	27,4	14,3	6,7	27,7	24,2
Л0307	42,4	27,4	0,0	26,6	22,6	25,3	6,2
Л0334	40,2	14,3	26,6	0,0	13,9	31,6	23,0
Л0419	27,8	6,7	22,6	13,9	0,0	21,7	20,5
Л0112	23,4	27,7	25,3	31,6	21,7	0,0	28,6
Л0640	43,3	24,2	6,2	23,0	20,5	28,6	0,0

Таким образом, из 7 линий с закрытой родословной - три линии: Л0805, Л0334, Л0419 можно отнести к гетерозисной группе плазмы «Экзотические расы» (кластер 1), две линии: Л0340 и Л0112 – к гетерозисной группе плазмы Stiff

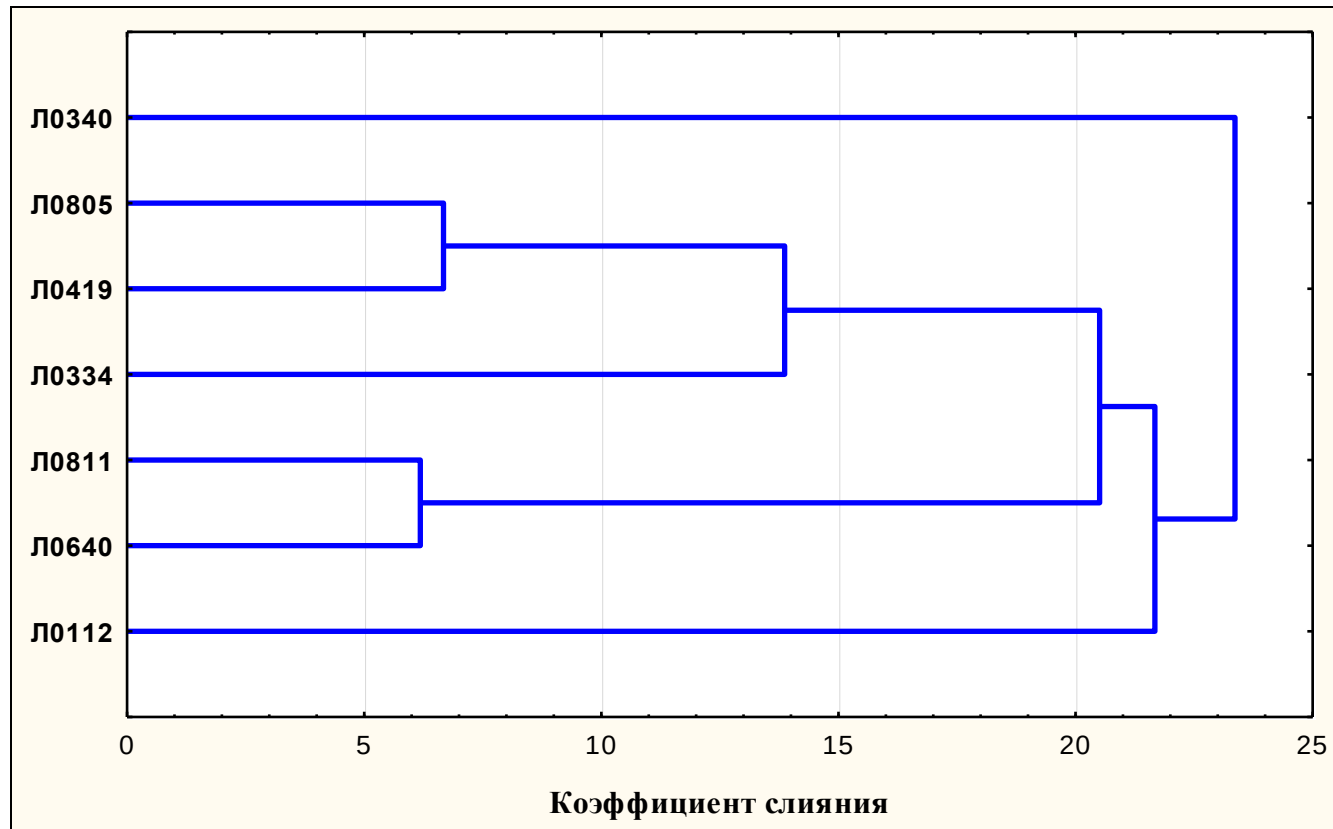


Рисунок 31 - Дендрограмма распределения новых самоопыленных линий кукурузы, отобранных из ДС-3 (2012-2014 гг.)

Stalk Synthetic (кластер 2) и две линии: Л0307 и Л0640 к гетерозисной группе плазмы Lancaster (кластер 3). Распределение исходного материала – линий кукурузы на кластерные группы при помощи генетических (Эвклидовых) дистанций для более наглядного представления приведено в дендрограмме (Рисунок 31).

Графическое отображение взаимосвязи кластеров и маркерных линий на основе признака «урожайность зерна» приведено на рисунке 32. Диаллельная схема №3 очень интересна для проведения кластерного анализа, так как в данной схеме были представлены 3 линии, полученные из экзотических рас и как видно из предыдущих разделов, обладают довольно высокой специфической комбинационной способностью. В то же время, в данном случае не было выявлено гетерозисных эффектов с маркерными линиями. Линии были объединены в один кластер, а высокие межгрупповые генетические (Эвклидовые) дистанции подтвердили правильность сделанного выбора.

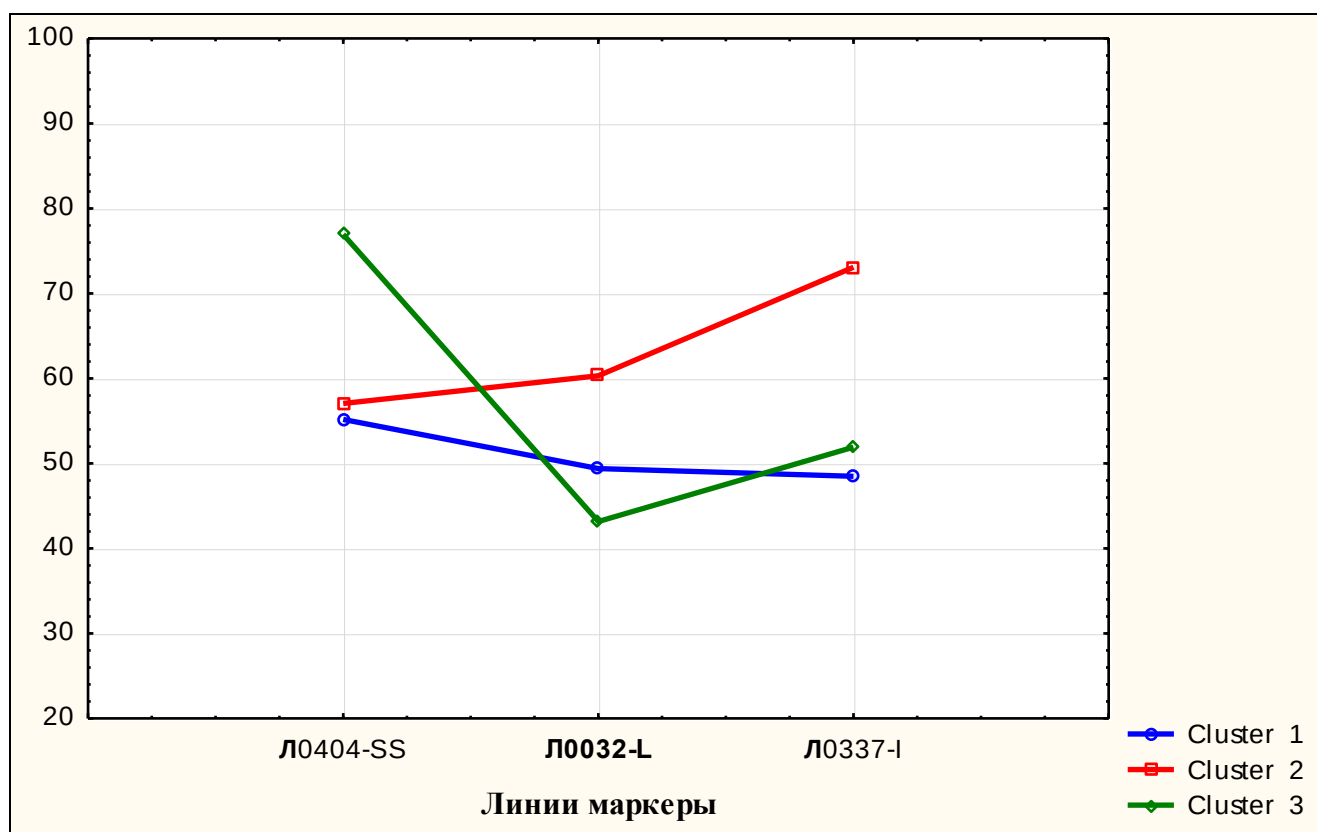


Рисунок 32 – Взаимосвязь кластеров и маркерных линий по урожайности зерна ДС-3 (2012-2014 гг.)

Кластер 2, состоящий из двух линий и отнесенный к гетерозисной группе Stiff Stalk Synthetic показал максимальную урожайность зерна с линией маркером Л0337 гетерозисной группы Iodent, среднюю урожайность с линией маркером Л032 группы Lancaster и самую низкую урожайность с линией маркером Л0404 группы Stiff Stalk Synthetic.

Третий кластер, также состоящий из 2 линий, отнесен к гетерозисной группе Lancaster, показал максимальную урожайность зерна с линией маркером Л0404 гетерозисной группы Stiff Stalk Synthetic, меньшую с линией маркером Л0337 гетерозисной группы Iodent, и значительно меньшую с линией маркером Л032 группы Lancaster.

Подводя итоги кластерного анализа новых самоопыленных линий кукурузы, включенных в три схемы диаллельных скрещиваний по признаку урожайность зерна, можно сделать вывод.

Проведенный кластерный анализ нового исходного материала позволил идентифицировать линии на принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы. Важно отметить, что данный материал проходил комплексное изучение в течение трех лет (2012-2014 гг). Исследовались различные морфо-биологические признаки линий, определялась их общая комбинационная способность в системе тесткроссных скрещиваний, а также специфическая комбинационная способность в диаллельных скрещиваниях. Таким образом, кластерный анализ лишь подтвердил уже полученные оценки и характеристики.

5.5 Экономическая оценка эффективности внедрения новых гибридов в производство

В настоящее время в аграрном секторе экономики Российской Федерации произошли различные положительные изменения: увеличился объем производства сельскохозяйственной продукции и доли российского производителя, активизировалась работа по социальному развитию территорий, увеличился уровень заработной платы и качество жизни населения, занятого в сфере сельского хозяйства и т.д. Но в целом ситуация в отрасли имеет многие перспективные направления для развития.

Одним из таких направлений аграрной политики России на современном этапе является развитие сельского хозяйства за счет максимального и эффективного использования его ресурсного потенциала. Одной из категорий ресурсного потенциала сельского хозяйства являются производственные ресурсы, включающие трудовые, земельные, водные и материальные, для использования в процессе производства продукции растениеводства и животноводства, потенциал которых раскрыт далеко не полностью. Ввиду сезонности и коротких сроков окупаемых средств, одним из способов интенсификации производства сельскохозяйственной продукции является создание высокоурожайных сортов и гибридов полевых культур, а также их продвижение в регионы с относительно коротким безморозным периодом и ограниченным количеством эффективных температур, необходимых для таких культур как кукуруза.

В современных условиях рынка семян кукурузы, отечественные гибриды выгодно отличаются своей стоимостью – в 3-4 раза ниже, чем семена зарубежной селекции. Это обусловлено более низкими затратами на семеноводство. Однако, важным фактором при выборе гибрида является экономическая эффективность его использования, а именно – затраты, понесенные на возделывание и конечную досушку зерна.

Так, при создании раннеспелых гибридов кукурузы, наряду с высокими технологическими свойствами, необходимо учитывать не только урожайность зерна

Таблица 103 – Экономическая эффективность возделывания новых лучших раннеспелых гибридов кукурузы, Краснодар (2012-2014 гг.)

Гибрид Показатель	Краснодарский 194 МВ ст.	(Л031хЛ226) х Л0613	(Л0159хЛ0800) х Л0608	(Л0159хЛ0805) х Л0601	(Л0159хЛ0800)х Л0680	(Л0159хЛ0800) х Л0682	(Л0159хЛ0800) х Л0613
Урожайность, ц/га	57,7	77,1	74,9	73,7	73,5	73,2	73,2
Себестоимость, руб/ц	344	247	255	261	261	264	264
Производственные затраты, руб.	19876	19093	18858	19252	19179	19402	19334
Цена реализации, руб.	780	780	780	780	780	780	780
Стоимость произ- веденной продук- ции, руб.	45029	60099	58398	57486	57306	57127	57080
Условно чистый доход, руб.	25153	41006	39540	38234	38127	37725	37746
Рентабельность, %	126	215	209	198	198	194	195
Экономический эффект, руб.	-	15853	14387	13081	12974	12572	12593

гибрида, но и его уборочную влажность. Снизив затраты на досушку, можно ожидать более низкие производственные затраты на единицу продукции, её себестоимость и как следствие - повышенный экономический эффект от возделывания таких гибридов. Также при низкой уборочной влажности зерна кукурузы появляется возможность более ранней уборки, что также отражается на общей эффективности хозяйства.

