

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РИСА»  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЗЕРНА  
ИМЕНИ П.П. ЛУКЪЯНЕНКО»

На правах рукописи

**ЛЕМЕШЕВ НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

**ОТБОР ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА И СОЗДАНИЕ НА ЕГО  
ОСНОВЕ РАННЕСПЕЛЫХ И СРЕДНЕРАННИХ ГИБРИДОВ  
КУКУРУЗЫ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЮГА РОССИИ**

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. Гульняшкин

Краснодар – 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
<b>ГЛАВА 1. ОТБОР ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА И СОЗДАНИЕ НА ЕГО ОСНОВЕ РАННЕСПЕЛЫХ И СРЕДНЕРАННИХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЮГА РОССИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) .....</b>	<b>9</b>
<b>ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....</b>	<b>25</b>
2.1. Почвенно-климатическая характеристика условий проведения исследований.....	25
2.2. Исходный материал и методика проведения исследований.....	33
<b>ГЛАВА 3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ КАК ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ВЫСОКОГЕТЕРОЗИСНЫХ ГИБРИДОВ .....</b>	<b>37</b>
3.1. Самоопыленные линии кукурузы исходный материал для селекции.....	37
3.1.1. Классификация нового исходного материала.....	37
3.1.2. Оценка нового исходного материала (линий кукурузы) на принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы.....	40
3.1.3. Деление исходного материала по вегетационному периоду.....	46
3.2. Характеристика основных селекционных признаков новых линий кукурузы.....	51
3.3. Характеристика морфо-биологических признаков новых линий кукурузы.....	62
3.4. Оценка самоопыленных линий кукурузы на засухоустойчивость.....	66
<b>ГЛАВА 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ, ПОЛУЧЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕСТИРОВАНИЯ НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ.....</b>	<b>77</b>
4.1 Оценка новых самоопыленных линий кукурузы на общую комбина-	

ционную способность по урожайности зерна в системе топкроссных скрещиваний.....	77
4.2. Оценка нового исходного материала, самоопыленных линий кукурузы на специфическую комбинационную способность по урожайности зерна.....	86
4.3. Анализ общей комбинационной способности новых линий кукурузы по признаку «уборочная влажность зерна».....	90
4.4. Анализ основных селекционных признаков лучших тесткроссов.....	98
4.4.1. Характеристика урожайности зерна тесткроссов.....	98
4.4.2 Характеристика уборочной влажности зерна тесткроссов .....	111
4.5 Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы.....	120
ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРОСТЫХ ГИБРИДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ОТ ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЙ.....	129
5.1. Оценка эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов в системе диаллельных скрещиваний.....	129
5.2. Характеристика основных селекционных признаков простых гибридов, полученных в результате диаллельных скрещиваний.....	137
5.3. Корреляционный анализ селекционно-ценных признаков у самоопыленных линий и гибридов кукурузы.....	147
5.4 Экономическая оценка эффективности внедрения новых гибридов .....	150
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	155
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ.....	158
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	159
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	183

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** В настоящее время в Российской Федерации наблюдается поступательный рост посевов кукурузы на зерно. 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 было создано большое количество раннеспелых гибридов, способных давать высокие урожаи зерна в широтах до 54 параллели.

В то же время, при выращивании гибридов кукурузы на юге России производители сталкиваются с рядом трудностей. Это, в первую очередь, недостаточное количество осадков за вегетационный период, что обуславливает создание засухоустойчивых гибридов.

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

Таким образом, учитывая актуальность и высокую значимость данной проблемы, в отделе селекции и семеноводства кукурузы «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» была проведена данная селекционная работа.

**Цель исследований:** Комплексное изучение, отбор, оценка и систематизация нового исходного материала для создания на его основе раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы с потенциально высокой урожайностью зерна, засухоустойчивостью и низкой уборочной его влажностью.

### **Основные задачи исследований:**

1. используя большие запасы созданного исходного материала подобрать новые генотипы (линии и гибриды кукурузы) и провести гибридизацию в системе топкроссных и диаллельных скрещиваний;

2. определить общую и специфическую комбинационную способность новых линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» с целью подбора родительских пар для гибридизации при создании высоко гетерозисных гибридов;

3. провести комплексное изучение новых самоопыленных линий кукурузы по основным количественным признакам элементов структуры урожая и установить корреляционные взаимосвязи между ними;

4. оценить новые самоопыленные линии на засухоустойчивость с помощью нескольких методик;

5. методом кластерного анализа определить дивергентность самоопыленных линий и идентифицировать их на принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы;

6. изучить полученные тесткроссные гибриды по широкому спектру хозяйственно-ценных признаков;

7. оценить адаптивные реакции новых гибридов кукурузы в различных природно-климатических условиях.

**Научная новизна.** В условиях Краснодарского края впервые для селекции раннеспелых гибридов кукурузы зернового типа создан и всесторонне оценен принципиально новый исходный материал – самоопыленные линии. С участием новых линий получены высокогетерозисные гибриды кукурузы, обладающие повышенной продуктивностью, низкой уборочной влажностью зерна и устойчивостью к стрессовым факторам среды.

**Практическая значимость.** Выделены новые самоопыленные линии кукурузы с высокой комбинационной способностью по урожайности зерна, обладающие ценными селекционными признаками и свойствами. На основе лучших отобранных линий созданы среднеранние гибриды с высокой урожайностью зерна. Оценены новые тестеры (простые гибриды) для дальнейшего использования в качестве родительских форм в трехлинейных гибридах. Гибриды, выделившиеся при изучении в Краснодаре, проходят

экологическое сортоиспытание, в результате чего будут отобраны высокопластичные и стабильные формы для различных зон выращивания.

**Личный вклад автора.** Автором подготовлена программа исследований, составлены схемы и ведомости экспериментов, заложены опыты, проведены необходимые скрещивания и сортоиспытания полученного материала, выполнены сопутствующие наблюдения, промеры и учеты, проведена статистическая обработка данных, сделан анализ результатов, составлены научные отчеты, опубликованы статьи по теме диссертации, написаны диссертационная работа и автореферат.

**Методология и методы исследования.** Работа выполнена с использованием лабораторных и полевых методов. Опыты по выращиванию и изучению линий и гибридов кукурузы проводили по методике полевых опытов ВНИИ кукурузы, методическим указаниям по изучению и поддержанию образцов коллекции и методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур с учетом общепринятой для зоны технологии. Статистическая обработка данных проводилась путем расчетов в Microsoft Excel, а также с использованием специализированных компьютерных программ Statistica, и пакета новых программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Результаты оценки нового исходного материала – линий кукурузы для селекции высокоурожайных гибридов.
2. Значения комбинационной способности новых линий в системе топкроссных скрещиваний для использования лучших в дальнейшей селекционной работе.
3. Характеристика выделившихся тесткроссов по основным хозяйственно-ценным признакам, оценка их экологической пластичности и стабильности.
4. Результаты испытания простых гибридов, полученных от диаллельных скрещиваний, по ценным количественным признакам.

5. Значения эффектов специфической комбинационной способности новых гетерозисных пар, полученных в результате диаллельных скрещиваний.

**Степень достоверности.** Автором выполнен огромный объем исследовательских работ, непосредственно на селекционном участке отдела, при проведении скрещиваний, на опытном поле института при проведении сортоиспытаний полученного материала. Все виды работ проводились с использованием современных методов. Достоверность результатов проведенных исследований подтверждается большим объемом полученных цифровых данных. Полученные результаты обработаны автором различными методами статистического анализа с применением компьютерных программ. Все результаты имеют высокую статистическую достоверность. По итогам проведенных исследований сформулированы корректные выводы и рекомендации для практики.

**Апробация.** Основные положения и результаты исследований докладывались на заседаниях методической комиссии отдела селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ «НЦЗ им П. П. Лукьяненко», а также были представлены на международных и всероссийских научно-практических конференциях, в числе которых: международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов 25-26 мая, 2017 г. ГУ ИЗК НААНУ г. Днепр, Украина; Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием Белгородского НИИСХ, г. Белгород, 2017г.; II Всероссийская конференция молодых ученых, посвященная 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края, КубГАУ, г. Краснодар, 2017 г.; X Всероссийская конференция молодых ученых, посвященная 120-летию И. С. Косенко, КубГАУ, 2017 г.; международная научно-практическая конференция пос. Персиановский, 2018 г.; конференция молодых ученых Всероссийского форума по селекции и семеноводству «Русское поле 2018», г. Краснодар, КубГАУ, 2018 г.; 17 международная научно-практическая конференция, Москва, 2018 г.; международная научно-практическая конференция, посвященная 110-й

годовщине со дня рождения П.Е. Ладана, пос. Персиановский, 2018 г. Дон ГАУ.; международная научно-практическая конференция с элементами школы молодых ученых г. Краснодар, ВНИИ риса 2019 г.; международная научно-практическая конференция, Чебоксары, 2019 г. Уральский НИИСХ; III научно-практическая конференция молодых ученых Всероссийского форума по селекции и семеноводству «Русское поле 2019», Краснодар КубГАУ 2019 г.

**Публикации.** Основные положения диссертации опубликованы в 15 научных статьях, в том числе 2 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 192 страницах, выполнена в компьютерном наборе и состоит из введения, пяти глав, заключения, предложений для селекции, списка использованной литературы и приложений.

Экспериментальные данные приведены в 84 таблицах, 31 рисунках и 8 приложениях. Список использованной литературы содержит 245 источников, в том числе - 39 иностранных.



# **ГЛАВА 1. ОТБОР ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА И СОЗДАНИЕ НА ЕГО ОСНОВЕ РАННЕСПЕЛЫХ И СРЕДНЕРАННИХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЮГА РОССИИ (Обзор литературы)**

## **1. Происхождение новых линий, генетическое разнообразие исходного материала.**

Ключевую роль для создания высокопродуктивных гибридов кукурузы должен играть исходный материал, имеющий различные ценные селекционные признаки.

Использование инбредных линий в качестве исходного материала началось еще с исследований Дж. Шелла [95, 198]. В настоящее время нельзя представить современную селекцию кукурузы без использования, в качестве исходного материала, самоопыленных линий.

На ранних этапах развития селекции, основным источником получения различных групп зародышевой плазмы служили местные популяции.

В СССР работу по происхождению и разнообразию исходного материала вели многие ученые. В свое время Н.И. Вавилов утверждал, что в селекции разнообразие исходного материала дает большие возможности для отбора и гибридизации [16].

Начиная с двадцатых - тридцатых годов прошлого века всероссийский институт растениеводства (ВИР) начал масштабные экспедиции по мобилизации и изучению генофонда культурных растений на Земном шаре.

В настоящее время многие из собранных образцов до сих пор служат материалом для селекционной работы, всего их насчитывается около 320 тыс.

Аналогичные исследования проводились и в других странах. Были созданы национальные хранилища в Форт-Коллинсе (США), где собрано около 508 тыс. образцов, в Китайском институте генетических ресурсов (Китай) 390 тыс. образцов. Мексиканский международный центр СИММИТ содержит более

12 тыс. образцов [209]. Большая работа по сбору, изучению и практическому использованию местных сортов проводится в Бразилии и Японии [169,170].

В селекции кукурузы одним из самых первых примеров создания инбредных линий из сортов стал опыт на Черновицкой опытной станции, где Б.П. Соколовым и В.Е. Козубенко [68, 69, 141, 148] из сорта Зубовидная 3135 получили линию Черновицкая 21, имеющую более короткий вегетационный период, чем оригинал. Хорошие линии были получены из сортов Айвори-Кинг и Лиминг [66, 67].

По мере увеличения количества инцухт-линий самоопыление стали проводить и на лучших межлинейных гибридах и сортах. Первым, кто проанализировал линии, полученные из различных источников, стал Bryan [193]. Проводимый им опыт состоял из трех групп линий с различным происхождением. Первая группа линий была создана на основе гибрида первого поколения, родительские формы которого (линии) были взяты из различных сортов. Вторая группа линий так же была создана на основе гибрида первого поколения, но родительскими формами этого гибрида являлись линии из одного сорта. Третья группа линий была получена из самоопыленных линий свободноопыляющихся сортов. Однако больших различий между группами выявлено не было [68,103].

Многочисленные работы о роли исходного материала для селекции кукурузы приведены Л.В. Хотылевой [188, 192]. Источниками новых линий в ее исследованиях являлись: межсортовые гибриды, сортолинейные гибриды, местные популяции, двойные межлинейные гибриды и простые межлинейные гибриды. Исследователи выявили высокую значимость исходного материала при селекции ценных, выравненных линий. При этом они доказали, что сорта и межсортовые гибриды дают особенно угнетенные линии. Однако, наименьшее угнетение и наибольшая выравненность наблюдалась у линий, полученных на основе простых и двойных межлинейных гибридов [82, 119].

Тем не менее, на практике, выделение инцухт-линий из сортов оказалось достаточно сложной задачей. И в середине двадцатого века снизилось

количество исследований, опирающихся на использовании их в качестве исходного материала. Причиной этому стал низкий выход количества образцов с нужными селекционными свойствами [36, 38].

Особенно проблематичным является получение линий с коротким вегетационным периодом [35].

По результатам исследований, одним из важнейших источников для создания самоопыленных линий раннеспелой группы являются синтетические популяции [207].

Для концентрирования генов с нужными селекционными свойствами используют синтетики, созданные из небольшого числа родственных линий или произведенные скрещиванием линии с несколькими донорами. Такие популяции позволяют вести селекцию на отдельные признаки, такие как количество рядов зерен в початке, урожайность, количество початков на растении [34, 205, 206].

Часто для насыщения генетической основы используемого исходного материала в качестве источника новых линий используется экзотическая зародышевая плазма кукурузы [9, 201, 202].

Опыты по внедрению в селекционный процесс зародышевой плазмы из Бразилии, Кубы, Мексики и Аргентины принесли положительные результаты [218, 230]. Особенно ценным оказался опыт по выделению из Мексиканской расы источника основных элементов структуры урожая [96, 145].

В Краснодарском Национальном Центре Зерна включение в селекционные программы экзотических популяций позволило получить экономически ценные линии, широко используемые в различных скрещиваниях. Многие исследователи подтверждают положительное влияние использования экзотической зародышевой плазмы в улучшении элитной кукурузы [207].

Важным фактором при создании исходного материала и высокогетерозисных гибридов кукурузы является подбор родительских форм

на основе принадлежности самоопыленных линий к различным группам зародышевых плазм [21, 90, 216].

Западные селекционеры в своих селекционных программах используют ограниченное количество линий из каждой гетерозисной группы, чаще всего это линии из таких групп зародышевых плазм, как Reid Yellow Dent, Lancaster и Iodent. [64, 220].

## **2. Создание высокогетерозисного исходного материала, линий кукурузы.**

Современная работа по созданию гибридов кукурузы, отвечающих требованиям производственного потребителя, основана на использовании гетерозисного эффекта, возникновение которого зависит от значения гетерозиготности при благоприятном отборе родительского материала [24,182].

Рынок селекционных достижений в области гибридов кукурузы подвержен быстрой смене интересов, вследствие чего появляется спрос на поиск новых линий и совершенствование традиционных методов в селекции и семеноводстве [101]. Успех создания новых гибридов путем селекции основан на использовании нового линейного материала, обладающего набором хозяйственно ценных признаков, основой которых является высокая урожайность [106, 160].

### **2.1. Методы оценки новых линий на КС**

Одним из основных этапов в работе селекционеров занимает оценка комбинационной способности нового исходного материала.

Повышению эффективности создания высокогетерозисных гибридов способствует использование в качестве исходного материала линий с высокими значениями КС по основным хозяйственно ценным признакам [221].

Важность подбора компонентов скрещивания для создания гибридов отмечали многие селекционеры [110, 189, 197, 217].

Оценка возможности новых линий давать при скрещивании гетерозисное потомство позволяет значительно сократить объёмы гибридизации [13, 135, 176, 177].

В ходе работы М.Д. Варлахов с коллегами [19] отметили, что при использовании линий и сортов с высокой комбинационной способностью, можно получить более урожайные генотипы, чем в случае линий и сортов с низкой комбинационной способностью. Следовательно, комбинационная способность дает возможность селекционеру предсказать результаты будущих скрещиваний и сконцентрировать внимание на перспективном материале [120,136].

В середине 20 века Sprague G.F. и Tatum L. A. при изучении эффектов гетерозиса ввели понятие комбинационной способности. Ими же были разработаны теоретические и методические основы гетерозисных исследований, неотъемлемой частью которой является селекция на комбинационную способность [189, 212, 217, 239].

Следует различать понятие комбинационной способности на 2 вида, это общая (ОКС) и специфическая (СКС) комбинационная способности.

Комбинационная способность — это способность самоопыленной линии кукурузы при скрещивании с другой линией давать потомство в  $F_1$ , отличающееся от условно принятого за норму выражения того или иного признака или свойства [1, 121,135].

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 [45, 54, 232].

## **2.2 Оценка новых линий на общую комбинационную способность**

Оценка нового исходного материала на общую комбинационную способность предполагает выбор линий, которые при скрещивании имеют возможность дать урожайность зерна выше, чем у стандарта и родительских форм [33, 45].

Принято считать, что линии с высоким показателем ОКС и низким СКС при скрещивании будут давать примерно одинаковый результат по изучаемому признаку. Но если в скрещивании примут участие линия с высокими

значениями как общей, так и специфической комбинационной способности, то гибриды с ее участием имеют возможность варьирования изучаемого признака [221, 224, 242].

Изменчивость КС зависит не только от внешних условий окружающей среды, но и от генетического разнообразия испытываемых образцов. У линейного материала значение общей комбинационной способности (ОКС) значительно выше, чем специфической (СКС). Поэтому на ранних селекционных этапах выгодней отбирать материал именно на основе общей комбинационной способности, а на завершающем – оценку и отбор на СКС. Однако нужно отметить, что строгий отбор линий на основе ОКС не всегда выгоден, так как при этом могут быть потеряны ценные формы [39, 138].

### **2.3 Оценка новых линий на специфическую комбинационную способность**

При изучении специфической комбинационной способности используют такие методы как топкроссы и диаллельные скрещивания.

Использование метода топкроссов включает в себя скрещивание линейного материала с набором тестеров, в качестве которых могут выступать как линии, так и простые гибриды [124].

Применяют метод тестирования на ранних этапах селекции из-за малой трудоемкости этого метода и из-за возможности, на основе полученных данных, выделить наиболее перспективную группу линий. [228, 233, 240].

Первыми, кто использовал систему диаллельных скрещиваний для определения специфической комбинационной способности в своих исследованиях, стали Спрег и Тейтум [239].

Развитием и систематизацией этого метода занимался Гриффинг [217]. Он обобщил различные статистические методы, разделил диаллельные схемы на полную и не полную и обобщил статистические подходы анализа комбинационной способности для четырех схем скрещивания набора инбредных линий, которые различаются по наличию или отсутствию

реципрокных гибридов и участием или неучастием в испытании родительских линий [7, 155, 190].

Диаллельные скрещивания — это трудоемкий процесс, усложнение которого кратно возрастает с увеличением количества линий, участвующих в скрещивании. Именно поэтому диаллельные скрещивания применяют на поздних этапах селекционного процесса, оценивая ограниченное количество линий, выделившихся на основе общей комбинационной способности [215]. Помимо этого, использования ДС не только позволят выделить лучший линейный материал, но и выявить наиболее перспективные комбинации скрещиваний на основе специфической комбинационной способности [30, 31].

Как отмечают многие селекционеры, испытание гибридных комбинаций при изучении исходного материала на СКС должно проводиться в различных экологических зонах, так как специфическая комбинационная способность очень отзывчива на влияние внешних условий среды. При этом сортоиспытание следует проводить в течение более длительного срока, чем при оценке на ОКС [76, 88, 174, 196].

Традиционно в селекции кукурузы используются базовые схемы отбора на ОКС, разработанные Б. А. Гриффингом [217, 229], которые основываются на диаллельных скрещиваниях и топкроссах. Тем не менее, ряд авторов предпочитают и другие методы [61, 71].

### **3. Селекция кукурузы на продуктивность и количественные признаки ее компонентов, корреляционно-регрессионный анализ этих признаков.**

Одним из основных направлений в селекционных программах кукурузы является создание гибридов, обладающих набором хозяйственно ценных признаков и свойств.

Основными свойствами, предъявляемыми современными производителями, являются высокая урожайность зерна, низкая уборочная влажность и повышенные адаптивные свойства к различным абиотическим и биотическим факторам среды.

Такие требования, ставят перед селекционерами цель в повышении качества линейного материала, и родительских форм создаваемых коммерческих гибридов. [117, 222, 241].

Селекция на количественные признаки элементов продуктивности гибридов и линейного материала является одним из важнейших показателей при их создании.

К таким признакам относятся: высота кукурузного растения, высота прикрепления продуктивного початка, длина початка, диаметр початка, количество зерен в ряду, количество рядов зерен и т.д. Исходя из этого, при селекции новых высокогетерозисных гибридов следует уделять внимание на взаимодействие генетического материала, влияющего на развитие этих признаков. Но следует учитывать, что на наследование этих признаков влияют различные абиотические факторы [203].

Первое настоящее генетическое исследование, посвященное наследуемости количественных признаков, было проведено в начале 20 века. Больших успехов в этом направлении добились ученые таких исследовательских центров как: ВНИИР под руководством Г.Е. Шмараева [202], Л.В. Хотылевой в Белорусской Академии Наук [162], Б.П. Соколовым в ВНИИК (Днепропетровск) [114, 146] и во многих других учреждениях [21, 93, 154, 184]. 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 факторы и свойства, и создание на его основе линейного материала с подобными признаками [125].

В результате чего сформировалась теория о том, что контролируются количественные признаки преимущественно полигенно [11].

### **Высота растений и высота прикрепления початка.**

Важнейшим морфологическим признаком кукурузы является высота растения. По результатам исследований многих селекционеров доказано, что высота растения имеет корреляционную взаимосвязь со многими признаками,



влияющими на продуктивность гибридов [187, 211, 245]. Однако, с количественными признаками корреляционная зависимость проявляется незначительно.

Хочется отметить, что высота растения кукурузы зависит от экологических факторов выращивания. Но при всех изменениях окружающей среды существует прямая связь с признаком «высота прикрепления нижнего початка».

ВПНП является важным признаком при создании производственных гибридов. Так как, механизированная уборка является неотъемлемой частью современного производства, то при выборе возделываемых гибридов предпочтение отдается высокорослым формам. Однако, бывает и наоборот, что высота заложения початка у высокорослых гибридов была относительно небольшой [175, 231].

Высота прикрепления нижнего початка является одним из самых значимых признаков при уборке на зерно, так как он имеет большое влияние на его выход при уборке комбайном [153].

По методике жатки комбайна регулируются на высоте прикрепления самого нижнего початка. Это обусловлено желанием минимизировать повреждения початка при уборке [173]. Оптимальная высота прикрепления нижнего початка приходится на 40-80 см от почвы, а минимальная высота 30-50 см, при этом гибрид должен быть как можно более выровненным [58, 109].

#### **Длина и диаметр початка кукурузы.**

Одними из основных структурных элементов урожая кукурузного растения является длина и диаметр початка. Однако связь между ними не всегда достаточно близкая. Тем не менее, фенотипическое проявление данных признаков может значительно меняться в зависимости от условий выращивания [200, 210].

В свое время Н. Robinson, R. Comstock в середине 20 века определили небольшую генотипическую и фенотипическую корреляционную зависимости между данными признаками и продуктивностью, и высотой изучаемых гибридов.

Исходя из этого, многие селекционеры считают неэффективным вести отбор на увеличение продуктивности по данным признакам [213].

Так как, формирование урожайности происходит за счет сочетания различных элементов его структуры, то достичь высоких значений продуктивности за счет одного или нескольких компонентов не получится.

При выращивании одних и тех же гибридов в различных экологических зонах отмечается значительное варьирование элементов структуры урожая. Однако, при оптимальных условиях выращивания урожайность зерна значительно зависит от диаметра початка и его длины [79, 106].

Томов Н. и Славов Н. [235] в начале восьмидесятых годов отметили высокую корреляционную зависимость между длиной початка и высотой кукурузного растения, а также с количеством дней от всходов до цветения.

Диаметр и длина початка у гибридов первого поколения в значительной мере совпадает с величиной этих признаков у родительских форм. Это же доказывают положительные коэффициенты корреляции у линейного материала и гибридов F1 тех же гибридов [168, 203].

#### **Число рядов зерен на початке, число зерен в ряду.**

Одним из самых стабильных количественных признаков среди остальных, влияющих на формирование урожая, является «количество рядов зерен на початке».

По мнению многих селекционеров, хотя и существует положительная корреляционная зависимость между этим признаком и урожаем зерна, но она не постоянна, изменчива и зависит от многих факторов. Также, существует обратное мнение о том, что признак «количество рядов зерен» имеет отрицательную корреляцию [19]. Подводя итоги подобных дискуссий, большинство пришло к выводу, что признак «количество рядов зерен на початке» не зависит и не оказывает никакого влияния на урожайность зерна и большинство его элементов, но положительно влияет на количество зерен на початке [94].

Признак «количество зерен в ряду» один из основных параметров, прямо влияющий на урожайность зерна. Но нужно учитывать, что на данный признак большое влияние оказывают условия выращивания и экологические факторы [172].

Однако, положительной корреляционной зависимости с другими количественными компонентами структуры урожая не было найдено, за исключением признака «количество рядов зерен на початке» [238].

### **Масса 1000 зерен.**

По мнению селекционеров, значения величины початка и массы 1000 зерен зависят от генетической принадлежности линейного материала или гибрида, а также от условий выращивания. Считается, что самыми крупными початками и высоким значением массы 1000 зерен характеризуются образцы зубовидной и крахмалистой кукурузы [236].

Продуктивность растений кукурузы определяется крупностью зерна, числом зерен на початке и числом початков на растении. Сочетание этих признаков определяет урожай каждой формы кукурузы в конкретных условиях выращивания. Безусловно, в разных условиях выращивания влияние того или иного элемента продуктивности на конечный результат растений неодинаково и не постоянно [237]. Влияние всех элементов продуктивности на урожай проявляется в любых условиях выращивания, и оно должно учитываться в процессе селекции высокогетерозисных гибридов кукурузы. Отсюда понятна необходимость изучения наследования массы 1000 зерен, генетического контроля этого признака.

Вопрос этот изучен недостаточно. Исследования, проведенные с другими культурами, показали, что признак «масса 1000 зерен» контролируется сложной генетической системой.

В работах по кукурузе наблюдали существенность аддитивных и доминантных генетических компонентов или преобладающее влияние аддитивных генных эффектов на развитие признака "масса 1000 зерен" у кукурузы [139].

#### **4. Использование метода кластерного анализа для идентификации новых самоопыленных линий кукурузы на принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы**

Одним из самых известных классификационных методов, используемых в селекции, является кластерный анализ. Кластерный анализ – это статистический метод анализа, его основная задача – разделение большого количества изучаемых объектов на небольшие однородные кластеры.

Так как кластерный анализ относится к многомерным статистическим методам, то чаще всего исходные данные имеют значительный объём по объектам исследования, по количеству наблюдений, признакам и характеристикам изучаемых объектов. [43, 56, 102, 245].

Селекционерами кластерный анализ используется для изучения генетической схожести изучаемого материала, распределение результатов изменчивости, а также для его разделения и идентификации при создании коллекционных баз данных сортов сельхоз. культур [164, 165].

Еще одной функцией этого метода является возможность распределять гибридные растения F<sub>2</sub> в различные кластеры для дальнейшей работы с элитой, а также позволяет вести отбор элитных растений, имеющих корреляционные связи признаков с продуктивностью [167].

В Ростовской области в г. Зернограде В.В. Гарькавый использовал кластерный анализ для нахождения и указания «точки роста» производственной продукции. В этом случае использование кластерного анализа позволило выделить оптимальные районы для принятия управленческих решений при оценке перспектив развития.

Кластерный анализ играет ту же роль, что и систематизация с классификацией, но делает это более многообразно, что позволяет принимать решения с учетом более полного набора данных [22, 65].

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.

Материалом исследования стали 49 новых линий, относящихся к различным группам зародышевых плазм. В этом опыте была доказана эффективность деления самоопылённых линий с помощью кластерного анализа по продуктивным элементам в пределах зародышевой плазмы. Были определены комбинации формирования продуктивности линий у различных зародышевых плазм. Было установлено, что значительная часть линий плазмы Ланкастер имела средние значения урожайности. Она складывалась за счет большого количества зерен на початке, но масса 1000 зерен характеризовалась средними величинами. Выделены источники хозяйственно-ценных признаков. В результате скрещиваний были выделены высокоурожайные гибриды, которые в дальнейшем будут включены в различные селекционные программы по созданию высокопродуктивных гибридов [57, 59, 68,223].

В Кабардино-Балкарском НИИСХ С.Н. Новоселов использовал кластерный анализ для определения расхождений признаков у близкородственных самоопыленных линий. В результате установлено, что в процессе создания близкородственных линий было достигнуто разделение генетического материала [108, 243].

В наше время селекционерами по кукурузе чаще всего кластерный анализ используется для определения принадлежности исходного материала к различным группам зародышевых плазм.

В конце 20 века в Селекционно - генетическом институте в Одессе группой ученых В.М. Соколовым, Б.Ф. Вареник, Д.В. Гужва, В.А. Трофимовым была разработана эффективная программа по систематизации линий по генетической принадлежности к группам зародышевых плазм. Разработанная программа позволяет дифференцировать линейный материал для дальнейшей селекции [29, 145, 226].

Практически все программы по идентификации линий основаны на методе кластерного анализа. Аналогичные работы проводятся в НИИ Зернового хозяйства УААН Б.В. Дзюбецким, В.Ю. Черчель (г.Днепропетровск) [38]; С.И. Мустяца, С.И. Мистрец в НИИ кукурузы и сорго Республики

Молдова [106] Н.М. Чекалиным, В.Н. Тищенко в Полтавской Г.А., В.И. Жужукиным, Л.А. Гудовой в РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов) [27, 43] и многими зарубежными исследователями [219].

### **5. Оценка экологической адаптивности новых гибридов кукурузы.**

Одним из важнейших этапов оценки новых гибридов перед внедрением в производство является экологическое сортоиспытание. Зачастую такие работы проводятся при непосредственном участии многих селекционных учреждений, находящихся в различных экологических зонах с различными условиями среды.

Экологическое сортоиспытание генотипических особенностей кукурузы заключается в оценке их адаптивных свойств, на основе количественных характеристик – экологической стабильности (устойчивости реализации генотипа на основе стабильности норм реакции) и пластичности (способности генотипа к модификационной изменчивости в различных условиях выращивания) [53, 214]. Стабильность характеризуется степенью устойчивости реализации аддитивного эффекта генотипа и среды или степенью отзывчивости формы на изменения условий среды конкретного генотипа от средней отзывчивости всей системы генотипов [199, 215].

Под экологической пластичностью генотипа на практике понимают отзывчивость к улучшению условий выращивания наряду со склонностью к снижению урожайности в неблагоприятных условиях. По сочетаемости признаков «экологическая пластичность» и «урожайность» все генотипы (гибриды, популяции и инбредные линии) можно разделить на 3 типа: совмещение высокой экологической пластичности и урожайности (особо ценные); высокая урожайность и низкая пластичность; низкая урожайность и низкая пластичность (не имеют практического значения) [75, 225]. Зная параметры экологической пластичности инбредной линии, можно судить не только о целесообразности ее включения в программы скрещиваний, но, что не менее важно, и о стабильности получения урожаев кондиционного

семенного зерна по годам в определенной агроклиматической зоне [158, 183, 244].

## **6. Засухоустойчивость**

Засуха является одним из самых важных лимитирующих факторов, влияющих на продуктивные свойства кукурузы.

Значительная часть кукурузосеющей зоны Российской Федерации лежит в районах, страдающих от засухи. Причины самые разнообразные, от малого количества осадков, до аномально высоких температур в периоды онтогенеза кукурузы [55].