В наших исследованиях, в ходе многолетних испытаний, выделился ряд раннеспелых гибридов с участием новых линий, обладающих вышеперечисленными свойствами. Он включал в себя гибриды: (Л031хЛ226)хЛ0613, (Л0159хЛ0800)хЛ0608, (Л0159схЛ0805)хЛ0601, (Л0159хЛ0800)хЛ0680, (Л0159хЛ0800)хЛ0682, (Л0159х Л0800)хЛ0613. При оценке их экономической эффективности сравнение проводили с раннеспелым гибридом Краснодарский 194 МВ.

Для определения экономической эффективности производства гибридов кукурузы мы использовали следующие показатели: урожайность зерна, производственные затраты, себестоимость продукции, валовой доход, прибыль, рентабельность [7]. Результаты экономической оценки возделывания новых лучших раннеспелых гибридов кукурузы приведены в таблице 103.

Анализируя полученные данные, можно констатировать, что все новые гибриды, взятые для оценки экономической эффективности, существенно превышали соответствующий стандарт по основным показателям – условно чистый доход, рентабельность, экономический эффект. Так, используя данные гибриды в производстве, условно чистый доход может составлять от 37725 до 41006 руб., при 25153 руб. у стандарта. Повышение рентабельности также может достигать 215%, в сравнении с 126% у стандарта – Краснодарский 194 МВ. Соответственно экономический эффект от использования новых гибридов может составлять от 12572 до 15853 руб.

Подводя итог оценки экономической эффективности новых гибридов кукурузы, можно сделать вывод о том, что в результате проведенной работы выделил-

ся ряд раннеспелых гибридов, представляющих практический интерес, как для селекции, так и для производства. Особо следует отметить гибрид (Л031хЛ226)хЛ0613, показавший максимальные значения по всем показателям экономической эффективности. Средняя урожайность его за три года составила более 77 ц/га, при относительно низкой уборочной влажности – 15,5%. Использование данного гибрида в производстве является наиболее экономически обоснованным.

ВЫВОДЫ

Проведенные в 2012-2014 годах на базе Краснодарского НИИСХ им. П.П.Лукияненко исследования по оценке нового исходного материала – линий кукурузы и создание на их основе принципиально новых раннеспелых гибридов кукурузы позволили сделать следующие выводы:

1. Высокие значения изменчивости признака «урожайность зерна» тесткроссов в зависимости от года исследования ($CV=10,0-32,3\%$) свидетельствуют о возможности эффективного отбора линий с высокой комбинационной способностью по этому признаку.
2. В результате проведенного тестирования 80 новых самоопыленных линий кукурузы были получены тесткроссы, которые в среднем за 2012-2014 годы превышали по урожайности зерна соответствующий стандарт в раннеспелой группе на 15-20 ц/га: (Л031хЛ226)хЛ0309; (Л031хЛ226)хЛ0613; (Л0159хЛ0805)хЛ0601; в среднеранней группе на 13-15 ц/га: (Л098хКр651)хЛ0680; (Л0229хЛ0800)хЛ0404; (Л098хКр651)хЛ0613; (Л0229хЛ0800)хЛ0681.
3. В результате оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов, полученных при диаллельных скрещиваниях, были выделены гетерозисные пары линий с высокими эффектами СКС по признаку «урожайность зерна» за все годы исследований. Простые гибриды (Л0337хЛ0112); (Л0823хЛ0814); (Л0609хЛ0602) будут переданы в конкурсное сортоиспытание для дальнейшего изучения в качестве коммерческих гибридов. Гибриды (Л0805хЛ0811) и (Л0808хЛ0811), при переводе на стерильную основу могут служить хорошей родительской формой в селекции трехлинейных и двойных гибридов.
4. При проведении экологического сортоиспытания, дана полная характеристика новым тесткроссам по норме их реакции на изменения условий среды и выявлены общие закономерности формирования их урожайности. Выделены высокопластичные гибридные комбинации интенсивного типа: (Л031хЛ226)хЛ0403;

(Л0229хЛ0800)хЛ0402; (Л0192хЛ07/1)хЛ0608; (Л031хЛ226)хЛ0613; (Л098хКр651)хЛ0814, отличающиеся высокой урожайностью зерна и стабильностью ее проявления в различных агроэкологических условиях выращивания.

5. Комплексное изучение новых самоопыленных линий кукурузы с закрытой родословной, включающее в себя: исследование морфо-биологических признаков, определение их общей и специфической комбинационной способности, проведение кластерного анализа, позволило идентифицировать линии на принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы.

6. На основании результатов корреляционного анализа не выявлено преобладающего влияния на урожайность зерна отдельных признаков, увеличение урожайности зерна зависит от взаимосвязи различных элементов структуры урожая и не связано с ростом или снижением отдельных его компонентов. Проведенный анализ корреляционной зависимости основных селекционных признаков у гибридов и линий кукурузы позволил выявить взаимосвязи, которые могут быть использованы в дальнейшей работе с исходным материалом.

7. Анализ оценок ОКС самоопыленных линий кукурузы в системе топкроссных скрещиваний по урожайности зерна выявил совершенно новый исходный материал: Л0309; Л0613; Л0601; Л0404; Л0480; Л0680; Л0706; Л0681; Л0682; Л0619; Л0319, являющийся основой для получения новых высокогетерозисных гибридов.

8. Полученные в системе тесткроссных скрещиваний трехлинейные гибриды: (Л0130хЛ0112)хЛ0619; (Л0159хЛ0800)хЛ0600 (Л0228хЛ0812)хЛ0300; (Л0228хЛ0812)хЛ0479; и простые гибриды диаллельных схем: (Л0707хЛ0130); (Л0601хЛ0123); (Л0707хЛ0818); (Л0805хЛ0811); имели пониженную уборочную влажность зерна (на 3-5% ниже стандарта). Данные гибриды широко востребованы в современном производстве, а линии: Л0332; Л0619; Л0600; Л0123; Л0479; Л0601; Л0130; Л0815; Л0805; Л0811; являются ценным исходным материалом для селекции гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна.

9. Рассчитана экономическая эффективность выращивания новых раннеспелых гибридов кукурузы. Максимальный экономический эффект будет получен

при возделывании следующих гибридных комбинаций: (Л031хЛ226)хЛ0613, (Л0159хЛ0800)хЛ0608, (Л0159хЛ0805)хЛ0601, (Л0159хЛ0800)хЛ0680.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

1. Трехлинейные гибриды: (Л031хЛ226)хЛ0309; (Л031хЛ226)хЛ0613; (Л0159хЛ0805)хЛ0601; (Л098хКр651)хЛ0680; (Л0229хЛ0800)хЛ0404; (Л098хКр651)хЛ0613; (Л0229хЛ0800)хЛ0681; (Л0130хЛ0112)хЛ0619; (Л0159хЛ0800)хЛ0600; (Л0228хЛ0812)хЛ0300; (Л0228хЛ0812)хЛ0479; рекомендуются для изучения в конкурсном сортоиспытании с последующей передачей в Государственное сортоиспытание (ГСИ).
2. Простые гибриды: (Л0337хЛ0112); (Л0823хЛ0814); (Л0609хЛ0602) (Л0805хЛ0811); (Л0808хЛ0811) планируется перевести на стерильную основу для использования в качестве родительской формы.
3. Самоопыленные линии: Л0309; Л0613; Л0601; Л0404; Л0480; Л0680; Л0706; Л0681; Л0682; Л0619; Л0319 передать в рабочую коллекцию отдела для включения в селекционные программы по получению высокогетерозисных гибридов кукурузы.
4. Линии: Л0332; Л0619; Л0600; Л0123; Л0479; Л0601; Л0130; Л0815; Л0805; Л0811 целесообразно включать в селекционные программы по созданию гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна.
5. На основе выделенных в работе линий: Л0613 и Л0480 получен трехлинейный гибрид (Кр714хЛ0613)хЛ0480, который по результатам конкурсного сортоиспытания 2015 года передан в экологическое изучение по 13 пунктам Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев, Ф.Х. Комбинационная способность образцов кукурузы по элементам продуктивности / Ф.Х. Фбдуллаев // Кукуруза и сорго. – 2003. -№6. – С. 14-16.
2. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края / Отв. ред.: З.М. Русеева, Ш.Ш. Народецкая. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. С. – 276.
3. Агроклиматические ресурсы Саратовской области. Д.: Гидрометеиздат, 1970. – С. 123.
4. Алпатов, А.М. Влагооборот культурных растений / А.М. Алпатов // Гидрометеиздат, 1954. – С. 247.
5. Алпатов, А.М. Водопотребление культурных растений и климат / А.М. Алпатов // Режим орошения сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1965. –С. 55-68.
6. Алпатов, А.М. Влагообороты в природе и их преобразования / А.М. Алпатов // – Л.: Гидрометеиздат, 1969. –С. 215.
7. Анипенко, Л. Н. Оценка эффективности возделывания сельскохозяйственных культур по критерию энергозатрат / Л. Н. Анипенко // – Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2007. – 56 с.
8. Аппаев, С. П. Комбинационная способность и селекционная ценность средне-спелых и раннеспелых самоопыленных линий кукурузы в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии / С.П. Аппаев // Дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 : Нальчик, 2003 127 с.
9. Балюра, В.И. Скороспелость кукурузы и число листьев / В.И. Балюра, А.К. Шагина // Кукуруза, 1967. - №1. – С. 29-31.
10. Беликов, Е.И. Селекция сахарной кукурузы для северной степи Украины / Е.И. Беликов, О.Е.Климова, Н.В. Вишневский // Селекция и семеноводство. -2005. - №1. –С.9-11.

11. Беседа, Н.А. Комбинационная способность сорго зернового в системе диалельных скрещиваний / Н.А. Беседа, П.И. Костылев, С.И. Горпиниченко // Зерновое хозяйство России. – 2009. – №1. – С. 14-17.
12. Блажний, Е.С. Почвы равнинной и предгорно-степной части Краснодарского края / Е.С. Блажний // Тр. Куб. СХИ, 1958. – Вып. 4 (32). – С. 7-84.
13. Блажний, Е.С. Почвы дельты реки Кубани и прилегающих пространств (их свойства, происхождение и пути рационального хозяйственного использования) / Е.С. Блажний, Е.С. // Краснодар: Книжное изд-во, 1971. –С. 275.
14. Броунов, П.И. Избранные сочинения. Сельскохозяйственная метеорология / П.И. Броунов // – Л.: Гидрометеиздат, 1957. – Т. 2. – С. 340.
15. Будаговский, А.И. Испарение почвенной влаги / А.И. Будаговский // – М.: Наука, 1964. –С. 244.
16. Буренин, В.И. Способ оценки общей комбинационной способности на основе топкросса. Бюл. ВИР. — Л., - 19, 1971. - с. 32-36.
17. Вавилов, Н.И. Критический обзор современного состояния генетической теории растений и животных / Н.И.Вавилов // – Генетика, - 1965. - №1. - С. 20-40.
18. Варламов, Д.В. Селекция гибридов кукурузы адаптированных к засушливым условиям юга России / Д.В. Варламов, А.В. Гульяшкин, С.С. Анашенков // Зерновое хозяйство России. – 2013. – №4. – С. 7 – 13.
19. Варламов, Д.В. Результаты изучения экологической адаптивности новых раннеспелых гибридов кукурузы / Д.В. Варламов, А.В. Гульяшкин, С.С. Анашенков // Зерновое хозяйство России. – 2014. – №4. – С. 31-35.
20. Веденеев, Г.И. Селекция раннеспелых гибридов кукурузы в Поволжье: Автореф. дис. учен. степ. д-ра с.-х. наук. Саратов, 1965
21. Веденеев, Г.И. Генетический контроль количественных признаков у кукурузы. Сообщение III. Число рядов зерен на початке и число зерен в ряду початка / Г.И. Веденеев // Генетика. 1987. - Т. VIII. - С. 123-134.