По своему происхождению кукуруза относится к тропическим растениям, но в результате возделывание ее в засушливых регионах в течение длительного времени, у кукурузного растения выработались адаптивные свойства, позволяющие переносить высокие температуры и недостаток влаги.

По мнению многих ученых, каждый ботанический вид или сорт характеризуется собственным критическим периодом, при котором происходит снижение устойчивости к засухе. Недостаток влаги в воздухе и почве в этот период приводит к резкому снижению уровня продуктивности растений. Такие периоды возникают для разных сортов и разных мест в различные сроки вегетации.

В середине 20 века Н.А. Максимов (1952) назвал главной причиной снижения урожайности у кукурузы – торможение роста в период развития растения из-за засухи. А также повреждение микроспор пыльцы, что приводит к снижению озерненности початка [116].

На протяженности всего кукурузного пояса страны в большинстве регионов присутствует проблема нарушения водного баланса растений, результатом этого проявляется недобор зерна в период вегетации, даже при достаточном количестве питательных веществ в почве [55].

Борьба с засухой – одно из важнейших направлений в сельском хозяйстве, так как ежегодно теряется значительное количество урожая. Одно из

направлений борьбы – это создание засухоустойчивых сортов и гибридов. Как отмечал Вавилов, селекция играет важнейшую роль в борьбе за урожай [16].

Успех при создании адаптированных к засушливым условиям среды гибридов зависит от тщательной оценки отбора линейного исходного материала на засухоустойчивость.

Повышение температуры по сравнению со среднемноголетними данными сопровождается рядом факторов, негативно влияющих на производство гибридов кукурузы. Имеющихся источников устойчивости к засухе недостаточно по количеству и происхождению. Поэтому одной из важнейших задач, стоящих перед селекционерами, является поиск нового устойчивого исходного материала и расширение его генетического разнообразия.



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

### 2.1 Почвенно-климатическая характеристика условий проведения исследований

Особенности сельского хозяйства в Краснодарском крае определяются неблагоприятными климатическими условиями, но, несмотря на это, этот сектор народного хозяйства стремительно развивается и играет важную роль в жизни региона и страны в целом. Выращивание зерновых культур – главное направление сельского хозяйства в крае.

Экспериментальная часть исследования проходила в 2015-2018 гг. на базе ФГБНУ «НЦЗ им П. П. Лукьяненко» (г. Краснодар). Экологическое испытание лучших двадцати выделившихся гибридов проводили в 2017-2018 гг. В 2017 году материал был испытан в Институте Сельского Хозяйства Кабардино-Балкарского Национального Центра РАН (г. Нальчик). В 2018 подобное исследование было проведено в агрофирме «Отбор» (Прохладненский р-н, Кабардино-Балкарская Республика). Исследования в этом пункте отличались тем, что гибриды выращивались в условиях орошения. Также в этом году экологическое испытание было проведено в станице Ладожской Усть - Лабинского района Краснодарского края в фирме «Семеноводство Кубани» и в Ростовской области в АНЦ «Донской» (г. Зерноград).

Основное и всестороннее изучение гибридов проходило в контрольном питомнике отдела селекции и семеноводства кукурузы в «НЦЗ им П. П. Лукьяненко». Экспериментальные участки расположены на черноземной выщелоченной слабогумусной почве. Состав однородный, глинистых частиц от 64 до 72%, из которых 38,42% составляют илистые частицы, песка незначительное количество [3].

Минералогический состав выщелоченных черноземов, сформировавшихся на лесовидных суглинках четвертичного периода, состоит в

основном из минералов группы монтмориллонита и небольшого количества каолинита и кварца [142].

По своей структуре почва на опытных участках комковатая, есть участки с комковато-зернистым составом. Плотность пахотного слоя 1,24-1,29 г/см<sup>3</sup>. Однако есть участки с уплотненной пашней с 1,4-1,6 г/см<sup>3</sup>.

Сквозность составляет 50-53%, а отношение капиллярной и некапиллярной порозности 85:15 [161,143]. Как известно, выщелоченный чернозем имеет высокую способность водопроницаемости, но при этом наименьшую влагоемкость. Запасы продуктивной влаги составляют 34-41% от наименьшей влагоемкости, в числовом значении 251-298 мм. Влажность завядания в слое почвы 0-150 см варьирует 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 [12].

Содержание валового азота составляет 0,23%, что свидетельствует о средней обеспеченности почв этим элементом. Содержание минерального азота в пахотном слое составляет 20-24 мг/кг почвы. Валового фосфора содержится 0,16-0,22%, половина которого представлена минеральными формами. Содержание подвижных фосфатов 1,0 -1,5 мг на 100 г почвы, что соответствует низкой обеспеченности. Валового калия содержится от 1,7 до 2,0%, в том числе обменного – от 20 до 30 мг на 100 г почвы. С глубиной количество подвижных форм фосфора и калия уменьшается [63].

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 (рН вод. 6,8-7,2), сумма поглощенных оснований составляет 34,5-40,3 мг-экв. /100г, из них 75-80% приходится на долю кальция [113].

Выщелоченные черноземы сравнительно богаты основными элементами питания. По данным К.С. Кириченко [63], Е.С. Блажнего [8], Н.Е. Редькина [134], П.В. Носова [113] 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.

Климат. Краснодарский «НЦЗ им П. п. Лукьяненко» расположен между зонами недостаточного и умеренного увлажнения. По данным метеопоста НЦЗ, эта часть края по обеспеченности влагой в теплый период ( $ГТК = 0,85$ ) относится к зоне неустойчивого увлажнения [26].

Среднегодовое количество осадков равно 643 мм с изменениями по годам от 500 до 750 мм и даже более. За период вегетации кукурузы в среднем выпадает 318 мм осадков. При этом распределение осадков по месяцам носит неравномерный характер. Глубина промачивания почвы в данной зоне может достигать 2-х метров. А главным источником воды в почве являются атмосферные осадки.

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

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 –  $33^{\circ}\text{C}$ . В связи с тем, что в течение зимы отмечаются частые оттепели, снежный покров неустойчив, а первое появление снега отмечается в первой декаде декабря.

Средняя продолжительность весны насчитывает 70-75 дней. Однако устойчивый период среднесуточных температур в  $10^{\circ}\text{C}$  наступает во второй декаде апреля.

Одной из особенностей температурного режима в данной климатической зоне является быстрое нарастание температуры, из-за этого летний период наступает уже в начале мая. Лето обычно характеризуется сухими и жаркими условиями. В июле средняя температура достигает  $23,2^{\circ}\text{C}$  а максимальная до  $42^{\circ}\text{C}$ .

Осень относительно поздняя и начинается в конце сентября. Первая половина осени обычно сухая и теплая, вторая - более влажная.

На значительной территории края наблюдается недостаточность увлажнения, из-за малого количества осадков (особенно северные и северо-восточные районы).

В летний период осадки преимущественно носят ливневый характер. За лето их выпадает 200-300 мм [10].

Центральная зона Краснодарского края в полной мере обеспечена теплом, что положительно сказывается при выращивании сельскохозяйственных культур. Однако нужно учитывать недостаточность влаги, именно это является основным лимитирующим фактором в данном регионе.

Метеорологические условия в годы проведения опытов (2016-2018 гг.) были различны. Так, весна 2016 года была сухая и теплая, в апреле осадков выпало на 19 мм меньше среднемноголетних (Таблица 1). Май был достаточно влажный, особенно 3 декада.

Таблица 1 – Метеорологическая характеристика вегетационного периода по данным метеопоста Краснодарского НИИСХ (2016-2018 гг.)

Показатели	Годы исследований	Месяцы					За период
		апрель	май	июнь	июль	август	
Осадки, мм	2016	36,0	83,1	117,1	13,5	39,9	289,6
	2017	50,1	132,3	71,6	71,1	11,7	336,8
	2018	32,4	79,8	14,3	11,8	5,5	143,8
	Среднемного-летние	55,0	69,0	82,0	58,0	51,0	315,0
Температура воздуха, °С	2016	14,3	17,1	22,9	25,4	26,8	21,3
	2017	11,7	16,8	21,5	25,3	27,06	20,5
	2018	14,4	19,8	24,2	26,4	26,3	22,2
	Среднемного-летние	12,2	17,0	21,0	23,5	22,8	12,2

Посев кукурузы проходил 20 апреля, всходы получены 28 апреля. Лето было достаточно жарким, превышение температуры на 3-4 °С, по сравнению со среднемноголетними данными. Лето было влажное, особенно июнь (выпало полторы нормы осадков). В июле так же осадков выпало выше среднемноголетних данных. Август был засушливым, но отрицательного влияния на налив зерна этот фактор не оказал. В целом, вегетационный период 2016 года был благоприятным для развития кукурузы.

Вегетационный период 2017 года характеризовался как достаточно влажный. Весной осадков выпало в два раза больше нормы. Так, за два весенних месяца, апрель и май, осадков выпало на 48 мм больше среднемноголетних данных (182 мм вместо 124мм). Поэтому, наличие влаги в почве и прошедшие дожди в мае 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 3-4 °С выше среднемноголетних значений, осадки выпадали равномерно в течение всего периода. Количество выпавших осадков в июне было близко к норме, а в июле превысило среднемноголетние показатели на 13,1 мм (71,1 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 целом 2017 год можно считать благоприятным для роста и развития растений кукурузы, особенно ее раннеспелых форм.

Вегетационный период 2018 года обладал крайне засушливой весной. Посев контрольного питомника проводился 28 апреля. В течение месяца осадков было всего 32 мм, что на 23 мм меньше среднемноголетних данных, температура воздуха была на 2 °С выше нормы. Таким образом, посев проходил в частично сухую почву. Осадки, выпавшие в мае месяце, хотя и были значительными (79,8 мм против 69,0 - среднемноголетних), позволили

получить хорошие всходы. Июнь был очень теплым и крайне засушливым, осадков выпало на 68 мм меньше, чем среднемноголетних, а температура была на 3 °С выше, что негативно повлияло на развитие растений. В июле месяце средние температуры воздуха превышали норму на 2-4 °С, дождей практически не было. Всего за июль выпало 11 мм, что составило всего 9% от нормы. Август был жарким (температура воздуха на 3-5 °С выше нормы) и крайне засушливым. За месяц выпало 5,5 мм осадков. Таким образом, 2018 год был неблагоприятным годом для развития кукурузы: отсутствие осадков на протяжении всего периода развития кукурузы и высокая температура не позволили сформировать достаточный урожай как у раннеспелых, так и более поздних форм.

Как видно из вышеприведенного, годы сортоиспытания экспериментальных гибридов были контрастными по погодным условиям. Так, климатические условия 2018 года характеризовались высокими температурами и крайним дефицитом влаги в критические периоды развития растений, что отрицательно сказалось на формировании урожая зерна. Высокие температуры и избыток влаги в летние месяцы в 2017 году позволили гибридам сформировать потенциальный урожай зерна. По климатическим условиям этот год был наилучшим в наших исследованиях.

Начиная с 2017 года экспериментальные гибриды, выделенные при изучении в Национальном Центре Зерна в 2016 году, проходили экологическое изучение в различных климатических зонах.

Экологическое испытание новых гибридов в 2017 году проводилось в почвенно-климатических условиях КБНИИСХ (г. Нальчик).

Экологические сортоиспытания проводились в центральной части Кабардино-Балкарской Республики. Климат зоны характеризуется как умеренно жаркий при сумме активных температур 3000 – 3200 °С и умеренном увлажнении (коэффициент увлажнения – 0,5–0,9) гидротермический коэффициент составляет 0,9 – 1,2. В конце второй декады апреля прекращаются заморозки, и среднесуточная температура воздуха переходит через отметку

+10<sup>0</sup>С, а безморозный период составляет 190 дней и продолжается до конца октября. Роза ветров в конце июня – начале июля характеризуется превалированием юго-восточных румбов, часто переходящих в суховейные. В течение года отмечается до 17,6 дней с сильным ветром и сумме осадков 616 мм, из которых на вегетационный период приходится 75,8% (417 мм). Наибольшее число часов солнечного сияния в предгорной зоне приходится на летние месяцы: июнь, июль, август. Но здесь, несмотря на хорошие условия по увлажненности почвы, не хватает тепла для вызревания зерна у позднеспелых сортов и гибридов. Метеорологические условия по основным параметрам в течение вегетационных периодов за годы проведения исследований в целом были средне благоприятными для формирования урожая.

В 2018 году экологическое испытание тесткроссов проводилось в Агрофирме «Отбор», расположенной в Прохладненском районе Кабардино-Балкарской Республики [185, 186]. Территория землепользования Агрофирмы «Отбор» расположена в степной зоне КБР на слабоволнистой равнине. Климат – континентальный, засушливый. Сумма активных температур 3000-3200 <sup>0</sup>С. Среднемноголетнее количество осадков варьирует в пределах 350-400 мм. 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 (NO<sub>3</sub>) среднее – 13,2 мг/кг; подвижного фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, по методу Мачигина) – повышенное 33 мг/кг; обменного калия (K<sub>2</sub>O, по методу Мачигина) – среднее 220 мг/кг. Почва просадочная, частично подвержена водной эрозии. Фитосанитарное состояние – хорошее.

Так же в 2018 году экологическое испытание проводилось в станции Ладожской, Усть - Лабинского района Краснодарского края, на селекционной станции компании ООО «НПО «Семеноводство Кубани»

Станица Ладожская расположена, как и г. Краснодар в центральной зоне края, с тем лишь отличием, что она входит в центральную зону, а г. Краснодар – в южную [144].

Характерным типом почв в месте заложения опыта является чернозем типичный. Почвообразующими породами для них служат лессовидные глины и тяжелые суглинки.

В целом, черноземы типичные характеризуются благоприятными агрохимическими показателями и могут быть использованы под все зональные культуры. Так как емкость катионного обмена равна 100%, то необходимость известкования отсутствует.

По схеме агроклиматического районирования Краснодарского края юго-западная часть Усть-Лабинского района входит в третий агроклиматический район, который характеризуется умеренно-континентальным климатом.

По количеству выпадающих осадков юго-западная территория района относится к району умеренного увлажнения ( $KУ = 0,30 - 0,40$ , сумма осадков 637 мм), по теплообеспеченности – к жаркому, где сумма температур за период активной вегетации составляет  $3543^{\circ}C - 3618^{\circ}C$ . Безморозный период продолжается 185-220 дней.

Сумма осадков за период активной вегетации составляет 360 мм. Осадки кратковременные, преимущественно ливневые. Испаряемость за вегетационный период на территории района варьирует от 549 до 793мм. Наиболее оптимальные условия увлажнения создаются в тех случаях, когда количество выпадающих осадков приближается к величине испаряемости.

Экологическое испытание новых гибридов в 2018 году проводилось в почвенно-климатических условиях Ростовской области в АНЦ «Донской» (г. Зерноград).

Климат региона резко континентальный, засушливый. Среднегодовое количество осадков составляет 450-500 мм, характерно неравномерное их распределение в течение года. За вегетационный период выпадает примерно 250-300 мм осадков, которые в летний период носят преимущественно



ливневый характер. Континентальность проявляется в резких колебаниях температур и низкой относительной влажности воздуха.

Почвенный покров опытных участков представлен обыкновенным предкавказским черноземом, который характеризуется мощным гумусным слоем (до 120 см) и высокой карбонатностью. Содержание общего азота в горизонте А 0,23 – 0,26%, а общий запас его равен 20-30 т/га, легкогидролизуемого азота содержится 60-110 мг/кг почвы. Небольшое содержание подвижного фосфора – 15-20 мг/кг почвы, хотя валовое количество его достаточно высокое – 0,18-0,24%. По содержанию обменного калия почвы средне - и высокообеспечены [130].

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

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

Исходным материалом для опыта послужили 45 новых самоопыленных линий, созданных в отделе селекции и семеноводства кукурузы в «НЦЗ им П. П. Лукьяненко».

В процессе создания гибридов, в качестве тестеров анализаторов были использованы простые гибриды и линии, различные по периоду вегетации и относящиеся к разным группам зародышевой плазмы. Всего было отобрано 8 тестеров, а весь изучаемый материал был разделен на 3 блока.

Тестирование проводилось на полях ФГБНУ НЦЗ имени П.П. Лукьяненко в 2015 году в селекционном питомнике отдела.