22. Вербицкая, Т.Г. Дифференциация линий кукурузы с использованием молекулярных маркеров / Т.Г. Вербицкая, Н.Э. Кожухова, Д.И. Гужва, Ю.М. Сиволап // Кукуруза и сорго. – 1997. -№6. – С. 7-11.
23. Галеев, Г.С. Методы выведения высокоурожайных самоопыленных линий при создании простых гибридов / Г.С. Галеев // Кукуруза. 1974. №2. - С. 26-27.
24. Гарькавый, В.В. Применение кластерного анализа в оценке перспектив развития кукурузоводства в Ростовской области / В.В.Гарькавый, С.А.Раева / Зерновое хозяйство. -2012. №5. -С. 51-54.
25. Гидова, Э.М. Потенциальная продуктивность початка кукурузы и пути её реализации // Вестник КБГУ, серия: биологические науки, выпуск 2. – Нальчик, 1997. – С. 36-37.
26. Грушка, Я. Монография о кукурузе: Пер. с чешского М.П. Уманова / Я. Грушка // – М.: Колос. 1965. –С. 723.
27. Губин, С.В. Оценка экологической адаптивности инбредных линий кукурузы Омской селекции / С.В.Губин, А.М.Логинова, Г.В.Гетц // Электронный науч. журнал «Современные проблемы науки и образования» 2015. №2 (часть1) Электрон №ФС77-34132.
28. Гудова, Л.А. Изучение исходного материала с целью создания сортов и гибридов кукурузы на Юго-Востоке Европейской части России / Дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05: Саратов, 2009 .190 с.
29. Гужва, Д.В. Використання кластерного аналізу генетичних дистанцій для генотипової класифікації самозапилених ліній кукурудзи / Наслідки наукових пошуків молодих вчених аграрників а умовах реформування АПК: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та спеціалістів.- Чабани.1996.- Частина 1. – С.214.
30. Гужва, Д. В. Разработка и использование генотипической классификации самоопыленных линий кукурузы в селекции на гетерозис: автореф. дис.канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Д. В. Гужва. – Одесса, 1997. – С.18.
31. Гульяншкин, А.В. Изучение комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы / А.В. Гульяншкин, С.С. Анашенков, Варламов Д.В. //

- Материалы V Всероссийской конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» - Краснодар, 2011. – С. 80-82.
32. Гульняшкин, А.В. Оценка комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы с различной генетической основой / А.В. Гульняшкин, П.В. Чуйкин, С.С. Анашенков, // Материалы Всероссийской конференции «ВНИИ кукурузы -25 лет». - Пятигорск, 2012. – С. 109 - 119.
 33. Гульняшкин, А.В. Оценка и отбор нового исходного материала для селекции раннеспелых гибридов кукурузы / А.В. Гульняшкин, С.С. Анашенков, Д.В. Варламов // Сб. науч. Трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П.Лукьяненко – Краснодар. 2014. – С. 260-268.
 34. Гурьев, Б.П. Проявление некоторых хозяйственно-полезных признаков у гибридов кукурузы / Б.П. Гурьев // Селекция и семеноводство. Вып. 19. Киев, 1970. - С. 44-51.
 35. Гурьев, Б. П. Селекция кукурузы на раннеспелость / Б. П. Гурьев, И. А. Гурьева // М.: Агропромиздат – 1990. –С. 173.
 36. Гурьева, И.А. Влияние погодных условий на длину вегетационного периода и другие признаки кукурузы / И.А. Гурьева / Селекция и семеноводство. – Киев: Урожай, 1978. – вып. 40. – С. 35-38.
 37. Деркачь, Е.В. Биотехнологические и молекулярно-генетические характеристики линий кукурузы селекционной группы Ланкастер / Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013 т.15 №3 (5).
 38. Дзюба, В.А. Планирование многофакторных опытов и методы статистической обработки экспериментальных данных: методические рекомендации / В.А. Дзюба, Б.Н. Шемелев // – Краснодар, 2004. – С. 42-43.
 39. Дзюбецкий, Б.В. Сравнительная оценка различных методов определения комбинационной способности линий / Б.В. Дзюбецкий, В.И. Костюченко // Мат. II Всесоюзной науч.-теор. конф. молодых ученых по проблемам кукурузы. - Днепропетровск, 1978.- С.5-6.

40. Дзюбецкий, Б. В. Оценка комбинационной способности самоопылённых линий кукурузы при различных густотах стояния растений / Б.В. Дзюбецкий, В.А. Хаджиматов // Бюлл. ВНИИ кукурузы. – 1991. - № 71. – С.27-31.
41. Дзюбецкий, Б.В. Современная зародышевая плазма в селекции кукурузы в Институте зернового хозяйства УААН / Б.В. Дзюбецкий, В.Ю.Черчель // Селекция и семеноводство, 2002. Вып. 86 - С. 11-19.
42. Домашнев, П.П. Морфобиологические признаки и их значение при селекции / П.П. Домашнев// Основы селекции и семеноводства гибридной кукурузы. - М.: Колос, 1968. - С. 152 - 188.
43. Домашнев, П.П. Создание и внедрение скороспелых гибридов / П.П. Домашнев, Б.В. Дзюбецкий // Селекция и семеноводство. – 1983. - № 4. – С. 7-9.
44. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов.-М.: Агропромиздат, 1985.-351с.
45. Драгавцев, В. А. Методы оценки генотипической, генетической и экологической корреляции количественных признаков в растительных популяциях / В.А. Драгавцев // Генетический анализ количественных признаков с помощью математико-статистических методов. М., 1973. С. 45–47.
46. Драгавцев, В.А. Проблемы идентификации генотипов по фенотипам по количественным признакам в растительных популяциях / В.А. Драгавцев, А.Б. Дьяков // Генетика. 1982. - Т. 18. -№1. - С.84-89.
47. Дюрэн, Б. Кластерный анализ / Б. Дюрэн, П. Оделл / Пер. с англ. Е.З. Демиденко под ред. и с предисл. А.Я.Боярского. — М.: Статистика, 1977. — 128 с. ил.
48. Ерохин, Г.А. Селекция и семеноводство кукурузы в Самарском НИИСХ / Г.А. Ерохин // Кукуруза и сорго. -2003. -№4. –С. 2-5
49. Жамбю, М. Иерархический кластер-анализ и соответствия / М. Жамбю // Финансы и статистика, 1988. –С. 342.
50. Жужукин, В. И. Кластерный и факториальный анализ морфологических параметров кукурузы / В.И. Жужукин // Генетика. – 1994. –№ 30. –С.51-61.

51. Жужукин, В.И. Селекционная ценность исходного материала кукурузы в условиях нижнего Поволжья / В.И.Жужукин, Е.В.Гудкова, С.А.Зайцев, Л.А.Гудова // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. Сб. науч. трудов международной научно-практической конференции «Золотое наследие академика ВАСХНИЛ М.И. Хаджинова» – Краснодар. 2009. – С. 94-99.
52. Жуковский, П.М. Культурные растения и их сородичи. – М: Колос. 1971. –С. 751.
53. Забирова, Э.Р. Изменение длины початка у инбредных линий кукурузы и роль этого признака в общей комбинационной способности / Э.Р. Забирова, В.С. Щербак // С.-х. биология. 1984. Т.19. № 6. - С. 58-61.
54. Задорин, А.М. Изучение комбинационной способности гетерофильной формы гороха двухтестерным методом / А.М. Задорин // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. –№3(7). – С. 11-18.
55. Зезин, Н.Н. Экологическая пластичность гибридов кукурузы и ее связь с продуктивностью в условиях Среднего и Южного Урала / Н.Н. Зезин, А.Э. Панфилов, В.В. Кравченко // Кукуруза и сорго. -2015. -№3. –С. 3-8.
56. Зозуля, А.Л. Оценка потенциальной продуктивности кукурузы из коллекции ВИР / Тр. по прикл. бот. ген. и сел. 1980. Т. 69. Вып.1. - С. 116-118.
57. 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.
58. Иващенко, В.Г. Диаллельный анализ комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы по устойчивости к стебевым гнилям в различных условиях выращивания / В.Г. Иващенко // С.-х. биология, 1983, №5. - с.77-80.
59. Казыдуб, Н.Г. Отбор перспективных образцов для селекции фасоли с использованием кластерного анализа в условиях Южной лесостепи Западной Сибири / Н.Г. Казыдуб, Т.В.Маракаева, М.М.Коробейникова, М.В.Епанчинцев // Сельскохозяйственные науки. 2014. УДК 633.31/.37: 631.527

60. Календарь, Р. Н. Типы молекулярно-генетических маркеров и их применение // Физиология и биохимия культурных растений / Р.Н. Календарь, В.И. Глазко // – 2002. – Т 34. – № 4. – С. 279–296.
61. Капустян, М.В. Оценка новых самоопыленных линий кукурузы, созданных на основе различных генетических плазм, по продуктивности ее компонентов / М.В. Капустян // Генетические ресурсы растений. Харьков. 2015. Вып 16. С 64-75.
62. Кедров-Зихман, О.О. Поликросс-тест в селекции растений / О.О. Кедров-Зихман // – Минск: Наука и техника, 1974. – 128 с.
63. Кизяков, Ю.Е. Агроклиматические особенности и краткая характеристика почв опытного хозяйства ВНИИ кукурузы /Ю.Е. Кизяков, Н.В. Гниненко, В.В. Турчин, А.Г. Мусатова // Приемы повышения продуктивности кукурузы и озимой пшеницы в степи УССР. – Днепрпетровск, 1974. - С.18-29.
64. Кильчевский, А.В. Экологическая селекция растений / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылёва // Минск: Тэхналогія, 1997. – 372 с.
65. Кириченко, К.С. Почвы Краснодарского края / К.С. Кириченко // Краснодар, 1953. – С. 240.
66. Ключко, П. Ф. Изучение комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы при различных схемах получения тесткроссов / П. Ф. Ключко, В. С. Мельник // Научн. – техн. бюлл. ВСГИ. – 1980. –Вып.1(35). –С. 7-12.
67. Кожухова, Н. Е. Геном кукурудзи та його поліпшення / Н.Е. Кожухова, Ю.М. Сиволап, Б.Ф. Вареник // Вісн. аграр. науки. – 2011. - № 2. – С. 26–29.
68. Козубенко, Л.В. Вивчення кореляцій у самозапилених ліній і гібридів кукурудзи / Л.В. Козубенко // Вісник с.-г. науки. – Київ, 1966. - № 6. – С. 33-36.
69. Козубенко, Л.В. Изучение и подбор родительских компонентов при селекции гибридов кукурузы на скороспелость в условиях восточной лесостепи Украинской ССР: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Харьков, 1968. - С.18.

70. Козубенко, Л. В. Генетико-селекционные аспекты гетерозисной селекции кукурузы / Н.М. Чупиков, Т.П. Камышан // Труды по фундаментальной и прикладной генетике. – Х.: Штрих, 2001. – С. 183–196.
71. Корзун, О.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие / О.С. Корзун, А.С. Бруйло // Гродно: ГГАУ, 2011.- С. 140.
72. Костюченко, В.И. Сравнительная оценка методов определения комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы / В.Н.Костюченко // Докл. ВАСХНИЛ, 1976, 6 с. 10-11.
73. Косяненко, Л.П. Урожайность как производное потенциальной продуктивности и экологической устойчивости овса / Л.П. Косяненко // Аграрная наука.- 2010.-№ 1. - С.16-17.
74. Котов, М.М. Генетика и селекция / М.М. Котов // В 2-х ч. Ч. 1.– Йошкар-Ола: МарГТУ, 1997. – 280 с.
75. Котова, Г.П. Селекция трехлинейных гибридов кукурузы с повышенной скороспелостью / Г.П. Котова, А.П. Потапов, М.Т. Рябцева // Селекция полевых и кормовых культур в ЦЧЗ. Каменная степь, 1982. - С. 7-11.
76. Котова, Г.П. Корреляционные зависимости между некоторыми признаками у линий и простых гибридов кукурузы / Г.П. Котова, Н.Ф. Шохов, Н.И. Мусторин // Сб. науч. работ НИИСХ Центр.-Чернозем. полосы. – 1986. – Вып. 11. – №3.- С. 47-52.
77. Кошеляев, В.В. Селекция раннеспелых линий кукурузы в Пензенской области / В.В. Кошеляев, В.А. Серков // Кукуруза и сорго. -2000. -№5. –С. 11-15.
78. Кошеляев, В.В. Оценка адаптационной способности и экологической стабильности раннеспелых гибридов кукурузы / В.В. Кошеляев, С.М. Кудин // Кукуруза и сорго. -2004. -№4. –С. 2-4.
79. Кравченко, Р.В. Агробιοлогическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья: монография / Р.В. Кравченко // – Ставрополь, 2010. –С. 208.

80. 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.
81. Кравченко, Р.В. Оценка параметров адаптивности и стабильности проявления хозяйственно ценных признаков гибридов кукурузы / Р.В. Кравченко, В.Ф. Пивоваров // Генетика и биотехнология на рубеже тысячелетий: материалы Международной научной конференции. – Минск, 2010. – С. 59.
82. 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.
83. Кравченко, Р.В. Варьирование адаптивных свойств гибридов кукурузы первого поколения (генотипов) под влиянием регулятора роста / Р.В. Кравченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) <http://ej.kubagro.ru/2012/03/pdf/07.pdf> – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №03 (077). – С. 63 – 72.
84. Кривошеев, Г.Я. Оценка комбинационной способности тестеров и новых самоопыленных линий кукурузы в топкроссных скрещиваниях / Г.Я. Кривошеев // -2009. -№1. -С.19-23.
85. Кривошеев, Г.Я. Селекционная ценность и адаптивность образцов подвида крахмалистой кукурузы / Г.Я. Кривошеев, А.С. Игнатъев, Н.Г. Игнатьева // Кукуруза и сорго. -2014. -№4. -С. 12-18.
86. Кривошеев, Г.Я. Идентификация самоопыленных линий кукурузы по составу аллелей генов восстановителей фертильности «С» типа ЦМС / Г.Я.Кривошеев

// Научный журнал КубГАУ, №114(10), 2015 года
<http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/54.pdf> 1 УДК 633.15.631.52.

87. Кружилин, И.П. Экологические ограничения при выращивании кукурузы на орошаемых землях Нижнего Поволжья / И.П. Кружилин, Н.В. Кузнецова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2007. – № 2 (6). – С. 131-135
88. Леонова, Е.П. Оценка комбинационной способности сортообразцов моркови в условиях Украины / Е.П. Леонова, Т.В. Мельниченко // Наука и мир. – 2014. – №4(8). – С. 147-146.
89. Ливочка, В.П. Влияние условий произрастания разных экотипов кукурузы на число листьев растения и длину вегетационного периода / В.П. Ливочка // сб. науч. тр. - Харьков. СХИ. - 1970. - С. 37 - 45.
90. 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. 20-28.
91. Мадякин, Е.В. Подбор исходного материала для создания гибридов кукурузы адаптированных к условиям Среднего Поволжья / Е.В. Мадякин // автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Кинель: 2009. –С. 23.
92. 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.
93. Мамедова, П.М. Влияние основных факторов при выращивании силосной кукурузы на структурные элементы ее урожая / П.М. Мамедова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2015.- №4. – С. 120.
94. Мартынов, С.П. Оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур / С.П. Мартынов // Сельскохозяйственная биология. – 1989. - №3. – С. 124-128.

95. Матвеева, Г.В. Статистический анализ элементов продуктивности гибридов кукурузы / Г.В.Матвеева, Л.Ю.Новикова, В.Б.Корнеев // Кукуруза. – 2010. - №4. – С. 25-29.
96. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1989.-С. 194.
97. Методические рекомендации по проведению опытов с кукурузой. – Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1980. –С. 36.
98. Миков, С.В. Создание линий и гибридов кукурузы с использованием экзотических рас Латинской Америки: Методические аспекты проблемы / Дис. канд. биологич. наук. Краснодар, 2005. - С.158.
99. Мороз, В.В. Зависимость между уборочной влажностью и признаками зерна, початка и растения кукурузы / В.В. Мороз // Бюлл. ВНИИ кукурузы. – 1986. - № 66. – С 13-20.
100. Мустьяца, С.И. Оценка и создание раннеспелых линий / С.И. Мустьяца // Кукуруза и сорго. – 1994. - №6. – С. 8-11.
101. Мустьяца, С.И. Создание линий кукурузы с общей родословной в условиях Молдовы и Беларуси / С.И. Мустьяца, С.И. Мистрец, Л.П. Шиманский // Кукуруза и сорго. – 1998. - №6. – С. 9-12.
102. Мустьяца, С.И. Определение генетических различий между сестринскими линиями кукурузы / С.И. Мустьяца, С.И. Мистрец // Кукуруза и сорго. -2000. - №6. –С. 12-16.
103. Мустьяца, С.И. Дифференциация сестринских и родственных линий кукурузы различными методами / С.И. Мустьяца, С.Г. Брума, Г.В. Руссо // Материалы научно-практической конференции, посвященной 25-летию ВНИИ кукурузы. – Пятигорск, 2012. - С. 86-87.
104. Мустьяца, С. И. Создание, оценка, классификация и использование самоопыленных линий скороспелой кукурузы / С.И.Мустьяца, П. А. Борозан, С.Г.Брума // Paskani, 2014. – С. 70–98.

105. Новоселов, С.Н. Изучение комбинационной способности гибридов и сортов и использование рекуррентного реципрокного отбора в селекции сахарной кукурузы. Автореф. канд. дис. СПб. – 1995.
106. Новоселов, С.Н. Сахарная кукуруза: история, селекция, экономика / Пятигорск. 2003. С 164-172.
107. Новоселов, С.Н. Комбинационная способность у сахарной кукурузы при проведении рекуррентного реципрокного отбора / С.Н. Новоселов / Сельскохозяйственная биология. – 2010. - № 1, -С. 33-39.
108. Носов, П.В. Эрозия почвы и плодородие пахотного горизонта карбонатного чернозема Кубани / П.В. Носов // Агрохимическая характеристика почв и применение удобрений / Тр. Куб. СХИ. – Краснодар, 1973. – Вып. 70 (98). – С. 94-101.
109. Орлянский, Н.А. Корреляционный анализ в селекции ультрараннеспелых гибридов кукурузы / Н.А. Орлянский, Д.Г. Зубко, Н.А. Орлянская, Г.Г. Голева // Кукуруза и сорго. – 1999. - № 6. – С. 9-12.
110. Орлянский, Н.А. Селекция ультрораннеспелых гибридов кукурузы зернового типа / Н.А. Орлянский, Н.А. Орлянская // Кукуруза и сорго. – 2001. - № 5. – С. 7-11.
111. Орлянский, Н.А. Зерновая кукуруза для Воронежской области / Н.А. Орлянский, Д.Г.Зубко, Н.А. Орлянская // Зерновое хозяйство. -2005. -№3. –С.19-21.
112. Орлянский, Н.А. Создание и изучение самоопыленных линий кукурузы при селекции на раннеспелость / Н.А. Орлянский, Н.А. Орлянская // Кукуруза и сорго. – 2008. -№3. – С. 2-5.
113. Орлянский, Н.А. Эффективность возделывания гибридов кукурузы различных групп спелости в условиях Центрального Черноземья / Н.А. Орлянский, Н.А. Орлянская, Д.Г. Зубко // Кукуруза и сорго. -2008. -№1. – С. 20-22
114. Орлянская Н.А. Морфологическая характеристика самоопылённых линий кукурузы / Н.А. Орлянская // Направления стабилизации развития и выхода из кризиса АПК в современных условиях: Тез. докл. межд. науч.- практ. конф. Молодых учёных специалистов. – Воронеж, ВГАУ. – 1999. – С. 90-91.

115. Пакудин, В.З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В.З. Пакудин, Л.М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология, 1984. - № 4. - С. 109 – 113.
116. Панфилов, А.Э. Оценка гибридов кукурузы по параметрам адаптивности / А.Э. Панфилов, И.Н. Цымбаленко // Кукуруза и сорго. -1998. -№2. –С. 2-4.
117. Паритов, А.Ю. Методы определения генетических параметров на основе диаллельных скрещиваний / А.Ю. Паритов, М.К. Керефова // Вестник КБГУ. Серия биологические науки. 2006. Вып. 8. С. 109-111.
118. Паритов, А.Ю. Изучение гетерозиса у кукурузы в системе диаллельных скрещиваний / А.Ю. Паритов, С.Х. Шогенова // Материалы научной конференции аспирантов и студентов агрономического факультета КБГСХА, посв. 95 летию К.Н. Керефова, 2007., С. 24-26.
119. Паритов, А.Ю. Селекция на многопочатковость как один из методов повышения урожайности кукурузы // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12. № 1(3). С. 791-795.
120. Петрова, Л.В. Кластерный анализ коллекционных сортообразцов овса посевного / Л.В Петрова, И.Н.Константинова, Е.И.Вахрамеева, Е.А.Еремеева // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2014. - №6. – С. 96.
121. Потанин, В.Г. Оценка экологической пластичности сортов пшеницы / В.Г.Потанин, А.Ф.Алейников, П.И Степочкин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2014. - №6. С. 43.
122. Редькин, Н.Е. Агрохимические особенности и водно-физические свойства черноземов Кубани / Н.Е. Редькин // Тр. Куб. СХИ. – Краснодар, 1968. – Вып. 19 (47). – С. 261-280.
123. Савченко, В.К. Оценка общей и специфической комбинационной способности полиплоидных форм в системах диаллельных скрещиваний. - Генетика, I. 1966. - с. 29-41.
124. Савченко, В.К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов родительских форм. В кн.: Методика генетико-селекционного и генетического экспериментов. - Минск, 1973. - с. 48- 77.

125. Салфетникова, Е.М. Сравнительное изучение популяции второго поколения гибрида (F₂) и беккроссных популяций (BC) как источника для закладки самоопыленных линий / Е.М.Салфетникова // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. Сб. науч. трудов международной научно-практической конференции «Золотое наследие академика ВАСХНИЛ М.И. Хаджинова» – Краснодар. 2009. – С. 114-121.
126. Семенютина, А.В. Эффективность использования кластерного метода при анализе декоративных достоинств озеленительных насаждений / А.В. Семенютина, И.Ю. Подковыров, С.С. Таран // Глобальный научный потенциал. – 2014. – № 7 (37). – С. 21-27.
127. Симакин, А.И. Агрохимическая характеристика кубанских черноземов и удобрения / А.И. Симакин // Краснодар: Краснодарское книжное изд-во, 1969. – С. 277.
128. Симакин, А.И. Удобрение, плодородие почв и урожай / А.И. Симакин // Краснодар: Краснодарское книжное изд-во, 1988. – С. 269.
129. Система земледелия Краснодарского края (Методические рекомендации) / Коллектив авторов, Краснодар – 2009. – 268с.
130. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе / Коллектив авторов // Краснодар – 2015. – 352с.
131. 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.
132. Соколов, Б.П. К вопросу о классификации кукурузы по длине вегетационного периода / Б.П. Соколов, П.П. Домашнев // Кукуруза. 1962. №11. – С. 42-43.
133. Соколов, Б.П. Самоопыленные линии – исходный материал для селекции / Б.П. Соколов, Л.Г. Романенко // Кукуруза. – 1962. - №6 – С. 56-58.
134. Соколов, Б.П. К вопросу селекции кукурузы на двухпочатковость / Б.П. Соколов, Б.В.Дзюбецкий, В.И.Костюченко // Мат. 9 заседания ЕУКАРПИИ, секции кукурузы и сорго. Ч.2. Краснодар. 1979. С. 221-227 .

135. Соколов, В.М. Селекционная оценка элитных линий кукурузы из основных гетерозисных групп зародышевой плазмы / В.М. Соколов, Б.Ф. Вареник, А.С. Пилюгин, Д.В. Гужва // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – Краснодар, 1999. – С. 92-96.
136. Сотченко, В.С. Сравнительная оценка методов изучения комбинационной способности линий кукурузы: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.05 / В. С. Сотченко. – Л., 1970. – С. 24.
137. Сотченко, В.С. Результаты и перспективы селекции раннеспелых гибридов кукурузы в творческом объединении «Север» / В.С. Сотченко, Г.С. Галлеев // Науч. тр. По прикл. ботанике, генетике и селекции / ВИР. – Л., 1984. – Т.89. – С. 3-9.
138. Сотченко, В.С. Селекция и семеноводство раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы: автореф. дис. д-ра. с.-х. наук: 06.01.05 / В. С. Сотченко // С.-П.б., 1992. – С. 48.
139. Сотченко, В.С. Оценка комбинационной способности среднепоздних исходных форм сахарной кукурузы при межсортных скрещиваниях / В.С. Сотченко, С.Н. Новоселов // Кукуруза и сорго. -1995. -№3. – С.2-4.
140. Сотченко, В.С. Перспективы производства зерна кукурузы в России / В.С. Сотченко // Кукуруза и сорго. - 2002. - № 6. – С. 2-5.
141. Сотченко, В.С. Об оценке простых гибридов кукурузы в разных экологических условиях // В.С. Сотченко, А.Г. Горбачева, Ю.В. Сотченко, Н.И. Косогорова, Н.А. Орлянский, О.Н. Панфилова // Селекция и семеноводство. -2006. - №1. –С.19-22.
142. Сотченко, Ю.В. Оценка комбинационной способности линий и тестеров в топкроссных скрещиваниях / Ю.В. Сотченко // Кукуруза и сорго. -2000. -№2. – С. 12-14.
143. Сотченко, Ю.В. Изучение исходного материала в селекции кукурузы / Ю.В. Сотченко, Л.А. Галговская // Кукуруза и сорго. – 2008. -№1. – С. 9-11.
144. Стрижкова, Ф.М. Пластичность сортов яровой пшеницы / Ф.М. Стрижкова // Аграрная наука.-2003.-№ 4.-С. 30-31.