Скрещивание линий и тестеров проходило таким образом, чтобы каждый образец был скрещен как минимум с двумя тестерами. Это позволит точнее определить общую комбинационную способность изучаемых линий.

В результате было получено 185 простых и трехлинейных гибридов. Также нами были проведены диаллельные скрещивания (ДС) по неполной схеме, что позволяет определить специфическую комбинационную способность лучших линий. В итоге получено 78 простых гибридов.

Сортоиспытание полученных тесткроссов и простых гибридов от ДС проходило в контрольном питомнике отдела. Агротехника была общепринятой для Центрально Черноземной зоны исследований и соответствовала рекомендациям, изложенным в Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и Методике полевых опытов с кукурузой ВНИИ кукурузы [100].

Весь линейный материал выращивался в условиях богары. Предшественником кукурузы на полях НЦЗ служила озимая пшеница. В качестве осенней обработки использовали дискование стерни в двух направлениях, внесение удобрений (из расчета  $N_{60} P_{60} K_{60}$  д.в. на 1 га), вспашка зяби на глубину 25 – 27 см с последующим дискованием.

Весенняя обработка состояла из обработки почвы культиватором КПК-4, на глубину 10-12 см после ее созревания и второй раз перед посевом, на глубину 5-6 см, совмещая с внесением минеральных удобрений.

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).

В селекционном и контрольном питомниках проводились все фенологические наблюдения - отмечали даты начала посева, появления всходов, цветения метелок и початков кукурузы. Для определения вегетационного периода изучаемых линий учитывались такие признаки, как длина периода всходы-цветение початков, всходы-цветение метелок, уборочная влажность зерна.

В течение всего периода изучения материала делались учеты: количество растений перед уборкой, полегших и поврежденных растений к моменту

уборки, число растений, пораженных пузырчатой головней. За время вегетации проведены необходимые промеры морфологических признаков: высота растения, высота прикрепления початка. Для определения структуры урожая нами был проведен анализ количественных признаков растений кукурузы. К таким признакам относят длину початка, диаметр початка, количество рядов зерен, количество зерен в ряду, масса тысячи зерен и выход зерна с початков. Для этого было отобрано вручную по 10 початков для биометрического анализа с последующим взвешиванием и добавлением к общей урожайности делянки.

Учеты, промеры и наблюдения проводились согласно методике полевых опытов с кукурузой ВНИИ кукурузы [100].

Уборка новых самоопыленных линий в селекционном питомнике проходила вручную с последующим проведением всех необходимых промеров. Уборка тесткроссов проводилась с помощью селекционного комбайна Wintershtager delta с одновременным взвешиванием зерна с делянки и определением его уборочной влажности.

Для определения засухоустойчивости линейного материала, были использованы несколько методов.

Для определения уровня депрессии линейного материала, использовали метод оценки по Удовенко Г. В. [179, 180], так же была проведена визуальная оценка состояния линейного материала по шкале Иващенко В.Г. и Сотченко Ю.В. [51]. Критерий компактности растений и сумма отклонений были проведены по методике комплексной оценки засухоустойчивости самоопыленных линий ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова.

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 [20]. Оценка комбинационной способности новых самоопыленных линий в системе топкроссов проводилась по В.К. Савченко [135]. Результаты экологической пластичности и

стабильности тесткроссов, прошедших экологическое сортоиспытание, определяли согласно методике S.A. Eberhart и W.A. Russell [214].

Для определения селекционной ценности гибридов и линий использовали формулы, предложенные Орлянским Н.А. [115]. Описание количественных признаков самоопыленных линий и гибридов проводили по широкому унифицированному классификатору СЭВ и международному классификатору [200]. Статистическая обработка данных проводилась путем расчетов в Microsoft Excel, а также с использованием специализированных компьютерных программ Statistica, 6.0 и пакета компьютерных программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS версии 2.09 [156].

## **ГЛАВА 3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ КАК ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ВЫСОКОГЕТЕРОЗИСНЫХ ГИБРИДОВ**

### **3.1 Самоопыленные линии кукурузы исходный материал для селекции**

#### **3.1.1. Классификация нового исходного материала**

Для создания новых гибридов кукурузы, которые отвечали бы современным требованиям сельскохозяйственного производства, необходимо брать во внимание свойства и признаки исходного материала, взятого для скрещивания. В своих исследованиях А. Тройер делал акцент на том факте, что получение высоких результатов в селекционных программах по созданию новых самоопыленных линий кукурузы, которые обладали бы ценными селекционными признаками и высокой комбинационной способностью, влияющей на продуктивность новых гибридов, напрямую зависит от генетической ценности исходного материала.

Также, основной проблемой при создании инцухт линий кукурузы является обеднение генетического разнообразия, что значительно усиливает генетическую уязвимость к различным лимитирующим факторам, влияющим на урожайность получаемых гибридов. Учитывая актуальность этих проблем, в отделе начата работа по созданию нового раннеспелого и среднераннего исходного материала - самоопыленных линий кукурузы, которая стала частью более крупных исследований, включая в себя этап оценки и отбора уже полученного материала.

Всего в исследования было взято 45 новых самоопыленных линий, которые прошли предварительное тестирование после второго самоопыления. Весь изучаемый материал относился к таким группам зародышевых плазм как: Стиф Сток Синтетик, Ланкастер, Айодент, Миндзенпуста (Таблица 2).

Таблица 2 - Классификация самоопыленных линий кукурузы в зависимости от принадлежности к гетерозисным группам зародышевых плазм

Название линии	Гетерозисная группа	Условное обозначение	Количество линий
Лл0634; Лл0668; Лл0679; Лл0681; Лл0691; Лл0726; Лл0614; Лл0622; Лл0159 Лл0664;	Iodent	I	10
Лл008; Лл0600; Лл0602; Лл0603; Лл0604; Лл0627; Лл0647; Лл0701; Лл0713; Лл0718; Лл0619 Лл0660 Лл0630 Лл0631 Лл0671	Lancaster	L	15
Лл0608; Лл0635; Лл004; Лл002; Лл0682; Лл0693; Лл0610 Лл0710; Лл0601 Лл0730 Лл0690, Лл0731; Лл0633	Stiff Stalk Synthetic	SSS	13
Лл0667; Лл0677; Лл0694; Лл0706; Лл0720 Лл0696 Лл0637	Mindszenpuszta	M	7

Из таблицы видно, что изучаемые линии имели отношение ко всем, приведенным выше известным группам зародышевых плазм (Приложение 1). Самое большое количество образцов оказалось в группе зародышевой плазмы Lancaster (15 линий). Эта зародышевая плазма берет начало из сорта Lancaster Sure Crop, который произрастает в кукурузном поясе США. По вегетационному периоду линии данной зародышевой плазмы чаще всего являются позднеспелыми и среднеспелыми и обладают высокой комбинационной способностью по урожайности зерна. Растения данной группы высокорослые с крупным початком. Линии Lancaster устойчивы к большинству болезней кукурузы, также линии этой группы адаптированы для условий с недостатком влаги и используются в селекции на засухоустойчивость.

Следующая крупная группа самоопыленных линий (13 линий) относится к зародышевой плазме Stiff Stalk Synthetic. Родиной данной плазмы является кукурузный пояс США, а родоначальником синтетический сорт Iowa Stiff Stalk Synthetic

Для линий этой зародышевой плазмы характерны высокорослые растения с хорошо развитой корневой системой, початок среднего размера, зерно

зубовидное. Линии данной плазмы наилучший эффект гетерозиса проявляют при скрещивании с образцами, относящимися к плазме Lancaster.

Третьей по количеству образцов (10 линий) группой в наших исследованиях стали линии, относящиеся к зародышевой плазме Iodent. Происхождением своим данная зародышевая плазма обязана компании «Пионер», а родоначальником сорта является свободноопыляемый сорт Iowa Dent, разработанный в начале XX века. Линии, относящиеся к этой зародышевой плазме преимущественно среднеспелые, но присутствуют и раннеспелые, зерно зубовидное. Одной из особенностей данной зародышевой плазмы является устойчивость к корневым гнилям и полеганию.

Зародышевая плазма Mindszenpuszta в нашей работе представлена семью образцами. Эта плазма происходит от венгерского одноименного свободноопыляемого сорта Mindszenpuszta. Растения, относящиеся к данной зародышевой плазме в большинстве своем низкорослые, зерно кремнистое или полукремнистое, початок короткий и многорядный, линии подвержены полеганию. Представители данной плазмы имеют низкую резистентность к различным видам стеблевых и корневых гнилей, а также к пузырьчатой головне. Показывают наивысший гетерозисный эффект при скрещивании с линиями, относящимися к плазме Iodent.

Генетическое разнообразие исходного материала говорит об удачном планировании эксперимента и дает возможность отбора линий для создания гибридов устойчивых к болезням и адаптированным к засушливому климату с недостатком влаги. Помимо этого, задействование различных типов зародышевых плазм в исходном материале позволит выделить образцы с высоким эффектом гетерозиса.

Для определения общей комбинационной способности и дальнейшего разделения исходного материала по селекционной и хозяйственной ценности, нами было проведено топкроссное скрещивание.

Тестерами - анализаторами служили в большинстве своем перспективные простые гибриды, что значительно облегчало получение семенного материала

при создании новых гибридных комбинаций для проведения последующих сортоиспытаний.

В связи с тем, что часть линий, взятых в тестирование, были с закрытой генеологией, а также для получения более высокого эффекта гетерозиса при скрещивании, тестеры отбирались с различными комбинациями зародышевых плазм (Таблица 3). При планировании топкросной гибридизации каждая линия участвовала в скрещивании с тремя или двумя, в зависимости от блока, тестерами, относящимися к различным комбинациям гетерозисных групп.

Таблица 3 - Классификация тестеров кукурузы в зависимости от гетерозисной группы зародышевой плазмы

Название тестера	Комбинация гетерозисной группы
Кр742МхЛл0985; Кр742МхЛл0914	(I x L)
Кр742МхЛл0908; Лл0979хЛл0959; Кр714МхЛл0913	(I x SSS)
Лл0987хЛл0904	(SSS x L)
Лл0906	L
Лл0920	SSS

### **3.1.2. Оценка нового исходного материала (линий кукурузы) на принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы.**

В настоящее время в селекции кукурузы широкое применение получили линии смешанной плазмы, т е относящиеся к двум гетерозисным группам. Очень часто исходный материал, полученный из других учреждений, также принадлежит к смешанной плазме, а зачастую и вовсе с закрытой генеологией. В итоге при создании синтетических популяций для дальнейшей работы с исходным материалом, селекционер не застрахован от использования таких «сложных» линий. Следовательно, популяции, полученные для последующего самоопыления, не являются однородным материалом в отношении зародышевой плазмы. Таким образом, вновь созданные самоопыленные линии подлежат обязательной идентификации на принадлежность к той или иной группе зародышевой плазмы [24, 29, 40,59].

Существует несколько методов идентификации нового материала по отношению к гетерозисным группам. В отделе селекции и семеноводства



кукурузы «НЦЗ им П.П. Лукьяненко» для разделения нового исходного материала на гетерозисные группы зародышевой плазмы хорошо опробован метод кластерного анализа. Именно этот метод характеризуется простотой и доступностью исполнения. В то же время в систематизации новых линий данный метод наиболее наглядно отражает границы многомерного анализа [22, 28, 140,163].

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 [132, 164, 166, 178, 194].

В нашей работе все новые линии были получены путем самоопыления синтетических популяций с неоднородной зародышевой плазмой. Поэтому, для идентификации нового исходного материала были проведены тест скрещивания с линиями анализаторами, принадлежащими к основным гетерозисным группам зародышевой плазмы. В качестве тестеров анализаторов были использованы следующие линии: Кр740 – плазма Iodent; Кр7685 – плазма Lancaster; NS-73 – плазма Stiff Stalk Synthetic; Кр0815 – плазма Mindszenpuszta. Всего анализирующее тестирование прошло 24 новых самоопыленных линий с закрытой генеологией, в результате чего получено 96 простых гибридов. В качестве определяющего признака была взята урожайность зерна простых гибридов. Именно урожайность зерна позволяет методом кластерного анализа поделить весь набор новых линий на различные группы (кластеры), принадлежащие к другим гетерозисным формам зародышевой плазмы.

Идентификация нового исходного материала методом кластерного анализа по урожайности зерна гибридов, используя гетерозис, применяется многими селекционерами различных культур [43, 44, 105, 107, 227].

Результаты дисперсионного анализа урожайности зерна линий анализаторов в различных вариантах показали достоверность значений (Таблица 4).

Таблица 4 - Матрица статистических значений результата дисперсионного анализа по признаку «урожайность зерна» (2018-2019 гг.)

Линии анализаторы	Межгрупповые	Степень свободы	Внутригрупповые	Степень свободы	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Кр740 Iodent	1157,194	3	1153,456	20	6,68827	0,002626
Кр7685 Lancaster	2427,438	3	700,014	20	23,11799	0,000001
Кр0815 Mindszenpuszta	252,920	3	954,046	20	1,76735	0,185781
NS-73 Stiff Stalk Synthetic	2818,296	3	779,583	20	24,10087	0,000001

Непосредственно кластерный анализ заключался в определении генетических (Эвклидовых) дистанций между различными новыми линиями и между группами, в которые эти генотипы вошли. В нашем опыте эти группы являются различными гетерозисными группами зародышевой плазмы.

В результате проведенного анализа была составлена матрица генетических дистанций для пар, исследуемых линий внутри групп, данные представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Внутригрупповые генетические дистанции, основанные на гетерозисных эффектах маркерных линиях (2018-2019 гг.)

Кластер 1		Кластер 2		Кластер 3		Кластер 4	
Лл0634	6,04869	Лл008	7,814066	Лл0667	7,831502	Лл0608	5,520889
Лл0668	10,41080	Лл0600	6,420654	Лл0677	2,643602	Лл0635	6,668379
Лл0679	9,46330	Лл0602	5,535587	Лл0694	5,365595	Лл0693	3,105340
Лл0681	7,22910	Лл0603	3,794721	Лл0706	3,510878		
Лл0691	5,92157	Лл0604	5,510784	Лл0720	6,348919		
Лл0726	3,80308	Лл0627	6,133671				
		Лл0647	5,371303				
		Лл0701	3,952084				
		Лл0713	4,470973				
		Лл0718	6,807886				

Генетические дистанции между группами представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Межгрупповые генетические (Эвклидовые) дистанции, основанные на гетерозисных эффектах маркерных линий (2018 -2019 гг.)

Линии	Гетерозисная группа	Лл0634	Лл008	Лл0667	Лл0608
Лл0634	Iodent	0,0	47,1	19,3	21,2
Лл008 то же время	Lancaster	47,1	0,0	43,6	26,2
Лл0667	Mindszenpuszta	19,3	43,6	0,0	21,1
Лл0608	Stiff Stalk Synthetic	21,2	26,2	21,1	0,0

Эвклидовые дистанции удалось выявить за счет разницы в урожайности зерна исследуемых тесткроссов, основанной на гетерозисных эффектах линий анализаторов с известной зародышевой плазмой. Именно на основании таких различий были установлены размеры дивергенции внутри каждой группы, а также между изучаемыми гетерозисными группами.

В результате кластерного анализа было установлено, что различия эвклидовых дистанций внутри группы были значительно меньше, чем их расхождения между классами. Например, внутригрупповые генетические дистанции в первом кластере, относящемся к гетерозисной группе плазмы Iodent, варьировали от 3,8 до 10,4. Дивергенция генетических дистанций во втором кластере (Lancaster) варьировала от 3,8 до 7,8; третьего (Mindszenpuszta) – от 2,6 до 7,8 и четвертого кластера (Stiff Stalk Synthetic) – от 3,1 до 6,7. Таким образом, внутригрупповые генетические дистанции во всех четырех группах были незначительными и не превышали – 10,4.

В то же время, межгрупповые генетические дистанции были намного выше, чем внутригрупповые. Так их варьирование по всем группам составило от 19,3 до 47,1. Значительное увеличение генетических дистанций между

различными гетерозисными группами показало на то, что деление материала на кластеры было проведено правильно.

Более того, селекционерам известно, что максимальный гетерозис наблюдается между гетерозисными группами Iodent и Lancaster, а минимальный - между группами Iodent и Mindszenpuszta, что полностью подтверждается полученными данными (47,1 и 19,3 соответственно).

Таким образом, в результате кластерного анализа 24 новых самоопыленных линий было установлено, что в первый кластер вошло – 6 линий; во второй – 10 линий; в третий - 5 образцов и в четвертый кластер – 3 генотипа. На рисунке 1 представлена дендрограмма распределения новых линий кукурузы в результате кластерного анализа на основе генетических (Эвклидовых) дистанций.

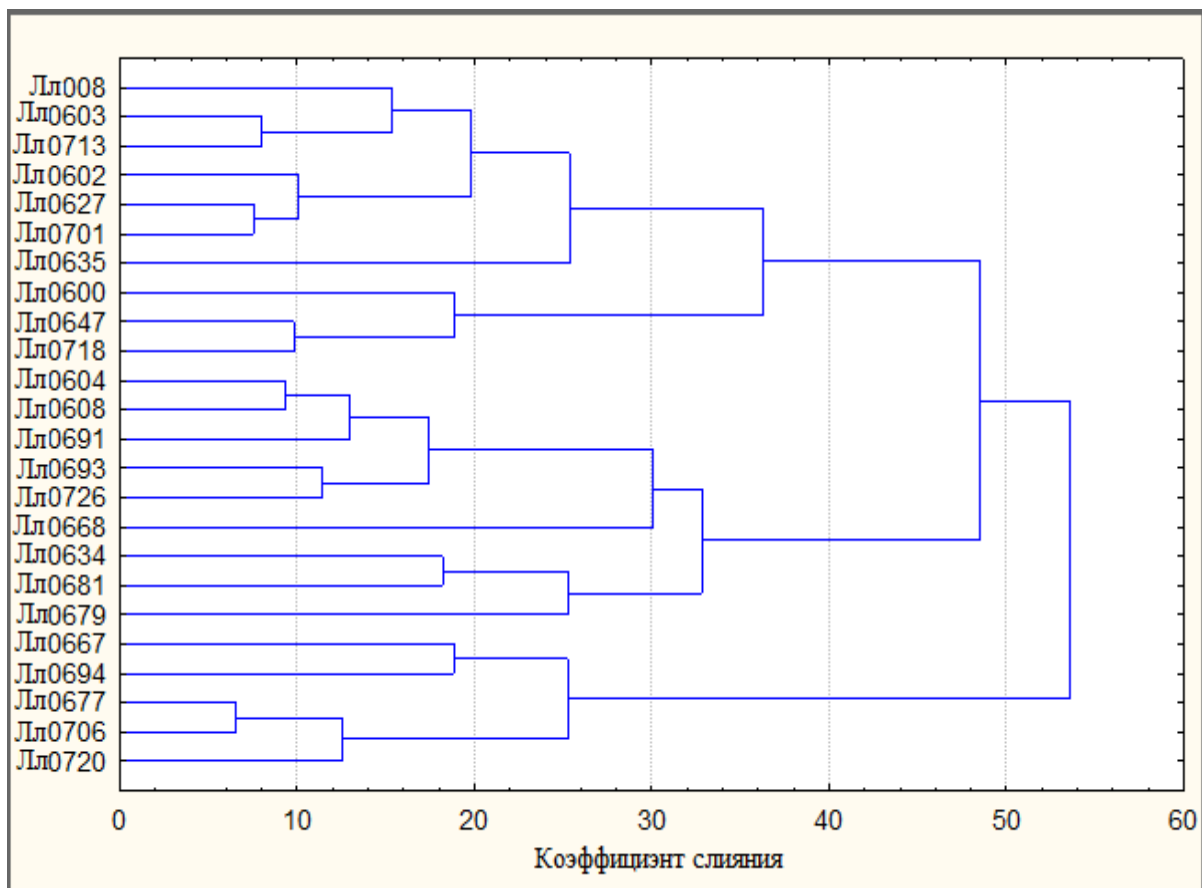


Рисунок 1 – Дендрограмма распределения новых линий кукурузы по кластерам (2018-2019 гг.)

Взаимодействие кластеров и маркерных линий с известной плазмой на основе гетерозиса по урожайности зерна приведено в графическом изображении (Рис. 2).

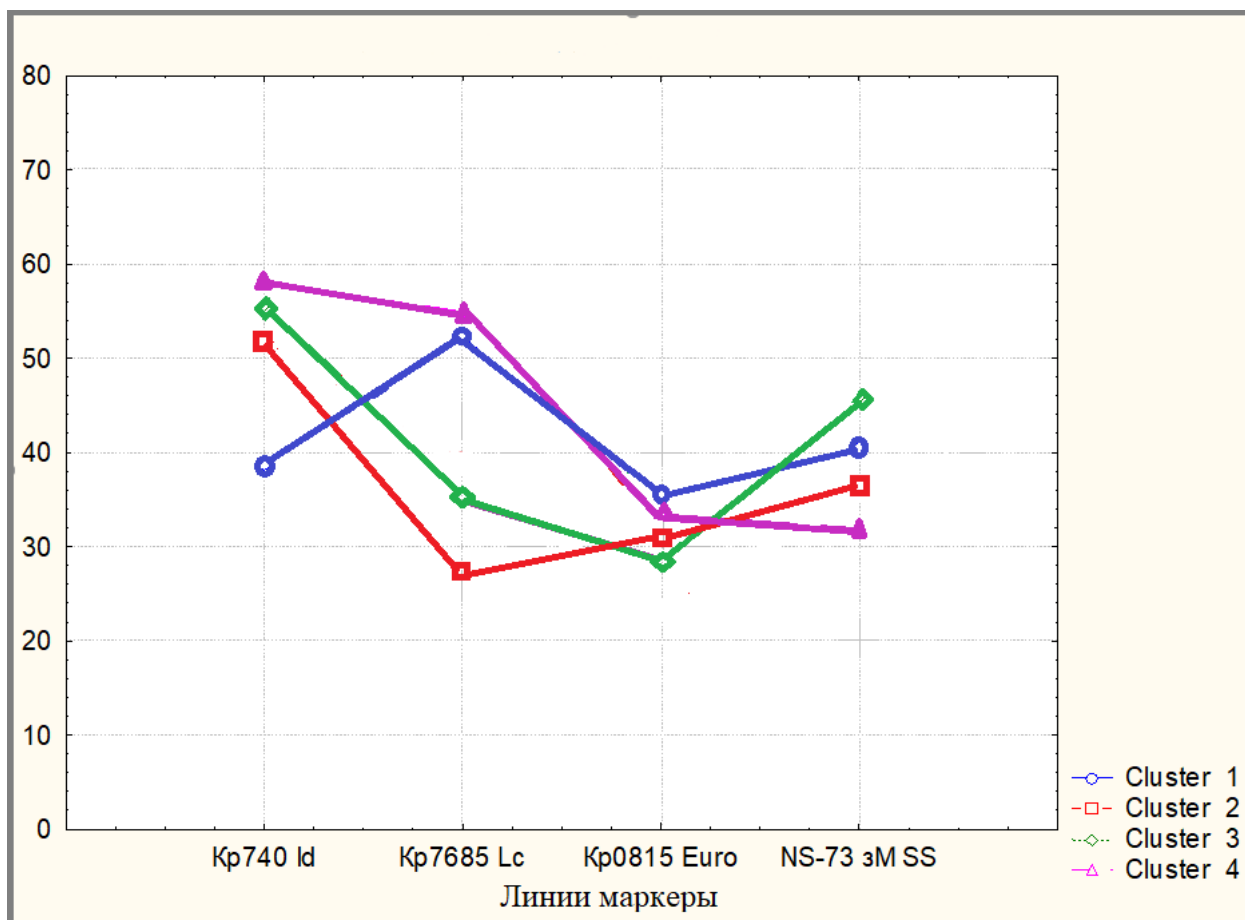


Рисунок 2 – Взаимосвязь кластеров и маркерных линий по урожайности зерна (2018-2019 гг.)

Взаимодействие кластеров с маркерными линиями рассмотрим на примере первого и четвертого кластеров. На графике видно, что первый кластер (Iodent) показал максимальную урожайность зерна с линией Kp7685, относящейся к гетерозисной группе (Lancaster) и минимальная продуктивность была с линией Kp740 (Iodent). Две оставшиеся группы занимали промежуточное положение. Четвертый кластер показал максимальную урожайность зерна с маркерной линией Kp740 (Iodent), а минимальную продуктивность с линией NS-73, принадлежащей к гетерозисной группе (Stiff Stalk Synthetic).

Данное распределение графика полностью соответствует уже известным проявлениям гетерозиса при взаимодействии различных гетерозисных групп.

Это обстоятельство подтверждает правильность распределения исходного материала на гетерозисные группы зародышевой плазмы.

Анализируя результаты кластерного анализа нового исходного материала самоопыленных линий кукурузы по признаку урожайности зерна, можно констатировать, что при помощи данного метода удалось провести идентификацию новых линий по отношению к гетерозисной группе зародышевой плазмы.

### **3.1.3. Деление исходного материала по вегетационному периоду.**

Продолжительность вегетационного периода исходного материала является одним из важнейших признаков, влияющих на реализацию селекционного потенциала создаваемых гибридов, а также на непосредственную возможность их возделывания в определенном регионе.

Одним из основных селекционно-ценных признаков самоопыленных линий является длина периода всходы – цветение початка. Проанализировав результаты за два года исследования, весь исходный материал был поделен на две группы по длительности вегетационного периода: на раннеспелую и среднераннюю группы. Так как в большинстве своем тестерами - анализаторами при топкроссных скрещиваниях служили известные простые гибриды, то дифференцировать их по группам спелости не составило труда. В таблицах 7 и 8 приведена характеристика изучаемых линий и тестеров в зависимости от их вегетационного периода.

Таблица 7 - Характеристика новых самоопыленных линий кукурузы по группам спелости, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Название линии	Группа Спелости	Дней от всходов до цветения початка	Количество линий
Лл0681, Лл0720, Лл0647, Лл0619, Лл0677, Лл0679, Лл0601, Лл0610, Лл0614, Лл0713, Лл0726, Лл0664, Лл0159, Лл0635, Лл0622, Лл0682, Лл0696, Лл0690, Лл0706, Лл0600,	Раннеспелая (ФАО 100-199)	50-60	20
Лл004, Лл0718, Лл0602, Лл0627, Лл0630, Лл0671, Лл0667, Лл0693, Лл0710, Лл0701, Лл0731, Лл0637, Лл0631, Лл0633, Лл0634, Лл0608, Лл0668, Лл0691, Лл0694, Лл0603, Лл0604, Лл0660, Лл008, Лл0730, Лл002	Среднеранняя (ФАО 200-250)	52-64	25

В результате дифференциации в раннеспелую группу вошли 20 самоопыленных линий и 4 тестера анализатора. В среднераннюю группу были включены 25 линий и 4 тестера. У самоопыленных линий разделение на раннеспелую и среднераннюю группы было чисто условным. Так, у раннеспелой группы период «всходы - цветение початка» составлял 50-60 дней, а у среднеранней 52-64 дня. У тестеров этот признак был более четко разделен на две группы: у раннеспелых 50 -55 дней и у среднеранних 55-60 дней.

Таблица 8 - Характеристика тестеров-анализаторов кукурузы по группам спелости, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Название тестера	Группа спелости	Дней от всходов до цветения початка	Количество тестеров
Кр742МхЛл0985; Лл0979хЛл0959; Кр714МхЛл0913; Лл0906	Раннеспелая (ФАО 100-199)	50-55	4
Кр742МхЛл0914; Кр742МхЛл0908; Лл0987хЛл0904; Лл0920	Среднеранняя (ФАО 200-250)	55-60	4

Важнейшим показателем, при оценке исходного материала для создания высокогетерозисных гибридов с высокой урожайностью зерна, являются значения общей и специфической комбинационной способности. Поэтому,

изучаемые признаки и их характеристики будут приведены для линий с высокими значениями ОКС и СКС.

Результаты изучения признака «период всходы-цветение початков» для лучших раннеспелых линий представлены в таблице 9. Средний показатель за два года изучения в этой группе составил 53,6 дня. Максимальное значение периода наблюдалось у линий Лл0610 и Лл0622– 54,5 дней, минимальное у линии Лл0696 – 50,0 дней.

Таблица 9 – Значения признака «период всходы-цветение початков», у лучших раннеспелых линий кукурузы, «НЦЗ им П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Линия	Период всходы-цветение початков, дней		
	2017г	2018г	Среднее
Лл0610	57	52	54,5
Лл0614	54	50	52,0
Лл0622	55	54	54,5
Лл0635	55	51	53,0
Лл0679	55	52	53,5
Лл0696	50	50	50,0
Лл0706	53	52	52,5
Лл0713	55	51	53,0
Среднее по опыту	55,6	51,6	53,6
дов.инт. ±	0,50	0,40	0,45

В таблице 10 приведены значения коэффициента вариации по признаку «период всходы-цветение початков» у раннеспелых линий кукурузы. Согласно статистическому показателю, коэффициент вариации по данному признаку был незначительным, так как его значение было ниже, чем 10% ( $CV < 10\%$ ). Такой низкий показатель коэффициента вариации говорит об однородности и выравненности материала по данному признаку.



Таблица 10 - Варьирование признака «период всходы-цветение початков» у новых раннеспелых самоопыленных линий кукурузы, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Период всходы-цветение початков, дней		
	2017	2018	Среднее
N	20	20	20
X <sub>ср.</sub> дн.	55,10	51,59	53,34
X <sub>min.</sub> дн.	50,00	50,00	50,00
X <sub>max.</sub> дн.	60,00	55,00	57,50
Lim, дн	9,00	5,00	7,00
S	1,74	1,31	1,52
CV, %	3,17	2,55	2,86
дов.инт. ±	0,53	0,40	0,46

В среднеранней группе (Таблица 11) среднее значение данного признака составило 56,9 дня, что на 4 дня выше, чем в раннеспелой группе. Среди лучших линий максимальный вегетационный период имела линия Лл0608, с показателем - 59,5 дней от всходов до цветения початка, и минимальный – линия Лл0730 (53,0 дня).

Таблица 11 - Характеристика лучших среднеранних линий кукурузы по признаку «период всходы-цветение початков», дней «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Линия	Период всходы-цветение початков, дней		
	2017г	2018г	Среднее
Лл002	61	57	59,0
Лл008	55	54	54,5
Лл0602	62	56	59,0
Лл0608	64	55	59,5
Лл0637	55	56	55,5
Лл0671	57	54	55,5
Лл0718	57	54	55,5
Лл0730	54	52	53,0
Среднее по опыту	58,92	54,90	56,91
дов.инт. ±	0,93	0,76	0,84

Анализируя результаты варьирования признака «период всходы-цветение початков» у новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы (таблица 12), следует отметить, что они были немного выше, чем в раннеспелой группе. Хотя

по значению так же являлись незначительными, их значения были ниже, чем 10% ( $CV < 10\%$ ).

Таблица 12 – Варьирование признака «период всходы-цветение початков» у новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Период всходы-цветение початков, дней		
	2017г	2018г	Среднее
N	25	25	25
X <sub>ср</sub> , дн.	58,92	54,90	56,91
X <sub>min</sub> , дн.	55,00	51,00	55,00
X <sub>max</sub> , дн.	64,00	61,00	60,50
Lim, дн	9	10	9,50
S	2,78	2,37	3,57
CV, %	4,77	4,15	4,46
дов.инт. ±	0,93	0,76	0,84

Низкое варьирование признака «период всходы-цветение початков» в обеих группах линий, как в раннеспелой, так и в среднеранней, указывает на выровненность изучаемого материала по данному признаку. Собственно, как мы и подчеркивали выше, нами была взята группа линий очень близких по вегетационному периоду.

Для наглядности, процентное распределение линий по критерию «период всходы-цветение початков» представлено на рисунке 3.