145. Судакова, Л.Ю. Создание и оценка нового исходного материала для селекции среднеранних гибридов кукурузы / Л.Ю.Судакова, А.А.Кирилук, А.И.Супрунов // 100 лет на службе АПК: Традиции, достижения, инновации / Сб. науч. Трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П.Лукьяненко – Краснодар. 2014. – С. 233-242.
146. Супрунов, А.И. Создание нового исходного раннеспелого материала для селекции кукурузы / А.И.Супрунов, М.В.Чумак, Н.Ф.Лавренчук // Эволюция научных технологий // Сб. науч. Трудов в честь 90-летия со дня образования Краснодарского НИИСХ им. П.П.Лукьяненко – Краснодар. 2004. – С. 204-210.
147. Супрунов, А.И. Создание новых линий кукурузы для селекции среднеспелых и среднепоздних гибридов кукурузы / А.И. Супрунов, Н.Ф. Лавренчук, М.В. Чумак // Кукуруза и сорго. – 2005. -№2. – С. 13-14.
148. Супрунов, А.И. Селекционная ценность раннеспелых гибридов кукурузы по результатам экологических испытаний / А.И. Супрунов // Кукуруза и сорго. - 2006. -№4. –С. 10-12.
149. Супрунов, А.И. Создание нового исходного материала для селекции различных подвидов кукурузы и его оценка в агроклиматических зонах России / дис. доктора с.-х. наук. Краснодар, 2009. - С.401.
150. Супрунов, А.И. Создание нового исходного материала для селекции раннеспелых линий кукурузы / А.И. Супрунов, Р.В. Ласкин, С.Н. Чистяков, Н.П. Соболева // Кукуруза и сорго. - 2013. - № 2. - С. 6-10.
151. Тарасенко, Б.И. Повышение плодородия почв Кубани / Б.И. Тарасенко // – Краснодар, 1971. – С. 144 с.
152. Тарасенко, Б.И. Обработка почвы / Б.И. Тарасенко // – Краснодар, 1987. – Изд. 2-е перераб. и дополн. – С. 172.
153. Титок, В.В. под ред. В.В.Титок и др. Минск. «Беларуская навука» , 2013. – С.173.
154. Тищенко, В.Н. Использование кластерного анализа для идентификации и отбора высокопродуктивных генотипов озимой пшеницы на ранних этапах селекции / В.Н.Тищенко, Н.М. Чекалин, М.Е.Зюков // Факторы эксперименталь-

- ної еволюції організмів: Зб. наук. пр., Т. 2. – Київ: Аграрна наука. – 2004.– С. 270-278.
155. Тищенко, В.Н. Кластерний аналіз, як метод індивідуального добору високопродуктивних рослин озимої пшениці в F2 / В.М. Тищенко // Селекція і насінництво. -Харків, 2005. – № 89. – С.125-137.
 156. Тищенко, В.Н. Новый метод отбора у озимой пшеницы на основе кластерного анализа / В.Н. Тищенко // Наукові праці Полтавської державної аграрної академії.-Том4 (23).Сільськогосподарські науки.- Полтава,2005.– С.67-74.
 157. Тищенко, В.Н. Идентификация сортов и селекционных линий пшеницы озимой по сбалансированности количественных признаков с использованием кластерного анализа / В.Н. Тищенко, П.М. Панченко, О.П. Чернышева // ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії. -2013. - № 3. –С. 28-35.
 158. Трофимов, В.А. Гетерозис межлинейных гибридов кукурузы в зависимости от биологических и хозяйственно-ценных особенностей родительских форм: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.05 /В.А. Трофимов – Харьков., 1966.–С.21.
 159. Трофимов, В.А. Генетико-статистический анализ при идентификации зародышевой плазмы кукурузы / В.А. Трофимов, Д.В. Гужва, В.М. Соколов // Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы – Краснодар, 1999. – С. 97-100.
 160. 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.
 161. Турбин, Н.В. Генетика гетерозиса и методы селекции растений на комбинационную способность / Н.В. Турбин / Генетические основы селекции растений. – М., 1971. – с. 112-155.
 162. Турбин, Н.В. Диаллельный анализ в селекции растений / Н.В. Турбин, Л.В. Хотылева. Л.А. Тарутина // - Минск, 1974.
 163. Уильямс, У. Генетические основы и селекция растений. Монография. – М.: Колос, 1968. – 448 с.

164. Фолконер, Д.С. Введение в генетику количественных признаков / Д.С. Фолконер // – М.: Агропромиздат, 1985. – 486 с.
165. Хаджинов, М.И., Селекция кукурузы / М.И. Хаджинов // Теоретические основы селекции растений. – М.: Сельхозгиз, 1935. – Т.1. – С. 435-460.
166. Хангильдин, В.В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа / В.В. Хангильдин // Генетика количественных признаков с.-х. растений. М., 1978. — С. 111-116.
167. Ханиев, М.Х. Испытания гибридов кукурузы в Кабардино-Балкарии / М.Х. Ханиев, Ю.М. Шогенов, З.Б. Гатажоков // Зерновое хозяйство. -2007. №3-4. -С. 32-33.
168. Ханиев, М.Х. Испытания раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы в Кабардино-Балкарии / М.Х. Ханиев, Ю.М. Шогенов, З.Б. Гатажоков // Зерновое хозяйство. -2007. №2. –С. 18-19.
169. Хатефов, Э.Б. Корреляционные связи между семенной плодовитостью и морфобиологическими и цитологическими признаками тетраплоидной кукурузы / Э.Б. Хатефов, А.М. Кагермазов, З.М. Малухов, Р.С. Кушхова // -Орел, Вестник ОГАУ. -2010. -№5 (26) –С.77-82.
170. Хотылева, Л.В. Сравнение некоторых способов оценки общей комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы / Л.В. Хотылева, Л.А. Голыдаева // Генетика и цитология растений - Минск, 1962. –С.88.
171. Хотылева, Л.В. Принцип и методы селекции на комбинационную способность / Л.В. Хотылева // Селекция гибридной кукурузы, Изд. АН БССР, - Минск, 1965.
172. Хотылева, Л.В., Тарутина Л.А. Оценка наследуемости количественных признаков в популяции кукурузы на основе диаллельных скрещиваний // Вопр. мат. генетики, Минск, 1969. - С.38-45.
173. Христов, К. Наследование количественных признаков при царевичата и изменчивост на генетичните параметри / К. Христов, П. Христова, И. Генова/ 1 Височина на растенията / Генет. и селекция (НРБ). 1982.Т.15. - №1 - С.58-66.

174. Чалык, С.Т. Новые подходы в селекции кукурузы. / С.Т.Чалык, В.А.Лях, Л.П.Перчуляк // Кишинев: Штиинца. – 1992. – С. 148.
175. Чекалин, Н.М. Использование кластерного анализа как метода индивидуального отбора у проса / Н.М.Чекалин, В.Н.Тищенко, П.М.Панченко / Весник Полтавской ГАА -2009. - №2. - С.56-58.
176. Черномыз, А. Изменение элементов структуры урожая у кукурузы при инцухте / А. Черномыз // Селекция и семеноводство. Вып. 30. Киев. – 1975. – С. 22 – 29.
177. Чистяков, С.Н. Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы с быстрой влагоотдачей зерна при созревании / С.Н. Чистяков, А.И. Супрунов, И.М. Чилашвили // Научный журнал КубГАУ, №88(04). - 2013, - <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/21.pdf> 1 УДК 631.527:633.15.
178. Чистяков, С.Н. Оценка комбинационной способности новых линий кукурузы по признакам «урожайность и уборочная влажность» в топкроссных скрещиваниях / С.Н. Чистяков, А.И. Супрунов // Зерновое хозяйство России. -2013. - 1(25). –С.42-46.
179. Чилашвили, И.М. Изучение комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы в условиях центральной зоны Краснодарского края / И.М. Чилашвили, А.И. Супрунов, А.Ю. Слащев // Зерновое хозяйство России. -2015. -№4(40). –С.46-50.
180. Чуприна, М.А., Синтетические популяции для реципрокного периодического отбора. / М.А. Чуприна, Л.А. Пономаренко // Кукуруза и сорго. – 1994. - № 5. – С. 10-11.
181. Чучмий, И.П. Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы / И.П. Чучмий, В.В. Моргун // Киев: Наукова Думка. 1990. – С. 282.
182. Шашко, Д.И. Агроклиматическое районирование СССР / Д.И. Шашко // – М.: Колос, 1967. – 336 с.
183. Шмараев, Г.Е. Генетика количественных и качественных признаков кукурузы. Монография. – СПб: изд. ВИР, 1995. – 168 с.

184. Шмараев, Г.Е. Генофонд и селекция кукурузы: Теоретические основы селекции / Г. Е. Шмараев // – Т. IV. – С.-Пб.: ВИР, 1999. – С. 389.
185. Яковлев, Г.В. К методике оценки комбинационной способности стерильных линий и сортов репчатого лука. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1980, 66(2): 62-72.
186. Ajmal, S. U. Association analysis for grain yield and yield components in maize / S.U. Ajmal, K. Sohail, M. Saleem, M.I. Haq // Pakistan Journal of Biological Science, 6. -2000. –P. 12-17. (
187. Ajmone-Marsan, P. Cluster analysis of RFLP data from related maize inbred lines of the BSSS and LSC heterotic groups and comparison with pedigree data / P. Ajmone-Marsan, C. Livini, M. M. Messmer, A. E. Melchinger, M. Motto // Euphytica, Volume 60, Issue 2 1992-03, -P. 139-148.
188. Alaei, Y. Correlation analysis of corn Genotypes morphological traits / Y. Alaei // International Research Journal of Applied and Basic Sciences/ -2012 Vol, 3 (12) –P. 2355-2357.
189. Bertoia, L.M. Maize forage aptitude: Combining ability of inbred lines and stability of hybrids / L. M. Bertoia, M. B. Aulicino // The Crop Journal Volume 2, Issue 6, December 2014, -P. 407–418.
190. Bernardo, R. Breeding for Quantitative Traits in Plants / R. Bernardo // Stemma Press, Woodbury, MN 2002.
191. Conrado, T.V. Diallel analysis of corn for special use as corn grits: determining the main genetic effects for corn gritting ability / T.V. Conrado, C.A. Scapim, L.S. Bignotto, R.J.B. Pinto, I.L.J. Freitas, A.T. Amaral, A.C. Pinheiro // Genetics and Molecular Research 13 (3): 6548-6556 (2014) –P. 6548-6556.
192. Eberhart, S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A Eberhart, W.A. Russel // Crop. Sci. -1966. - V.6. -№ 1.- P. 36-40.
193. Elmore, R. To be determined: Ear row numbers and kernels per row in corn / R. Elmore, L. Abendroth // Integrated Crop Management 496(13) - May 30, 2006.

194. Ghimire, B. Analysis of Yield and Yield Attributing Traits of Maize Genotypes in Chitwan, Nepal / B. Ghimire, D. Timsina // World Journal of Agricultural Research Vol. 3, No. 5, 2015, -P. 153-162.
195. Glover, M.A. Diallel Analyses of Agronomic Traits Using Chinese and U.S. Maize Germplasm / M. A. Glover, D. B. Willmot, L. L. Darrah, B. E. Hibbard, X. Zhu // CROP SCIENCE, VOL. 45, MAY–JUNE 2005 –P. 1096-1102.
196. Griffing, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems / B. Griffing. // Austr. J. Biol. Sci. 9. – 1956. – P. 463-493.
197. Groan, C.O. A comparative study of topcross tester parents of maize / C.O. Groan, M.S. Zuber // Agron. J. – 1957. – 49. – P. 68-72.
198. Hallauer, A.R., Hutchcroft, C.D. Hillson, M.T., Higgs, R.L./ – Iowa St. J. Sci. 1967. V. 42. P. 36-37.
199. Harville, B.G., Josephson L.M. // Maydica. 1979. V. 24. P. 95-102.
200. Hillson, M.T. Dry matter accumulation and moisture loss during maturation of corn grain / M.T. Hillson, L.H. Penny // Agron. J. – 1965. – P. 150-153.
201. Ibitome, J. D. Heterosis and combining ability studies for yield components traits using diallel analysis among ten inbred lines of maize / Ibitome, J. D. (2010)
202. Ignjatovic-Micic, D. RFLP and RAPD analyses of maize local population for the identification of variability and duplicate accessions / D. Ignjatovic-Micic, T. Coric, D. Kovacevic // Maydica. – 2003. – № 48. – P. 153–159.
203. Jenkins, M.T. Correlation studies with inbred and crossbred strains of maize / M.T. Jenkins // Agr. Res. – 1929. – 39, 9. – P. 677-721.
204. Jensen, S.D. Combining ability of unselected inbred lines of corn from incomplete diallel and top-cross tests / S. D. Jensen // Iowa State University Retrospective Theses and Dissertations 1959 .
205. Ketthaisong, D. Combining ability analysis in complete diallel cross of waxy corn for starch pasting viscosity characteristics / D. Ketthaisong, B.Suriharn, R. Tangwongchai, K. Lertrat // Scientia Horticulturae Volume 175, 15 August 2014, -P. 229–235.