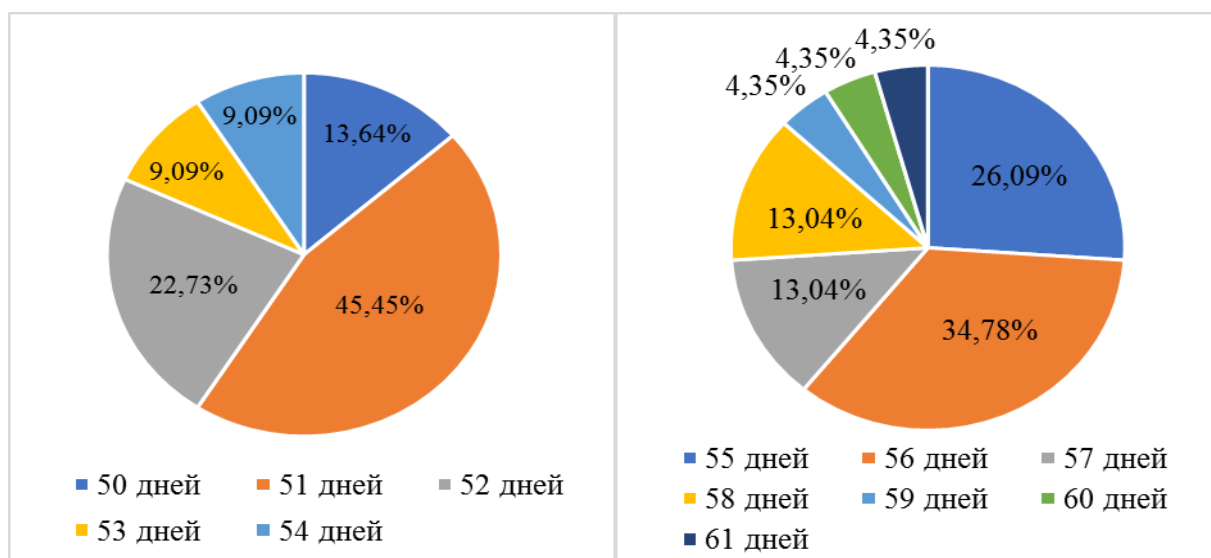


Рисунок 3 – Распределение новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) линий кукурузы по признаку «период всходы-цветение початков», (2017-2018 гг.)

Как видно из диаграммы в раннеспелой группе максимальное количество линий (45,5 %) имели рассматриваемый признак в пределах 51 дня. А в среднеранней группе данный признак соответствовал 56 дням и составлял 34,8 %.

### **3.2. Характеристика основных селекционных признаков новых линий кукурузы.**

При оценке нового исходного материала большое внимание уделяется тем признакам и характеристикам линий, которые влияют на выбор родительских пар для гибридизации при создании хозяйственно ценных гибридов кукурузы, адаптированных к индустриальной технологии возделывания. К таким признакам в первую очередь относятся «урожайность зерна», «высота растений» и «высота прикрепления початка».

Важнейшей оценкой самоопыленных линий является их комбинационная способность. Но при использовании линии в качестве исходного материала для высокогетерозисных гибридов не менее важна их урожайность зерна. Какой бы ценной по комбинационной способности не была линия, но использование ее в семеноводстве при производстве гибридов безусловно требует высокой урожайности зерна. Именно поэтому очень важна оценка нового исходного материала на его продуктивность. Для этого было проведено сортоиспытание 45 новых самоопыленных линий кукурузы по типу контрольного питомника. Методика сортоиспытания использовалась та же, что и при изучении гибридов. Делянка двухрядковая, площадь 9,8 м. кв., повторность трехкратная. Посев и уборка проводились вручную с последующим обмолотом и взвешиванием зерна с делянки. На делянках и на, убранных початках проведены все необходимые биометрические анализы. Результаты анализа урожайных данных приводятся отдельно для раннеспелых и среднеранних линий. В таблице 13 приведено варьирование признака «урожайность зерна» у раннеспелой группы линий за два года изучения.

Таблица 13 – Варьирование признака «урожайность зерна» у новых раннеспелых самоопыленных линий кукурузы, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га		
	2017г	2018г	Среднее
N	20	20	20
X <sub>ср</sub> , ц/га	20,0	15,2	17,6
X <sub>min</sub> , ц/га	9,8	9,3	9,5
X <sub>max</sub> , ц/га	31,4	26,3	28,8
Lim, ц/га	21,6	17,0	19,3
S	6,3	4,8	5,5
CV, %	31,4	31,6	31,5

Коэффициент вариации урожайности зерна новых самоопыленных линий был высоким в оба года изучения (31,4 и 31,6 %) соответственно. Размах варьирования признака (Lim, ц/га) также высокий – 21,6 ц/га и 17,0 ц/га по годам. Новые линии сильно различались между собой по урожайности зерна. Так максимальная урожайность зерна была в пределах 28,8 ц/га, а минимальная 9,5 ц/га в среднем за годы исследований.

В таблице 14 приведена характеристика лучших раннеспелых линий по признаку урожайность зерна.

Таблица 14 - Характеристика лучших раннеспелых линий кукурузы по признаку «урожайность зерна», «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Линия	Урожайность зерна, ц/га		
	2017г	2018г	Среднее
Кр0664	31,4	26,3	28,8
Кр0635	29,9	23,8	26,8
Кр0614	28,6	23,1	25,9
Кр0681	22,9	19,8	21,3
Кр0706	23,9	17,4	20,7
Кр0610	24,4	16,4	20,4
Кр0720	22,3	16,8	19,6
Кр0679	24,2	14,5	19,4
Среднее по опыту	20,0	15,2	17,6
НСР <sub>05</sub>	2,1	2,3	

Максимальная урожайность в опыте среди раннеспелых линий была у Лл0664 и составила 28,8 ц/га. В более благоприятный 2017 год урожайность этой линии достигала 31,4 ц/га. Урожайность такого уровня является очень высоким показателем для раннеспелого материала. Хотелось бы отметить тот факт, что среди восьми линий с максимальной урожайностью зерна присутствуют четыре образца с высокой общей комбинационной способностью по этому признаку. Это новые линии Лл0610; Лл0614; Лл0635; Лл0679. В то же время новые линии Лл0713 и Лл0706 показали высокую специфическую комбинационную способность по урожайности зерна. Именно эти линии являются ценным исходным материалом для создания высокоурожайных гибридов на промышленной основе.

На рисунке 4 показано распределение раннеспелых и среднеранних линий по урожайности зерна. Так, самой многочисленной группой (35 %) были линии с урожайностью зерна от 10 до 15 ц/га. В то время как линии с урожайностью от 25 до 30 ц/га составляли лишь 15 %. Примерно такое же соотношение сохранялось и у среднеранних линий.

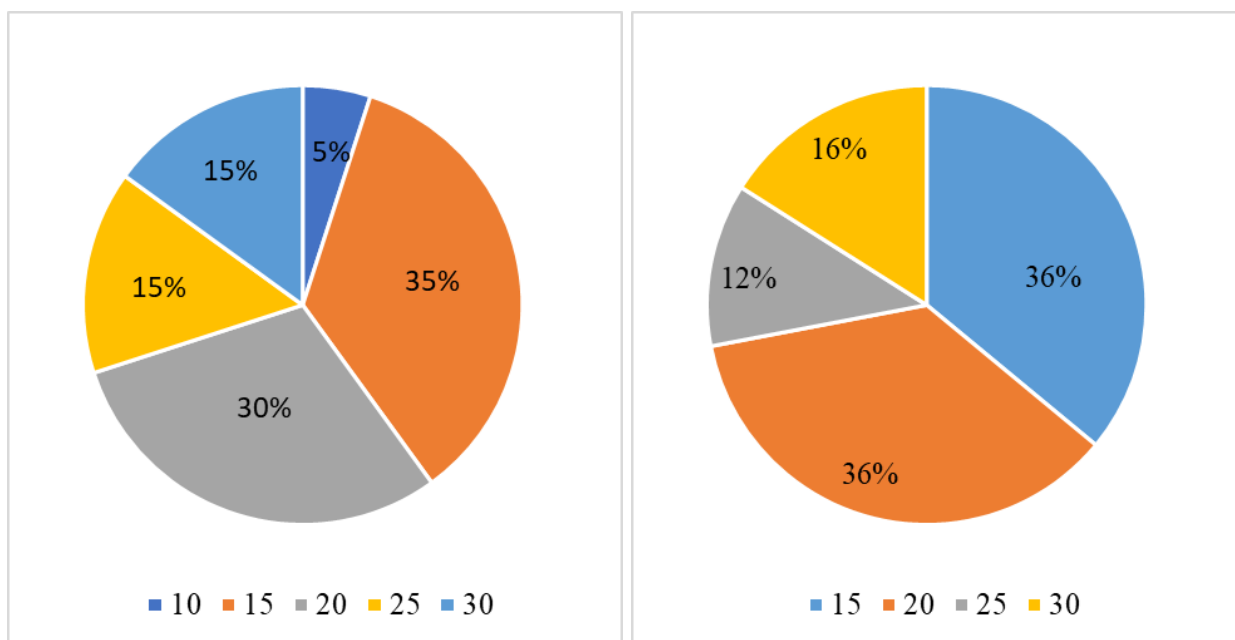


Рисунок 4 – Распределение новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) линий кукурузы по признаку «урожайность зерна», (2017-2018 гг.)

В таблице 15 приведено варьирование новых линий среднеранней группы.

Таблица 15 – Варьирование признака «урожайность зерна» у новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га		
	2017г	2018г	Среднее
N	25	25	25
X <sub>ср</sub> , ц/га	21,0	15,8	18,4
X <sub>min</sub> , ц/га	13,9	9,0	11,4
X <sub>max</sub> , ц/га	32,0	28,6	30,3
Lim, ц/га	18,1	19,6	18,8
S	5,4	6,2	5,8
CV, %	25,5	39,2	32,3

Коэффициент вариации в данной группе был также очень высоким и составлял 25,5 и 39,2 % по годам исследований. Высокое варьирование признака «урожайность зерна» как в раннеспелой группе, так и в среднеранней позволяет вести эффективный отбор на улучшение этого фактора.

В таблице 16 приведена характеристика лучших самоопыленных линий среднеранней группы.

Таблица 16 - Характеристика лучших среднеранних линий кукурузы по признаку «урожайность зерна», «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Линия	Урожайность зерна, ц/га		
	2017г	2018г	Среднее
Кр0627	32,0	26,7	29,3
Кр0630	31,4	25,0	28,2
Кр0731	26,2	28,6	27,4
Кр0634	29,7	23,1	26,4
Кр0631	24,3	21,8	23,1
Кр0730	20,2	23,5	21,8
Кр0718	25,6	17,3	21,4
Кр0671	21,3	16,8	19,0
Среднее по опыту	21,0	15,8	18,4
НСР <sub>05</sub>	2,1	2,3	

Максимальную урожайность зерна в данной группе имела линия Лл0627. Она сформировала урожайность зерна 32,0 и 26,7 ц/га в зависимости от года изучения.

Следует отметить, что среди восьми лучших по урожайности зерна три линии – Лл0730; Лл0718; Лл0671 показали высокую общую комбинационную способность, а образцы Лл002 и Лл0637 – специфическую комбинационную способность.

В связи с тем, что годы изучения линейного материала были контрастными по погодным условиям, нам представилась возможность проследить влияние климата на урожайность зерна исходного материала. На рисунке 5 приведена урожайность зерна лучших самоопыленных линий в зависимости от года исследований.

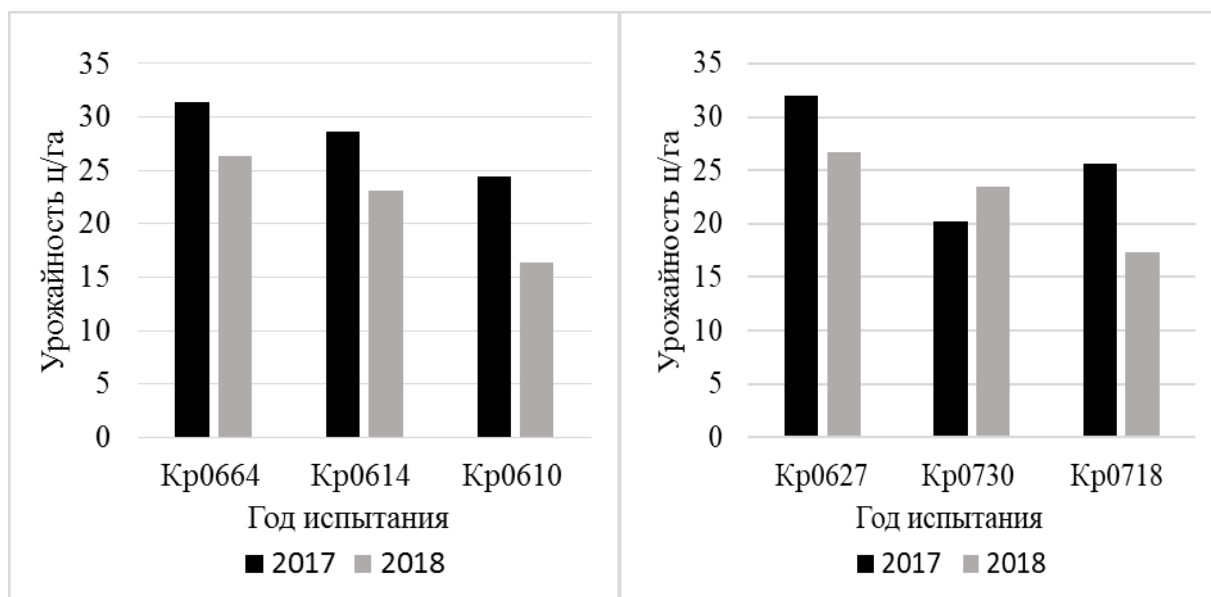


Рисунок 5 – Урожайность зерна лучших новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) новых самоопыленных линий кукурузы (2017-2018 гг.)

Таким образом, проведя двухгодичные сортоиспытания новых самоопыленных линий кукурузы, нам удалось выделить ценный исходный материал по основным селекционным признакам. Так по признаку урожайность зерна были выделены новые линии способные давать 20-30 ц/га независимо от года выращивания.

В качестве второго важного морфологического признака новых линий рассмотрим высоту растений.

Многие селекционеры отмечали положительную корреляционную зависимость между высотой растения у исходного материала и у гибридов с участием этих линий. Характеристика изучаемых лучших раннеспелых самоопыленных линий кукурузы по признаку «высота растений» за два года изучения представлена в таблице 17.

Из таблицы видно, что высота растений лучших раннеспелых гибридов была в интервале 130,5÷179,5 при средней высоте по опыту  $X_{\text{ср}} = 150,9$  см за все годы испытаний.

Несмотря на то, что материал довольно выровненный, отдельные линии показали достаточно высокие результаты по данному признаку. Хочется отметить линию Лл0635, высота которой в отдельные годы была 191,5 см., а за два года 179,5 см., при средней высоте по опыту 150,9 см.

Таблица 17 - Характеристика лучших раннеспелых линий кукурузы по признаку «высота растений», «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Линия	Высота растений, см		
	2017г	2018г	Среднее
Лл0610	172,5	145,5	159,0
Лл0614	164,0	146,5	155,3
Лл0622	136,0	125,0	130,5
Лл0635	191,5	167,5	179,5
Лл0679	157,0	143,5	150,3
Лл0696	159,0	136,5	147,8
Лл0706	168,5	160,5	164,5
Лл0713	139,0	133,0	136,0
Среднее по опыту	156,13	145,85	150,9
НСР <sub>05</sub>	2,3	1,8	2,05

Коэффициент вариации по «высоте растения» у раннеспелой группы (Таблица 18) был средним и за 2 года изучения составил 13,2% ( $CV > 10\%$ ). В то же время размах варьирования данного признака был значительным и составил 87,0 см. за два года изучения. Так, минимальная высота растений у раннеспелых линий была 114,0 см., в то время как максимальная составила – 201,0 см.