206. Khalil, I. Genotypic Variability for morphological traits among exotic maize hybrids / I.H. Khalil, H. Rehman // *Sarhad J. Agric.*, 21 (4), 2005. –P. 599-602.
207. Kumar, S. Correlation and path analysis in early generation inbreds of maize / S. Kumar, J.P. Shahi, J. Singh, S.P. Singh // *Crop Improvement*, 33 (2), 2006 –P.156-160.
208. Kumar, S. Targeting of traits through assessment of interrelationship and path analysis between yield and yield components for Grain Yield Improvement in single cross hybrids of maize / S. Kumar, M.T. Reddy, K.H. Reddy, P. Sudhakar, // *International journal of applied biology and pharmaceutical technology*, 3 (2), 2011 –P.123-129.
209. Kumari, J. Molecular profiling of maize (*Zea mays* L.) inbred lines using SSR markers / J. Kumari, R.N. Gadag, B.M. Prasanna / *Indian Journal Genetic.* – 2005. – Vol. 65, № 4. – P. 249–252.
210. Lamkey, K. R. Fifty years of recurrent selection in the Iowa Stiff Stalk Synthetic maize population / K.R. Lamkey // *Maydica.* – 1992. – № 37. – P. 19 - 28.
211. Laude, T.P. Diallel analysis among 16 maize populations adapted to the northern U.S. Corn Belt for grain yield and grain quality traits / T. P. Laude, M. J. Carena // *Euphytica*, November 2014, Volume 200, Issue 1, -P. 29-44.
212. Leng, E.R. Effects of heterosis on the major components of grain yield in corn // *Agron. J.*1954. 46 P. 502-504.
213. Leng, E.R. Component analysis in inheritance studies of grain yield in maize // *Crop. Sci.* 1963. 3. P. 187-190.
214. Liang, X. Fruit and Vegetable Nutrition Value Assessment and Replacement Based on the Principal Component Analysis and Cluster Analysis / X. Liang, G. Deng, B. G. Deng, B.Yan // *Applied Mathematics* Vol.6 No.9, August 2015.
215. Malik, I. General and Specific combining ability studies in maize diallel crosses / I.Malik // *International Journal of Agriculture & Biology.* 06, 5: 2004. –P.856-859.

216. Malla, S. Diallel Analysis of *Fusarium* Head Blight Resistance in Wheat / S. Malla, A. H. Ibrahim, K. D. Glover // Journal of Crop Improvement Volume 23, Issue 3, 2009.
217. Marton, L. C. Plant height and height of the main ear in maize at different locations and different plant densities / L.C. Marton // Acta Agr. Hungarica 50, 2002, -P. 75-84.
218. Matthews, G.A. Diallel Analysis of Corn Earworm Resistance in Maize / G. A. Matthews, W. P. Williams, C. A. Daves // J. Agric. Urban Entomol. Vol. 24, No. 2 (2007) –P. 59-66.
219. Muna, A. Estimation of Combining Ability for Plant and Ear Height in Maize / A. Muna, A.Q. Fakhradeen // Sedeeq College of Agric. , Tikrit University , Tikrit , Iraq 16 (4) 2011.
220. Muntean, L. Combining ability for yield in maize synthetic populations obtained from local populations / L. Muntean I. Hasl, V. Has // Romanian agricultural research, NO. 31, 2014 – P. 3-10.
221. Navacode, S. A genetic analysis of aluminium tolerance in cereals / S. Navacode, A. Weidner, R.K. Varshney, U. Lohwasser, U. Scholz, M.S. Roder, A. Borner // Agric. Conspec. Sci. 2010. V. 75. - No. 4. - P. 191–196.
222. Nei, M. Mathematical model for studying genetics variation in terms of restriction endonucleases / M. Nei, W.H. Li // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. – 1979. – 76. – P. 5269.
223. Peiffer, J.A. The genetic architecture of maize height / J.A. Peiffer JA, M.C. Romay, M.A. Gore // Genetics, 2014 Apr;196(4).
224. Rafique, M. Heritability and interrelationships among grain yield and yield components in maize / M. Rafique, A. Hussain, T. Mahmood, A.W. Alvi // Int'l. J. Agric. & Biol, 6 (6), 2004 –P.1113-1114.
225. Rod, S.B. Diallel analysis of flowering-time in corn a corn heat unit transformation / S. B. Rood, D. J. Major // Canadian Journal of Genetics and Cytology, 1980, 22(4) .

226. Ross, A.J. Genetic analysis of ear length and correlated traits in maize / A. J. Ross // Iowa State University Digital Repository 2002 .
227. Smith, O.S. Similarities among a group of elite maize inbreds as measured by pedigree, F_1 , grain yield heterosis 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.
228. Sprague, G.F. A comparison of synthetic varieties multiple cross and double crosses in corn / G.F. Sprague, M.T. Jenkins // Agron. J. – 1943. – 35. – P. 137-147.
229. Storck, L. Sample size for single, double and three-way hybrid corn ear traits // L. Storck, S. J. Lopes, Sci. agric. vol.64 no.1 Piracicaba Jan./Feb. 2007.
230. Sughrue, J. R. Analysis of the diallel mating design for maize inbred lines / J.R. Sughrue, A.R. Hallauer // Crop Science March 1, 1997.
231. Subramanian, A. Hierarchical cluster analysis of genetic diversity in Maize germplasm / A. Subramanian and N. Subbaraman // Electronic Journal of Plant Breeding, 1(4): 431-436 (July 2010). -P. 431-436.
232. Troyer, A.F. Temperature corn – background, behavior and breeding / A.F. Troyer // Speciality corns. Second edition. CBS Press. – 2000. – P. 393-466.
233. Venugopal, M. Correlation and path analysis in maize / M. Venugopal, M.A. Ansari, T. Rajanikanth // Crop Research Hissar, 25 (3), 2003 –P.525-529.
234. Werle, A.J. Diallel analysis of maize inbred lines for grain yield, oil and protein content / A.J. Werle, F.R. Ferreira, R.B. Pinto, C.A. Mangolin, C.A. Scapim, L. A. Gonçalves // Crop Breeding and Applied Biotechnology 14: 23-28, 2014. 1 –P.23-28.
235. White, W.H. Cluster analysis for assessing sugarcane borer resistance in sugarcane line trials / W. H. White // Field Crops Research Volume 33, Issues 1–2, April 1993, -P. 159–168.
236. Yau, S.K. Cluster analysis of bread wheat lines grown in diverse rainfed environment / S.K. Yau, G. Ortis-Ferrara, J.P. Srivastava / RACHIS, 1989. № 2.- P.31-35.

237. Yin, X. Improvement in regression of corn yield with plant height using relative data / X. Yin, M. A. McClure, R. M. Hayes // Journal of the Science of Food and Agriculture Volume 91, Issue 14, November 2011 –P. 2606–2612 .

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Результаты дисперсионного анализа ДС-1 по признаку «урожайность зерна», ц/га (2012-2014 гг.)

Источник	Степень свободы	Сумма квадратов	Сумма средних	F
Год исследования	2012			
Повторения	2	102,75	51,38	3,08
Комбинаций	54	15664,58	290,08	17,39
ОКС	10	6491,42	649,14	3,11
СКС	44	9173,16	208,48	12,50
Ошибка	108	1801,13	16	
Общее	164	17568,47		
Год исследования	2013			
Повторения	2	62,87	31,43	3,75
Комбинаций	54	28065,16	61,94	61,94
ОКС	10	4943,34	494,334	0,94
СКС	44	23121,83	525,49	62,63
Ошибка	108	906,15	8,39	
Общее	164	29034,18		
Год исследования	2014			
Повторения	2	32,808	16,404	1,27
Комбинаций	54	42272,63	782,83	60,76
ОКС	10	9086,63	908,66	1,20
СКС	44	33186,01	754,23	58,54
Ошибка	108	1391,39	12,88	
Общее	164	43696,84		

Приложение 2

Результаты дисперсионного анализа ДС-2 по признаку «урожайность зерна», ц/га (2012-2014 гг.)

Источник	Степень свободы	Сумма квадратов	Сумма средних	F
Год исследования	2012			
Повторения	2	98,30	49,15	4,14
Комбинаций	27	10071,70	373,03	31,4
ОКС	7	4420,61	631,52	2,24
СКС	20	5651,09	282,554	23,78
Ошибка	54	641,53		
Общее	83	10811,53		
Год исследования	2013			
Повторения	2	18,59	9,30	0,92
Комбинаций	27	18334,67	679,06	67,38
ОКС	7	6359,29	908,47	1,52
СКС	20	11975,38	598,77	59,41
Ошибка	54	544,20	10,08	
Общее	83	18897,47		
Год исследования	2014			
Повторения	2	28,14	14,07	1,12
Комбинаций	27	15787,79	584,73	46,48
ОКС	7	4977,04	711,01	1,32
СКС	20	10810,75	540,54	42,97
Ошибка	54	679,29	12,58	
Общее	83	16495,22		

Приложение 3

Результаты дисперсионного анализа ДС-3 по признаку «урожайность зерна», ц/га
(2012-2014 гг.)

Источник	Степень свободы	Сумма квадратов	Сумма средних	F
Год исследования	2012			
Повторения	2	69,18	34,59	2,04
Комбинаций	44	13879,16	315,44	18,63
ОКС	9	2644,15	293,79	0,92
СКС	35	11235,02	321,00	18,96
Ошибка	88	1490,21	16,93	
Общее	134	15438,55		
Год исследования	2013			
Повторения	2	31,262	15,63	1,86
Комбинаций	44	29641,89	673,68	80,00
ОКС	9	7736,01	859,55	1,37
СКС	35	21905,89	625,88	74,33
Ошибка	88	741,02	8,42	
Общее	134	30414,18		
Год исследования	2014			
Повторения	2	4,59	2,29	0,20
Комбинаций	44	20554,60	467,15	41,12
ОКС	9	9755,34	1083,93	3,51
СКС	35	10799,26	308,55	27,16
Ошибка	88	999,66	11,36	
Общее	134	21558,86		

Приложение 4

Результаты дисперсионного анализа тесткроссов по признаку «высота растений», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьи- рования	Высота растений, см			
год	2012	2013	2014	среднее
N	299	299	299	299
X _{ср} , ц/га	225,4	230,1	216,6	224,1
X _{min} , ц/га	187,5	194,0	178,0	188,9
X _{max} , ц/га	282,2	285,7	265,0	276,3
Lim, ц/га	94,7	91,7	87,0	87,3
S	16,00	16,05	15,03	13,32
CV,%	7,09	6,98	6,93	5,94
НСР ₀₅	4,34	3,03	4,43	16,36

Приложение 5

Результаты дисперсионного анализа тесткроссов по признаку «высота прикрепления початка», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьи- рования	Высота прикрепления початка, см			
год	2012	2013	2014	среднее
N	299	299	299	299
X _{ср} , ц/га	87,9	92,5	81,9	87,4
X _{min} , ц/га	41,0	45,9	57,5	48,2
X _{max} , ц/га	118,5	122,9	113	110,9
Lim, ц/га	77,5	76,9	55,5	62,6
S	10,78	10,82	10,57	8,74
CV,%	12,26	11,7	12,9	9,99
HCP ₀₅	4,58	3,15	4,36	12,22

Приложение 6

Результаты дисперсионного анализа тесткроссов по признаку «период всходы-цветение початков», дней (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Период всходы-цветение початков, дней			
год	2012	2013	2014	среднее
N	299	299	299	299
X _{ср} , ц/га	42,3	43,9	46,5	44,2
X _{min} , ц/га	35	40	43	40,3
X _{max} , ц/га	53	51	54	52
Lim, ц/га	18,0	11,0	11,0	11,6
S	3,26	2,095	1,77	2,06
CV, %	7,72	4,76	3,82	4,66
дов.инт±	0,35	0,23	0,19	0,23

Приложение 7

Результаты дисперсионного анализа самоопыленных линий по признаку «высота растений», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Высота растений, см			
год	2012	2013	2014	среднее
N	80	80	80	80
X _{ср} , ц/га	152,7	157,6	171,6	160,6
X _{min} , ц/га	108,2	113,1	129,3	118,5
X _{max} , ц/га	193,0	198,1	202,6	197,9
Lim, ц/га	84,7	85,0	73,3	79,4
S	18,30	18,46	16,90	17,64
CV, %	11,98	11,71	9,84	10,97
HCP ₀₅	4,02	2,70	2,40	6,08

Приложение 8

Результаты дисперсионного анализа самоопыленных линий по признаку «высота прикрепления початка», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Высота прикрепления початка, см			
год	2012	2013	2014	среднее
N	80	80	80	80
X _{ср} , ц/га	43,6	47,9	61,9	51,1
X _{min} , ц/га	20,0	23,6	31,0	27,5

окончание приложения 8				
X _{max} , ц/га	74,2	76,0	88,2	76,0
Lim, ц/га	54,2	52,3	57,2	48,5
S	12,34	12,62	11,83	11,78
CV, %	28,3	26,35	19,11	23,03
HCP ₀₅	5,73	4,36	2,61	6,84

Приложение 9

Результаты дисперсионного анализа самоопыленных линий по признаку «длина початка», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Длина початка, см			
год	2012	2013	2014	среднее
N	80	80	80	80
X _{ср} , ц/га	14,6	15,1	16,6	15,4
X _{min} , ц/га	9,5	10,2	12,8	10,8
X _{max} , ц/га	18,8	19,3	19,4	19,2
Lim, ц/га	9,3	9,1	6,6	8,3
S	1,66	1,65	1,24	1,49
CV, %	11,38	10,72	7,45	9,67
ДОВ.ИНТ±	0,37	0,36	0,27	0,33

Приложение 10

Результаты дисперсионного анализа самоопыленных линий по признаку «ширина початка», см (КНИИСХ 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Ширина початка, см			
год	2012	2013	2014	среднее
N	80	80	80	80
X _{ср} , ц/га	3,4	3,8	4,3	3,8
X _{min} , ц/га	2,7	3,1	3,5	3,1
X _{max} , ц/га	4,3	4,8	5,0	4,6
Lim, ц/га	1,6	1,7	1,5	1,5
S	0,35	0,38	0,29	0,32
CV, %	10,2	9,82	6,9	8,5
ДОВ.ИНТ±	0,08	0,08	0,06	0,07

Приложение 11

Результаты дисперсионного анализа самоопыленных линий по признаку «количество радов зерен в початке», шт (КНИИСХ 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Количество радов зерен в початке, шт			
	2012	2013	2014	среднее
год	2012	2013	2014	среднее
N	80	80	80	80
X _{ср} , ц/га	14,4	14,8	15,1	14,8
X _{min} , ц/га	9,6	9,8	10,2	9,8
X _{max} , ц/га	18,0	18,2	18,4	18,2
Lim, ц/га	8,4	8,4	8,2	8,3
S	1,80	1,85	1,77	1,79
CV, %	12,49	12,48	11,75	12,11
дов.инт±	0,40	0,41	0,39	0,39

Приложение 12

Результаты дисперсионного анализа самоопыленных линий по признаку «количество зерен в ряду», шт (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Количество радов зерен в початке, шт			
	2012	2013	2014	среднее
год	2012	2013	2014	среднее
N	80	80	80	80
X _{ср} , ц/га	23,9	28,4	30,7	27,7
X _{min} , ц/га	17,4	20,9	22,9	21,1
X _{max} , ц/га	33,4	38,2	42,6	38,1
Lim, ц/га	16,0	17,3	19,7	16,9
S	4,10	4,36	3,51	3,89
CV, %	17,12	15,39	11,42	14,06
дов.инт±	0,91	0,97	0,78	0,86

Приложение 13

Результаты дисперсионного анализа самоопыленных линий по признаку «вес зерна с початка», г (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Вес зерна с початка, г			
	2012	2013	2014	среднее
год	2012	2013	2014	среднее
N	80	80	80	80
X _{ср} , ц/га	67,5	72,8	86,6	75,6
X _{min} , ц/га	29,8	40,6	50,1	42,7
X _{max} , ц/га	127,2	132,7	140,5	133,3
Lim, ц/га	97,4	92,1	90,4	90,5
S	20,59	20,92	19,93	20,26

окончание приложения 13				
CV, %	30,49	28,71	23,02	26,78
дов. инт±	4,55	4,63	4,41	4,48

Приложение 14

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-1 по признаку «высота растений», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Высота растений, см			
год	2012	2013	2014	среднее
N	55	55	55	55
X _{ср} , ц/га	214,5	219,4	219,5	217,8
X _{min} , ц/га	147,7	151,1	162,7	168,1
X _{max} , ц/га	252,0	257,5	244,0	241,1
Lim, ц/га	104,2	106,5	81,2	77,0
S	19,82	19,84	17,35	16,66
CV, %	9,24	9,04	7,9	7,65
HCP ₀₅	4,07	2,99	1,63	18,42

Приложение 15

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-1 по признаку «высота прикрепления початка», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Высота прикрепления початка, см			
год	2012	2013	2014	среднее
N	55	55	55	55
X _{ср} , ц/га	80,3	85,2	83,1	82,9
X _{min} , ц/га	62,2	67,7	60,5	66,2
X _{max} , ц/га	112,5	117,8	102,0	103,3
Lim, ц/га	50,2	50,1	41,5	37,1
S	9,83	9,74	9,40	8,15
CV, %	12,23	11,43	11,31	9,83
HCP ₀₅	5,33	3,70	1,92	10,36

Приложение 16

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-1 по признаку «период всходы-цветение початка», дней (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьи- рования	Период всходы-цветение початка, дней			
год	2012	2013	2014	среднее
N	55	55	55	55
X _{ср} , ц/га	39	46	46	44
X _{min} , ц/га	35	43	41	41
X _{max} , ц/га	48	51	52	49
Lim, ц/га	13	8	11	8
S	2,81	1,33	2,08	1,76
CV,%	7,15	2,88	4,48	4,01
дов.инт±	0,73	0,35	0,54	0,46

Приложение 17

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-1 по признаку «длина початков», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Длина початков, см			
год	2012	2013	2014	среднее
N	55	55	55	55
X _{ср} , ц/га	18,8	19,2	19,7	19,2
X _{min} , ц/га	16,4	16,8	17,3	16,8
X _{max} , ц/га	22,6	23,0	23,6	23,1
Lim, ц/га	6,2	6,2	6,3	6,2
S	1,35	1,35	1,35	1,35
CV,%	7,21	7,05	6,89	7,04
дов.инт±	0,35	0,35	0,35	0,35

Приложение 18

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-1 по признаку «количество рядов зерен», шт (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьи- рования	Количество рядов зерен, шт			
год	2012	2013	2014	среднее
N	55	55	55	55
X _{ср} , ц/га	15,7	16,1	16,8	16,2
X _{min} , ц/га	14,0	13,6	14,0	13,8
X _{max} , ц/га	20,0	20,6	22,0	20,8
Lim, ц/га	6,0	7,0	8,0	7,0
S	1,35	1,53	1,57	1,47
CV,%	8,65	9,52	9,38	9,10
дов.инт±	0,35	0,40	0,41	0,38

Приложение 19

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-1 по признаку «количество зерен в ряду», шт (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Количество зерен в ряду, шт			
	2012	2013	2014	среднее
год	2012	2013	2014	среднее
N	55	55	55	55
X _{ср} , ц/га	34,7	38,4	43,1	38,7
X _{min} , ц/га	29,1	32,0	36,4	32,5
X _{max} , ц/га	41,5	45,1	49,8	45,4
Lim, ц/га	12,4	13,1	13,4	12,9
S	2,86	2,92	3,00	2,91
CV, %	8,23	7,62	6,97	7,52
дов.инт±	0,75	0,76	0,78	0,76

Приложение 20

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-1 по признаку «масса 1000 зерен», г (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Масса 1000 зерен, г			
	2012	2013	2014	среднее
год	2012	2013	2014	среднее
N	55	55	55	55
X _{ср} , ц/га	256,0	286,7	376,3	306,3
X _{min} , ц/га	186,2	213,8	266,2	222,9
X _{max} , ц/га	348,3	371,9	471,9	395,3
Lim, ц/га	162,1	158,1	205,7	172,5
S	36,47	38,42	49,98	41,00
CV, %	14,24	13,40	13,28	13,38
дов.инт±	9,49	10,0	13,0	10,7

Приложение 21

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-1 по признаку «вес зерна с початка», г (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Вес зерна с початка, г			
	2012	2013	2014	среднее
год	2012	2013	2014	среднее
N	55	55	55	55
X _{ср} , ц/га	142,8	152,5	167,5	154,3
X _{min} , ц/га	85,5	91,4	113,7	97,7
X _{max} , ц/га	209,5	219,4	234,9	221,3
Lim, ц/га	124,0	128,0	121,2	123,5
S	22,26	22,51	22,3	22,33
CV, %	15,58	14,76	13,31	14,47
дов.инт±	5,79	5,86	5,81	5,82

Приложение 22

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-2 по признаку «высота растений», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьи- рования	Высота растений, см			
год	2012	2013	2014	среднее
N	28	28	28	28
X _{ср} , ц/га	221,7	226,5	227,3	225,2
X _{min} , ц/га	162,0	168,0	202,2	187,3
X _{max} , ц/га	269,7	273,1	243,7	261,9
Lim, ц/га	107,7	105,1	41,5	74,6
S	22,63	22,45	11,70	15,13
CV,%	10,20	9,91	5,14	6,71
НСР ₀₅	4,20	2,08	2,13	25,67

Приложение 23

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-2 по признаку «высота прикрепления початка», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьи- рования	Высота прикрепления початка, см			
год	2012	2013	2014	среднее
N	28	28	28	28
X _{ср} , ц/га	79,6	84,3	90,6	84,8
X _{min} , ц/га	53,0	57,2	65,5	71,3
X _{max} , ц/га	103,0	105,7	111,7	103,6
Lim, ц/га	50,0	48,5	46,2	32,2
S	11,13	11,14	11,85	7,94
CV,%	13,97	13,21	13,07	9,36
НСР ₀₅	2,95	1,67	2,31	16,62

Приложение 24

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-2 по признаку «период всходы-цветение початков», дней (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьи- рования	Период всходы-цветение початков, дней			
год	2012	2013	2014	среднее
N	28	28	28	28
X _{ср} , ц/га	40	47	47	45
X _{min} , ц/га	38	45	46	43
X _{max} , ц/га	46	50	51	49
Lim, ц/га	8	5	5	6

окончание приложения 24				
S	1,64	1,06	1,16	1,18
CV, %	4,02	2,26	2,43	2,61
дов.инт±	0,59	0,38	0,42	0,43

Приложение 25

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-2 по признаку «длина початка», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Длина початков, см			
год	2012	2013	2014	среднее
N	28	28	28	28
X _{ср} , ц/га	19,3	19,7	20,2	19,7
X _{min} , ц/га	16,8	17,2	17,7	17,2
X _{max} , ц/га	21,5	21,9	22,4	21,9
Lim, ц/га	4,7	4,7	4,7	4,7
S	1,06	1,05	1,06	1,06
CV, %	5,52	5,36	5,27	5,38
дов.инт±	0,38	0,38	0,38	0,38

Приложение 26

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-2 по признаку «количество рядов зерен», шт (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Количество рядов зерен, шт			
год	2012	2013	2014	среднее
N	28	28	28	28
X _{ср} , ц/га	15,6	16,1	18,0	16,3
X _{min} , ц/га	13,4	13,6	14,0	13,6
X _{max} , ц/га	17,8	18,2	19,2	18,3
Lim, ц/га	4,4	4,6	5,2	4,6
S	1,09	1,25	1,32	1,18
CV, %	6,99	7,81	7,68	7,24
дов.инт±	0,39	0,45	0,48	0,43

Приложение 27

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-2 по признаку «количество зерен в ряду», шт (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Количество зерен в ряду, шт			
	2012	2013	2014	среднее
год	2012	2013	2014	среднее
N	28	28	28	28
X _{ср} , ц/га	34,5	38,4	42,6	38,5
X _{min} , ц/га	25,0	29,1	19,2	29,5
X _{max} , ц/га	41,0	45,0	49,9	45,3
Lim, ц/га	16,0	15,9	30,7	15,8
S	3,56	3,55	5,55	3,87
CV, %	10,3	9,26	13,04	10,05
дов.инт±	1,28	1,28	2,00	1,39

Приложение 28

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-2 по признаку «масса 1000 зерен», г (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Масса 1000 зерен, г			
	2012	2013	2014	среднее
год	2012	2013	2014	среднее
N	28	28	28	28
X _{ср} , ц/га	274,3	304,8	399,0	326,1
X _{min} , ц/га	201,5	231,5	311,2	251,5
X _{max} , ц/га	333,4	364,3	464,3	387,3
Lim, ц/га	131,9	132,8	153,1	135,8
S	30,13	30,28	38,25	32,54
CV, %	10,98	9,93	9,58	9,98
дов.инт±	10,8	10,9	13,8	11,7

Приложение 29

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-2 по признаку «вес зерна с початка», г (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Вес зерна с початка, г			
	2012	2013	2014	среднее
год	2012	2013	2014	среднее
N	28	28	28	28
X _{ср} , ц/га	153,4	163,4	178,2	165,0
X _{min} , ц/га	105,9	115,9	130,9	117,5
X _{max} , ц/га	202,5	212,5	227,4	214,1
Lim, ц/га	96,6	96,6	96,5	96,5
S	24,85	24,83	24,73	24,80
CV, %	16,19	15,19	13,87	15,03
дов.инт±	8,96	8,95	8,92	8,94