Таблица 18 – Варьирование признака «высота растений» у новых раннеспелых самоопыленных линий кукурузы, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Высота растений, см		
	2017г	2018г	Среднее
N	20	20	20
X <sub>ср</sub> , см.	156,13	145,85	150,9
X <sub>min</sub> , см.	112,0	116,0	114,0
X <sub>max</sub> , см.	201,0	201,0	201,0
Lim, см.	89,0	85,0	87,0
S	22,43	17,44	19,9
CV, %	14,36	11,96	13,2

У лучших среднеранних гибридов (Таблица 19) высота растений варьировала в интервале 132,5÷182,7 при среднем габитусе по опыту X<sub>ср</sub> =160,2 см. за два года испытаний. Показатели высоты растений лучших среднеранних линий достаточно разнятся. Так линия Лл008 и Лл0602 имели высоту растений в среднем за два года изучений 182,5 и 182,7 см. соответственно. В отдельные годы высота растений этих линий превышала 190 см.

Таблица 19 - Характеристика лучших среднеранних линий кукурузы по признаку «высота растений», «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Линия	Высота растений, см		
	2017г	2018г	Среднее
Лл002	161,5	168,0	164,7
Лл008	192,5	172,5	182,5
Лл0602	191,5	174,0	182,7
Лл0608	144,5	139,5	142,0
Лл0637	164,0	147,5	155,7
Лл0671	138,5	142,5	140,5
Лл0718	169,0	138,0	153,5
Лл0730	133,0	132,0	132,5
Среднее по опыту	165,6	154,8	160,2
НСР <sub>05</sub>	3,1	2,7	2,9

В среднеранней группе варьирование признака «высота растений» было ниже, чем в раннеспелой (Таблица 20).

Таблица 20 - Варьирование признака «высота растений» у новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Высота растений, см		
	2017г	2018г	Среднее
N	25	25	25
$X_{\text{ср}}$ , см.	165,6	154,8	160,2
$X_{\text{min}}$ , см.	123,0	120,0	121,5
$X_{\text{max}}$ , см.	199,0	180,0	189,5
Lim, см.	76,0	60,0	68,0
S	19,5	15,2	17,3
CV, %	11,8	9,79	10,8
$HCp_{05}$	3,1	2,7	2,9

Коэффициент вариации в этой группе был средний по каждому году исследований, и составил 10,8 ( $CV > 10\%$ ). Тем не менее, варьирование этого признака составило за два года изучения 76 и 60 см. Так, максимальная высота растений в 2017 году была 199,0 см., а минимальная всего 123,0 см.

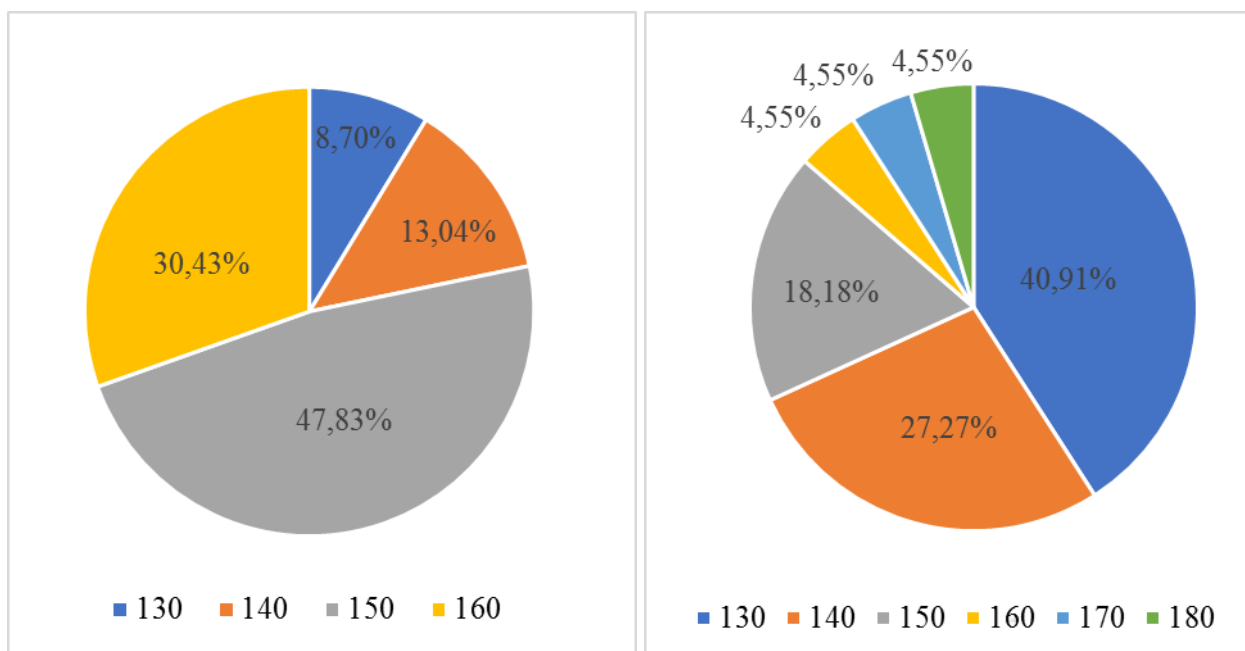


Рисунок 6 – Распределение новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) линий кукурузы по признаку «высота растений», (2017-2018 гг.)

На рисунке 6 мы видим, что большинство раннеспелых линий 47,83% входило в интервал от 150 до 160 см по высоте растения, а в среднеранней

группе 40% генотипов входило в интервал от 130 до 140, что подтверждает сделанный нами вывод о большой однородности исходного материала по признаку «высота растений».

Признак «высота прикрепления початка» является одним из основных признаков для производителей. По утверждению ряда авторов, он в значительной степени зависит от высоты растений. В таблице 21 приведены значения варьирования признака «высота прикрепления початка». Судя по данным таблицы, варьирование ( $Lim$ , см) этого признака было высоким, в среднем за два года – 45,5 см, коэффициент вариации был так же высоким и составил 25,2%.

Таблица 21 - Варьирование признака «высота прикрепления початка» у новых раннеспелых самоопыленных линий кукурузы, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Высота прикрепления початка, см		
	2017г	2018г	Среднее
N	20	20	20
$X_{ср}$ , см.	45,3	48,2	46,7
$X_{min}$ , см.	23,0	32,0	27,5
$X_{max}$ , см.	72,0	74,0	73,0
$Lim$ , см.	49,0	42,0	45,5
S	12,3	11,2	11,7
CV, %	27,3	23,2	25,2

В группе раннеспелых линий признак «высота прикрепления початка» имел самое высокое варьирование из всех морфологических признаков. Так, минимальное значение этого признака в среднем за два года составило 27,5 см., в то время как максимальное – 73,0 см. Большое разнообразие исследуемого материала по высоте прикрепления початка дает возможность вести эффективный отбор по этому признаку.

В таблице 22 приведена характеристика лучших раннеспелых линий по признаку «высота прикрепления початка». Анализируя данные таблицы, можно выделить раннеспелую линию Лл0635, высота прикрепления початка которой

составила 71,5 см. за два года исследований. При большом варьировании рассматриваемого признака следует отметить тот факт, что все выделенные линии имели высоту прикрепления початка в пределах необходимых для механизированной уборки кукурузы.

Таблица 22 - Характеристика лучших раннеспелых линий кукурузы по признаку «высота прикрепления початка», «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Линия	Высота прикрепления початка, см		
	2017г	2018г	Среднее
Лл0610	58,5	50,5	54,5
Лл0614	57,5	54,0	55,7
Лл0622	42,5	40,5	41,5
Лл0635	72,0	71,0	71,5
Лл0679	40,0	39,0	39,5
Лл0696	39,5	39,5	39,5
Лл0706	36,5	46,0	41,3
Лл0713	38,5	40,5	39,5
Среднее по опыту	45,3	48,2	46,7
НСР <sub>05</sub>	2,64	2,53	2,58

В среднераннем блоке (Таблица 23) варьирование признака «высота прикрепления початка» так же было значительным и составило  $Lim$ , см. – 54,0 см. Коэффициент вариации CV, % был высоким - 22,6 %.

Таблица 23 - Варьирование признака «высота прикрепления початка» у новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Высота прикрепления початка, см		
	2017г	2018г	Среднее
N	25	25	25
$X_{ср}$ , см.	56,2	57,1	56,6
$X_{min}$ , см.	30,0	36,0	33,0
$X_{max}$ , см.	88,0	86,0	87,0
$Lim$ , см.	58,0	50,0	54,0
S	13,3	12,3	12,8
CV, %	23,6	21,6	22,6

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 24). В то же время следует выделить среднераннюю линию Лл0602. Высокое прикрепление початка (68,7 см.) у этой линии связано со значительной высотой самого растения (182,7 см.).

Таблица 24 - Характеристика лучших среднеранних линий кукурузы по признаку «высота прикрепления початка», «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Линия	Высота прикрепления початка, см		
	2017г	2018г	Среднее
Лл002	48,5	58,0	53,3
Лл008	59,0	58,5	58,7
Лл0602	79,0	58,5	68,7
Лл0608	50,5	42,0	46,2
Лл0637	51,0	52,5	51,7
Лл0671	40,5	37,5	39,0
Лл0718	72,0	61,5	66,7
Лл0730	41,5	59,0	50,2
Среднее по опыту	56,2	57,1	56,6
НСР <sub>05</sub>	3,32	3,78	3,55

Графическое распределение новых линий раннеспелой и среднеранней группы по признаку «высота прикрепления початка» за все годы изучения приведено на рисунке 7.

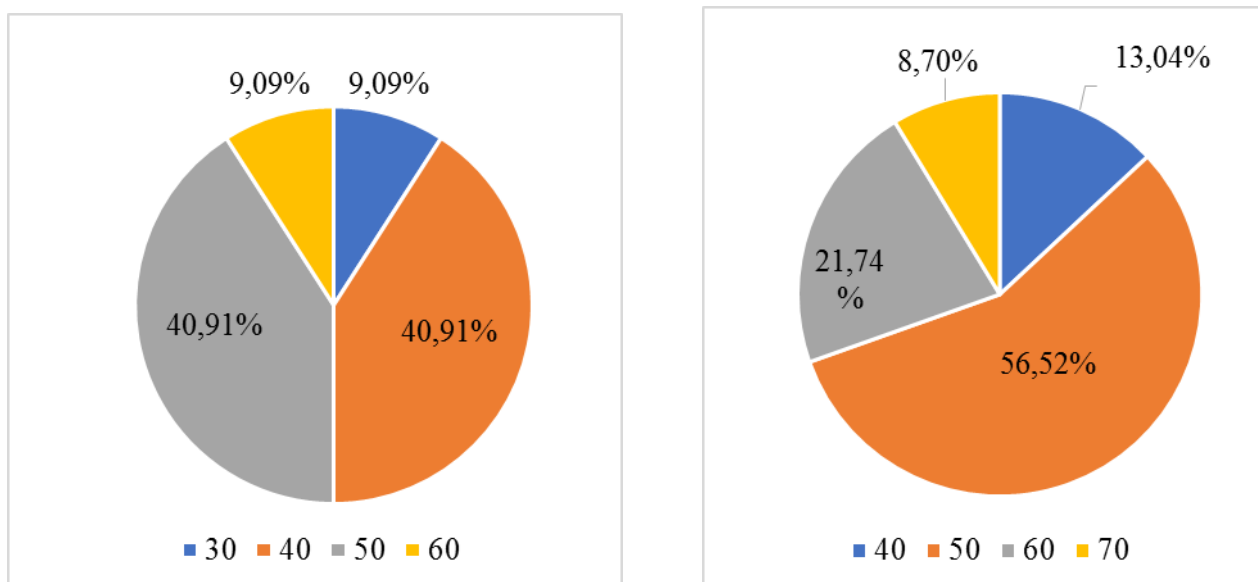


Рисунок 7 – Распределение новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) линий кукурузы по признаку «высота прикрепления початка», (2017-2018 гг.)

Как видно из рисунка, 80 % раннеспелых линий имели высоту прикрепления початка от 50 до 70 см, при средней высоте прикрепления початка  $x_{ср.} = 46,7$  см. Большинство линий среднеранней группы располагалось в интервале 50 до 60 см, при средней высоте прикрепления початка  $x_{ср.} = 56,6$  см.

### 3.3. Характеристика морфо-биологических признаков новых линий кукурузы.

При оценке исходного материала, большое внимание следует уделять анализу компонентов, составляющих структуру урожая. В ходе исследований нами был проведен полный анализ наиболее значимых количественных признаков початка, таких как: длина и диаметр початка, количество рядов зерен и количество зерен в ряду, а также вес зерна с початка.

Размер початка является одним из наиболее важных количественных признаков, влияющих на формирование урожая кукурузы. Под размерами початка понимают его длину и диаметр. В таблице 25 представлено значение коэффициента вариации хозяйственно-ценных признаков нового линейного исходного материала кукурузы (Приложение 7).

Как мы видим, средним и высоким коэффициентом вариации характеризуются только признаки «количество рядов зерен» и «масса зерна с

початка», их значение составило в 2017 году 11,48% и 21,55%, а в 2018 году 10,80% и 30,59% соответственно.

Таблица 25 – Варьирование хозяйственно-ценных признаков новых раннеспелых самоопыленных линий кукурузы, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Признак	Значения варьирования					
	$X_{cp} \pm s_x$	$X_{min}$	$X_{max}$	Lim	CV, %	S
Год исследований	2017г					
Количество линий, шт.	20	20	20	20	20	20
Длина початка, см.	15,42	12,40	17,55	5,15	9,16	1,41
Диаметр початка, см.	3,55	3,10	4,05	0,95	6,68	0,24
Кол. рядов зерен, шт.	14	12	17	6,0	11,48	1,65
Кол. зерен в ряду, шт.	29,07	25,50	35,00	9,5	9,76	2,84
Масса зерна с початка, г	71,55	44,70	113,05	68,8	21,55	15,41
Год исследований	2018г					
Количество линий, шт.	22	22	22	22	22	22
Длина початка, см.	13,71	10,80	16,55	7,2	11,2	1,53
Диаметр початка, см.	4,15	3,00	4,00	1,0	7,75	0,27
Кол. рядов зерен, шт.	14	12	17	5,0	10,80	1,59
Кол. зерен в ряду, шт.	25,86	19,50	35,50	16,0	14,32	3,70
Масса зерна с початка, г	56,59	33,10	88,80	55,7	30,59	17,31

Именно по данным признакам можно целенаправленно вести отбор на улучшение показателей. В таблице 26 дана характеристика лучших раннеспелых линий по основным количественным признакам. Анализируя данные таблицы, хотелось бы прокомментировать один из наиболее значимых признаков – массу зерна с початка.

Таблица 26 – Результаты биометрического анализа початков новых самоопыленных раннеспелых линий кукурузы, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Линия	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Кол. рядов зерен, шт.	Кол. зерен в ряду, шт.	Масса зерна с початка, г
Лл0610	14,5	3,4	16	26,5	65,9
Лл0614	16,3	3,3	16	27,8	71,7
Лл0622	13,8	3,3	14	24,3	49,9
Лл0635	15,9	3,6	16	33,8	82,6
Лл0679	14,2	3,8	16	29,5	87,6
Лл0696	14,4	3,4	12	29,0	60,7
Лл0706	15,1	3,5	14	28,5	70,4
Лл0713	14,7	3,9	16	25,5	55,9
Среднее по опыту	14,5	3,5	14,5	27,5	64,1

Среди лучших раннеспелых линий максимальный вес зерна с початка имели линии Лл0679 и Лл0635 – 87,6 и 82,6 граммов, соответственно.

Большая масса зерна с початка у этих линий сформировался за счет сочетания комплекса лучших показателей по ряду признаков, это длины початка, количества рядов зерен, количества зерен в ряду.

В среднеранней группе варьирование количественных признаков элементов структуры урожая было очень близко к таковой у раннеспелой группы. В таблице 27 представлены результаты варьирования количественных признаков среднеранних линий кукурузы. Средним и высоким коэффициентом вариации характеризовались признаки «количество рядов зерен», «количество зерен в ряду», «масса зерна с початка». Следует отметить, что большинство рассмотренных линий имели показатели количественных признаков значительно выше, чем в среднем по опыту.