Приложение 30

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-3 по признаку «высота растений», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Высота растений, см			
год	2012	2013	2014	среднее
N	45	45	45	45
X _{ср} , ц/га	213,0	217,5	221,5	217,3
X _{min} , ц/га	172,5	177,0	193,0	180,8
X _{max} , ц/га	243,0	248,9	268,0	245,6
Lim, ц/га	70,5	71,9	75,0	64,8
S	16,70	16,91	15,75	14,16
CV, %	7,84	7,77	7,11	6,51
НСР ₀₅	4,42	1,75	1,95	16,78

Приложение 31

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-3 по признаку «высота прикрепления початка», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Высота прикрепления початка, см			
год	2012	2013	2014	среднее
N	45	45	45	45
X _{ср} , ц/га	74,5	78,9	86,7	80,1
X _{min} , ц/га	58,0	60,5	61,7	66,9
X _{max} , ц/га	95,7	100,1	113,2	99,3
Lim, ц/га	37,7	39,5	51,5	32,3
S	8,66	8,78	12,35	7,97
CV, %	11,61	11,13	14,24	9,96
НСР ₀₅	3,70	1,75	2,86	12,32

Приложение 32

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-3 по признаку «период всходы-цветение початков», дней (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Период всходы-цветение початков, дней			
год	2012	2013	2014	среднее
N	45	45	45	45
X _{ср} , ц/га	39,9	46,8	47,8	44,8
X _{min} , ц/га	36,0	45,0	45,0	42,3
X _{max} , ц/га	47,0	50,0	51,0	49,3
Lim, ц/га	11,0	5,0	6,0	7,0
S	2,15	1,19	1,21	1,45
CV, %	5,39	2,55	2,52	3,23
ДОВ.ИНТ±	0,62	0,34	0,34	0,42

Приложение 33

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-3 по признаку «длина початков», см (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Длина початков, см			
	2012	2013	2014	среднее
год	2012	2013	2014	среднее
N	45	45	45	45
X _{ср} , ц/га	18,4	18,8	19,3	18,9
X _{min} , ц/га	15,5	15,8	16,5	15,9
X _{max} , ц/га	20,5	21,0	21,4	20,9
Lim, ц/га	5,0	5,2	4,9	5,0
S	1,1	1,09	1,09	1,09
CV, %	6,01	5,82	5,65	5,79
дов.инт±	0,32	0,31	0,31	0,31

Приложение 34

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-3 по признаку «количество рядов зерен», шт (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Количество рядов зерен, шт			
	2012	2013	2014	среднее
год	2012	2013	2014	среднее
N	45	45	45	45
X _{ср} , ц/га	15,2	15,5	16,9	15,9
X _{min} , ц/га	13,0	13,4	14,8	13,8
X _{max} , ц/га	20,0	20,2	20,4	20,2
Lim, ц/га	7,0	6,8	5,6	6,4
S	1,32	1,42	1,35	1,34
CV, %	8,68	9,15	8,02	8,45
дов.инт±	0,38	0,40	0,39	0,38

Приложение 35

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-3 по признаку «количество зерен в ряду», шт (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьирования	Количество зерен в ряду, шт			
	2012	2013	2014	среднее
год	2012	2013	2014	среднее
N	45	45	45	45
X _{ср} , ц/га	33,3	36,9	42,1	37,5
X _{min} , ц/га	26,4	29,9	34,0	30,4
X _{max} , ц/га	38,8	42,2	47,2	42,6
Lim, ц/га	12,4	12,3	13,2	12,1
S	3,14	3,13	3,19	3,06
CV, %	9,45	8,48	7,58	8,17
дов.инт±	0,90	0,89	0,91	0,87

Приложение 36

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-3 по признаку «масса 1000 зерен», г (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьи- рования	Масса 1000 зерен, г			
год	2012	2013	2014	среднее
N	45	45	45	45
X _{ср} , ц/га	281,2	311,7	400,7	331,2
X _{min} , ц/га	164,1	238,0	308,0	251,3
X _{max} , ц/га	361,9	391,3	477,9	401,3
Lim, ц/га	197,8	153,3	169,9	149,9
S	42,56	37,94	42,03	38,76
CV,%	15,13	12,17	10,48	11,70
дов.инт±	12,16	10,84	12,01	11,07

Приложение 37

Результаты дисперсионного анализа простых гибридов ДС-3 по признаку «масса зерна с початка», г (КНИИСХ, 2012-2014 гг.)

Значения варьи- рования	Масса 1000 зерен, г			
год	2012	2013	2014	среднее
N	45	45	45	45
X _{ср} , ц/га	147,9	156,1	172,8	158,9
X _{min} , ц/га	93,1	63,4	114,7	102,5
X _{max} , ц/га	212,5	222,1	232,1	222,2
Lim, ц/га	119,4	158,7	117,4	119,7
S	24,60	28,25	24,5	24,82
CV,%	16,63	18,09	14,18	15,61
дов.инт±	7,03	8,07	7,00	7,09

Оценка фенотипической стабильности гибридов кукурузы на основе экологической регрессии по признаку «урожайность зерна» (среднее по восьми пунктам, 2012-2015 гг.)

Гибрид	Xi	SS(RG)	SS(o)	S% (RG)	Отклонения от линии ре- грессии	Экорегрессия
Краснодарский 194 МВ	58,6	13,69	0,85	5,93	Средние	Средняя
(Л0229хЛ0800)хЛ0402	62,4	17,90	2,76	10,06	Оч. сильные	Очень слабая
(Л0229хЛ0800)хЛ0681	73,2	12,87	2,24	7,73	Сильные	Слабая
(Л0229хЛ0800)хЛ0404	67,0	13,04	3,96	11,23	Оч. сильные	Очень слабая
(Л0229хЛ0800)хЛ0479	67,5	14,16	11,85	19,29	Оч. сильные	Очень слабая
(Л0229хЛ0800)хЛ0480	67,7	13,37	0,80	5,00	Слабые	Сильная
(Л0229хЛ0800)хЛ0609	65,9	27,83	6,14	14,22	Оч. сильные	Очень слабая
(Л0229хЛ0800)хЛ0419	65,6	9,13	11,12	19,21	Оч. сильные	Очень слабая
(Л0229хЛ0800)хЛ0601	60,8	8,48	2,19	9,19	Сильные	Слабая
(Л0228хЛ0800)хЛ0309	68,2	13,14	2,26	8,33	Сильные	Слабая
(Л0228хЛ0800)хЛ0462	64,2	11,78	4,19	12,06	Оч. сильные	Очень слабая
(Л0228хЛ0800)хЛ0319	70,1	8,72	3,15	9,57	Сильные	Слабая
(Л0228хЛ0800)хЛ0328	65,9	15,33	0,76	4,99	Слабые	Сильная
(Л0228хЛ0800)хЛ0332	65,3	15,71	1,46	6,98	Средние	Средняя
(Л0228хЛ0800)хЛ0369	63,9	13,53	4,90	13,09	Оч. сильные	Очень слабая
(Л0228хЛ0800)хЛ0613	68,1	17,05	2,55	8,86	Сильные	Слабая
(Л0192хЛ07/1)хЛ0608	66,9	18,32	2,37	8,71	Сильные	Слабая
(Л0192хЛ07/1)хЛ0680	66,2	15,44	5,22	13,05	Оч. сильные	Очень слабая
(Л098хКр651)хЛ0814	70,2	21,29	2,70	8,83	Сильные	Слабая
(Л098хКр651)хЛ0613	68,6	10,88	3,00	9,56	Сильные	Слабая
(Л098хКр651)хЛ0682	60,8	20,64	1,22	6,86	Средние	Средняя
(Л098хКр651)хЛ0680	65,8	17,93	8,79	17,03	Оч. сильные	Очень слабая
(Л031хЛ226)хЛ0622	67,1	15,15	6,72	14,60	Оч. сильные	Очень слабая
(Л031хЛ226)хЛ0613	65,5	29,00	6,68	14,91	Оч. сильные	Очень слабая
(Л031хЛ226)хЛ0610	67,1	8,32	5,05	12,66	Оч. сильные	Очень слабая
(Л031хЛ226)хЛ0403	64,3	20,49	1,43	7,02	Средние	Средняя
(Л031хЛ226)хЛ0319	66,7	18,12	4,25	11,69	Оч. сильные	Очень слабая

окончание приложения 38						
(Л0130хЛ0112)хЛ0404	66,6	18,11	0,96	5,55	Средние	Средняя
(Л0130хЛ0112)хЛ0612	58,2	7,77	8,37	18,79	Оч. сильные	Очень слабая
(Л098хЛ0800)хЛ0300	63,9	6,05	8,86	17,61	Оч. сильные	Очень слабая

$\bar{X}_i$ – средняя урожайность зерна; SS(RG) - ; SS(o) - ; S% (RG) -

Приложение 39

Оценка экологической пластичности гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна» (среднее по восьми пунктам, 2012-2015 гг.)

Гибрид	B	bi	Sb	t
Краснодарский 194 МВ	0,93	0,97	0,10	0,34
(Л0229хЛ0800)хЛ0402	0,84	1,11	0,18	0,60
(Л0229хЛ0800)хЛ0681	0,83	0,94	0,16	0,39
(Л0229хЛ0800)хЛ0404	0,73	0,94	0,21	0,27
(Л0229хЛ0800)хЛ0479	0,47	0,98	0,37	0,05
(Л0229хЛ0800)хЛ0480	0,93	0,96	0,10	0,47
(Л0229хЛ0800)хЛ0609	0,79	1,38	0,26	1,43
(Л0229хЛ0800)хЛ0419	0,36	0,79	0,36	0,59
(Л0229хЛ0800)хЛ0601	0,76	0,76	0,16	1,52
(Л0228хЛ0800)хЛ0309	0,83	0,95	0,16	0,33
(Л0228хЛ0800)хЛ0462	0,69	0,90	0,22	0,47
(Л0228хЛ0800)хЛ0319	0,69	0,77	0,19	1,21
(Л0228хЛ0800)хЛ0328	0,95	1,02	0,09	0,25
(Л0228хЛ0800)хЛ0332	0,90	1,04	0,13	0,28
(Л0228хЛ0800)хЛ0369	0,69	0,96	0,24	0,16
(Л0228хЛ0800)хЛ0613	0,85	1,08	0,17	0,46
(Л0192хЛ07/1)хЛ0608	0,87	1,12	0,16	0,72
(Л0192хЛ07/1)хЛ0680	0,71	1,03	0,24	0,11
(Л098хКр651)хЛ0814	0,87	1,21	0,18	1,18

окончание приложения 39				
(Л098хКр651)хЛ0613	0,75	0,86	0,18	0,75
(Л098хКр651)хЛ0682	0,93	1,19	0,12	1,59
(Л098хКр651)хЛ0680	0,62	1,11	0,32	0,34
(Л031хЛ226)хЛ0622	0,64	1,02	0,28	0,06
(Л031хЛ226)хЛ0613	0,78	1,41	0,28	1,48
(Л031хЛ226)хЛ0610	0,56	0,75	0,24	1,03
(Л031хЛ226)хЛ0403	0,92	1,18	0,13	1,44
(Л031хЛ226)хЛ0319	0,78	1,11	0,22	0,51
(Л0130хЛ0112)хЛ0404	0,94	1,11	0,10	1,07
(Л0130хЛ0112)хЛ0612	0,40	0,73	0,31	0,88
(Л098хЛ0800)хЛ0300	0,31	0,64	0,32	1,12

B - коэффициент адекватности; b_i – коэффициент регрессии (пластичность);

S_b - ошибка коэффициента регрессии; t - критерий значимости отклонения от 1

Матрица статистических значений результата двухфакторного дисперсионного анализа урожайности зерна лучших топкроссов раннеспелой группы (2012-2014гг.)

Источник варьирования	SS	df	ms	Доли	F _ф	F ₀₅
Общая	75678,00	227	333,38	33,6	-	-
Повторений	23,97	3	7,99	-	-	-
Вариантов	74802,13	56	1335,75	33,2	263,4	1,3
Фактор А (год исследования)	65231,25	2	32615,63	28,6	6432,0	3,1
Фактор В (генотип)	4616,00	18	256,44	2,05	50,6	1,6
Взаимод. АВ (год исследования х генотип)	4954,88	36	137,64	2,20	27,1	1,4
Ошибка	851,91	168	5,07	0,38	-	-

Матрица статистических значений результата двухфакторного дисперсионного анализа урожайности зерна лучших топкроссов среднеранней группы (2012-2014гг.)

Источник варьирования	SS	df	ms	Доли	F _ф	F ₀₅
Общая	48392,19	179	270,35	33,48	-	-
Повторений	5,58	3	1,86	-	-	-
Вариантов	47758,82	44	1085,43	33,04	228,2	1,4
Фактор А (год исследования)	45086,07	2	22543,03	31,2	4739,9	3,1
Фактор В (генотип)	1926,44	14	137,60	1,33	28,9	1,7
Взаимод. АВ (год исследования x генотип)	746,31	28	26,65	0,52	5,6	1,5
Ошибка	627,80	132	4,76	0,43	-	-