Таблица 27 – Варьирование хозяйственно-ценных признаков новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Признак	Значения варьирования					
	$X_{\text{ср}} \pm S_x$	$X_{\text{min}}$	$X_{\text{max}}$	Lim	CV, %	S
Год исследований	2017г					
Количество линий, шт.	25	25	25	25	25	25
Длина початка, см.	15,38	13,30	18,20	4,9	10,27	2,5
Ширина початка, см.	3,5	2,85	4,15	1,3	9,23	0,1
Кол. рядов зерен, шт.	14	12	18	6	12,18	3,32
Кол. зерен в ряду, шт.	29,76	24,00	37,00	13	12,41	4,3
Масса зерна с початка, г	73,40	41,4	110,10	68,7	24,50	20,12
Год исследований	2018г					
Количество линий, шт.	22	22	22	22	22	22
Длина початка, см.	15,35	13,30	18,20	4,9	10,47	2,58
Ширина початка, см.	3,55	2,95	4,15	1,2	8,26	0,9
Кол. рядов зерен, шт.	14	10	18	8	15,86	4,7
Кол. зерен в ряду, шт.	25,59	16,50	33,00	16,50	15,06	3,45
Масса зерна с початка, г	55,13	21,20	94,45	73,25	33,57	17,87

Результаты биометрического анализа количественных признаков лучших среднеранних линий представлены в таблице 28.

Анализируя данные таблицы, как и в предыдущем случае мы остановимся на комментарии признака – масса зерна с початка. Высокие показатели данного признака отмечались у трех среднеранних линий – Лл0730, Лл0718, Лл0608. Линия Лл0730 имела массу зерна с початка – 75,8 граммов, при 64,3 г. в среднем по опыту. Столь высокие показатели массы зерна с початка у этой линии были достигнуты за счет длинного початка (16,3 см.), а значит и большого количества зерен в ряду (35,3 шт.) и крупности самого зерна. Линия Лл0730 обладает крупным зерном.

Таблица 28 – Результаты биометрического анализа початков новых самоопыленных среднеранних линий кукурузы, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Линия	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Кол. рядов зерен, шт.	Кол. зерен в ряду, шт.	Масса зерна с початка, г
Лл002	14,5	3,3	12	24,0	41,5
Лл008	14,9	3,7	14	24,3	52,4
Лл0602	14,8	3,6	18	25,7	55,8
Лл0608	14,1	3,4	12	27,5	74,5
Лл0637	15,0	3,6	14	29,8	61,2
Лл0671	16,8	3,7	18	26,5	73,3
Лл0718	14,7	3,8	16	26,5	74,5
Лл0730	16,3	3,4	14	35,3	75,8
Среднее по опыту	15,4	3,5	13,9	27,7	64,3

Проанализировав результаты биометрии количественных признаков, обеспечивающих формирование урожая новых самоопыленных линий, можно отметить, что большинство линий представили значительную изменчивость изучаемых признаков, что позволит вести отбор на улучшение нового исходного материала.

#### **3.4. Оценка самоопыленных линий кукурузы на засухоустойчивость**

Одним из наиболее значимых экстремальных экологических факторов среды, влияющий на формирование урожайности зерна и зеленой массы кукурузы, является засуха. В настоящее время огромные территории Российской Федерации, где исторически возделывают кукурузу на зерно, подвержены ей.

Вопросы борьбы с засухой поднимались учеными аграриями и раньше, так П.А. Константинов (1963), Н.И. Вавилов (1966) [17, 70] считали, что именно селекция растений будет иметь решающее значение в разрешении этой проблемы.

Глобальные изменения климата во всем мире требуют кардинального пересмотра селекционных программ по созданию новых гибридов кукурузы, адаптированных к более жестким условиям среды. Так, в условиях Краснодарского края в последние годы резко сократилось количество осадков, выпадающих в период вегетации кукурузы, особенно в ее критические периоды развития – цветение метелок и початков, налив зерна. Наблюдается снижение относительной влажности воздуха и увеличение его температуры, особенно ее максимальных значений. Все это указывает на своевременность и важность работ по селекции на засухоустойчивость [52, 77, 78, 131].

Устойчивость растений к засухе – это наследственная способность к перенесению дефицита влаги без особых последствий для роста, развития и продуктивности. Засухоустойчивость, обусловленная физиологическими механизмами - основная составляющая общей полевой устойчивости к засухе, критерием которой служит степень снижения продуктивности в этих условиях по сравнению с таковой в благоприятной обстановке [25].

Под засухоустойчивостью растений подразумевается их способность наиболее продуктивно использовать воду при высокой температуре, низкой влажности почвы и воздуха и давать при этих условиях высокий урожай при хорошем качестве продукции. С точки зрения агрономии, засухоустойчивость – это не выживание растений в условиях засухи, а способность сохранять относительно высокую урожайность в условиях дефицита воды [4, 234].

Выполнение задачи при создании засухоустойчивых гибридов в большой степени зависит от селекции засухоустойчивого исходного материала – самоопыленных линий кукурузы. В свою очередь создание исходного материала связано с правильной и всесторонней оценкой новых самоопыленных линий на засухоустойчивость.

Отбор нового материала зависит от правильности подбора тех или иных методик, полноты выборки линий и условий проведения опыта. При достижении всех этих составляющих будет получена полная картина о реакции линий на высокие температуры и недостаток влаги во время вегетации.

Всего за годы изучения был оценен весь представленный исходный материал – 45 новых линий. Годы изучения были контрастными по погодным условиям, как отмечалось во второй главе. Важным моментом было существенное различие по количеству выпавших осадков и величине средних температур воздуха за 2017 и 2018 годы.

Как уже отмечалось выше, наиболее полным показателем прямой полевой оценки засухоустойчивости остается степень снижения урожайности зерна [178, 179].

Учитывая резкую контрастность погодных условий 2017 и 2018 годов, нами была успешно проведена оценка засухоустойчивости по степени снижения урожайности зерна при сравнении более благоприятного по погодным условиям 2017 года, с засушливым – 2018 годом.

Снижение урожайности (депрессию) рассчитывали по следующей формуле:

$$100 - \frac{A1}{A2} \times 100, \text{ где:}$$

A1 — урожайность зерна, ц/га в 2018 г.

A2 — урожайность зерна, ц/га в 2017 г.

В нашем опыте значение депрессии варьировало от 6,29% до 48,63%. Для оценки устойчивости линий к засухе нами была использована шкала, условно разбившая полученные значения на 5 групп [178, 179].

- 1 — высокоустойчивые, депрессия урожайности зерна ниже 21%;
- 2 — с устойчивостью выше средней, депрессия урожайности зерна 21-40%;
- 3 — среднеустойчивые, депрессия урожайности зерна 41-60%;
- 4 — с устойчивостью ниже средней, депрессия урожайности зерна 61-80%;
- 5 — слабо устойчивые, депрессия урожайности зерна выше 80%.

Согласно данной шкалы среди наших образцов не выявлено линий с устойчивостью ниже средней и слабой.

В остальных группах селекционный материал распределился следующим образом – в группу устойчивых к засухе вошло 15 новых линий с величиной депрессии до 20,42 % (Таблица 29). Урожайность зерна данных линий в среднем за два года варьировала от 9,7 ц/га до 29,32 ц/га. Это максимальная средняя урожайность среди всех линий.

Таблица 29 – Распределение новых линий по группам устойчивости к засухе, «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018гг.

Показатель	Группы устойчивости по полевой оценке		
	1	2	3
Количество линий	15	23	7
Депрессия, min., %	6,30	21,18	42,10
Депрессия, max., %	20,42	40,73	48,63
Средняя урожайность зерна в группе, lim., ц/га	9,70÷29,32	12,04÷26,36	12,25÷19,46

Во вторую группу с засухоустойчивостью выше средней вошло самое большое количество линий – 23. Максимальная депрессия в этой группе составляла - 40,73 %, что безусловно сказалось на урожайности зерна в среднем за два года. Максимальная урожайность в этой группе составляла 26,36 ц/га.

В третью группу (среднеустойчивые) вошло всего семь новых линий, с депрессией до 48,63 %. Максимальная урожайность линий в среднем за два года составляла 19,46 ц/га.

В таблице 30 приведена характеристика лучших самоопыленных линий, показавших максимальную засухоустойчивость в полевом опыте.

Как видно из таблицы, минимальную депрессию показала линия Лл0682 (6,29%). Из литературных данных известно, что засухоустойчивые линии кукурузы в большинстве своем малопродуктивны так, как между этими двумя признаками существует отрицательная корреляция. Поэтому наиболее ценны засухоустойчивые линии, сформировавшие высокую урожайность зерна. Так, линии Лл0731, Лл0631 и Лл0730 сформировали урожайность зерна в среднем за два года более 20 ц/га.

Таблица 30 – Характеристика лучших самоопыленных линий по значениям депрессии урожайности зерна, ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», Краснодар, 2019 г.

Из наших наблюдений, в подтверждение литературных источников, было установлено, что при повышении температуры воздуха и нехватки влаги у

Линия	Урожайность зерна, ц/га			Уровень депрессии, %
	2017г., без стресса	2018г., при стрессе	Среднее	
Лл0682	10,01	9,38	9,70	6,29
Лл004	17,63	16,38	17,01	7,10
Лл0731	28,61	26,21	28,61	8,40
Лл0631	24,34	21,80	23,07	10,50
Лл0681	22,85	19,82	21,34	13,30
Лл0647	11,76	10,12	10,94	14,00
Лл0730	23,52	20,16	23,52	14,30
Лл0622	17,26	14,40	15,83	16,57
Среднее	17,19	14,74	17,81	27,57
НСР <sub>0,5</sub>	2,1	2,3	2,5	

большинства линий кукурузы снижается высота растений, на растениях закладывается меньшее количество початков, уменьшается масса 1000 зерен и озерненность самого початка [81,129].

Значительным для линий кукурузы критерием устойчивости к засухе считается разрыв между цветением мужских и женских гаметофитов. Известно, что разрыв между цветением початков и цветением метелок на один день - снижает в среднем на 10% урожайность зерна [98, 99]. У слабоустойчивых к засухе линий кукурузы при недостатке влаги и повышении температуры воздуха цветение женских соцветий (початков) задерживается, в результате чего мужские гаметофиты (метелки) отцветают раньше женских и опыления не происходит. В свою очередь, засухоустойчивые линии обладают малым разрывом в цветении мужских и женских соцветий.

Из литературных источников известно, что признаком повышенной засухоустойчивости могут служить естественная низкорослость и компактность

расположения листьев на стебле. Признаками, характеризующими компактность растений самоопыленных линий кукурузы, являются абсолютные значения высоты растений, габитусу стебля над узлом прикрепления продуктивного початка и средняя длина междоузлий. Эти признаки обнаруживают коррелятивную связь со степенью снижения продуктивности растений в засуху: чем компактнее растение, тем меньше снижение продуктивности.

Способом выражения общего результата оценки по рекомендуемым морфологическим признакам и по физиологическим значениям устойчивости кукурузы в определенной фазе вегетации может быть сумма относительных отклонений. Относительное отклонение определяют по формуле:

$$A = \frac{X - \bar{X}}{\bar{X}}$$

где А – Относительное отклонение значения физиологического или морфологического признака устойчивости;

X – Среднее значение признака у данного образца в заданных условиях опыта;

$\bar{X}$  – Общее среднее значение признака для изучаемой группы образцов.

В таблице 31 приведены результаты оценки новых линий на засухоустойчивость по их морфо биологическим признакам и физиологическим значениям. Анализируя результаты, полученные при оценке морфологических признаков изучаемых линий, следует отметить, что был выделен ряд линий, показавших устойчивость к проявлению засухи в полевых опытах.

Таблица 31– Характеристика морфо биологических признаков линий с наивысшим значением засухоустойчивости по данным полевого метода, ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», Краснодар, 2017-2018 гг.

Линия	Урожай- ность зерна, ц/га	Высота растений, см	Высота растений после первого поч., см	Длина между- узлия, см	Количество междоузлий, шт.	Разрыв в цвет. метелки и початка, дн.	Сумма отклонений
Лл0622	15,8	130,5	89,0	10,1	10,5	0	-1,67
Лл0730	23,5	133,3	95,0	10,7	10,8	0	-1,53
Лл0677	13,1	124,8	80,8	10,7	10,4	1	-1,41
Лл0600	14,3	148,0	100,5	10,3	11,0	0	-1,40
Лл0694	12,4	132,3	91,5	9,9	10,0	1	-1,36
Лл0619	14,5	133,8	84,5	10,0	10,6	1	-1,36
Лл0608	16,7	142,0	95,8	10,3	11,3	1	-1,13
Лл0713	16,6	136,0	96,5	10,6	10,6	2	-0,85
Среднее	17,8	155,9	103,6	11,9	13,5	2,2	0,3
НСР <sub>05</sub>	2,2	2,5	3,1	0,3	0,5		



Особое внимание представляют линии ЛЛ0622 и Лл0730, вошедшие в первую группу устойчивых образцов по депрессии первого опыта и показавшие лучший результат из набора 45 линий по сумме отклонений морфобиологических признаков второго опыта. Данные линии, выделившиеся по признаку засухоустойчивости при использовании разных методик, являются ценным исходным материалом при создании новых гибридов, адаптированных к выращиванию в засушливой зоне.

Кроме того, для полной оценки всего линейного материала на засухоустойчивость, в 2018 неблагоприятном по влагообеспеченности году, нами была проведена визуальная оценка состояния линейных растений непосредственно в полевых условиях. Оценку проводили по шкале, предложенной Иващенко В.Г. и Сотченко Ю.В. [51]. Данная шкала отличается от используемой в большинстве опытов, созданной Удольской Н.Л. тем, что охватывает более широкую степень поражения растений от засухи (Таблица 32).

Таблица 32 - Оценочная шкала по засухоустойчивости новых линий кукурузы в полевых условиях, ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», Краснодар, 2018 г.

Уровень устойчивости	Балл шкалы	Основные признаки, проявившиеся в период выметывания метелок - восковой спелости
Устойчивый	1	Пожелтение и отмирание прикорневых листьев, падение тургора у нижних листьев
Умеренно-устойчивый	3	Усыхание 2-3 нижних листьев, частичное отмирание листьев ниже початка
Умеренно-восприимчивый	5	Отмирание листьев ниже початка, задержка появления початка
Восприимчивый	7	Отмирание листьев ниже початка, отмирание метелки и задержка появления рылец
Очень восприимчивый	9	Отмирание 75% листьев, сильное недоразвитие, позднее появление початков или их отсутствие

Результаты визуальной оценки новых линий на засухоустойчивость, в неблагоприятный 2018 год сложились следующим образом: средний балл по шкале засухоустойчивости составил 3,13. Среди оцениваемых линий не было выявлено очень восприимчивых, восприимчивых было всего - 6 линий.

Наибольшее количество линий (18) вошли в группу умеренно устойчивых. Устойчивых к засухе линий выделено – 15.

Таким образом, анализируя данные оценки линий на засухоустойчивость с помощью различных методов, нами были получены схожие результаты. Например, при оценке линий по методу депрессии урожайности и визуальному способу, используя оценочную шкалу [51] было выделено 15 устойчивых линий, очень близкими были результаты и по другим группам. Данные обстоятельства указывают на тесную взаимосвязь между этими признаками.

Отобрав, в результате оценок, устойчивые к засухе линии, была выполнена большая работа по созданию исходного материала. Имея результаты оценки новых линий на засухоустойчивость, представилась возможность оценки на засухоустойчивость всего набора гибридов, полученных от тестирования этого исходного материала. Специальной оценки гибридов в полевых условиях нами не проводилось, мы приведем косвенную оценку по значению депрессии урожайности зерна гибридов в разные годы изучения (Таблица 33). В таблице приведены лучшие тесткроссы, показавшие минимальную депрессию урожайности зерна при испытании в благоприятном по влагообеспеченности 2017 году и засушливом 2018 годах. При снижении урожайности в среднем по опыту 46,40%, отмеченные гибриды показали депрессию от 2,77% до 24,17%, что соответствовало 1 и 2 группам засухоустойчивости по полевой оценке. Данные группы включают в себя – высокоустойчивые гибриды (1 группа) и гибриды с устойчивостью выше средней (2 группа). Следует отметить тот факт, что в составе выделившихся гибридов, адаптированных к засушливым условиям, встречаются линии, отобранных нами при оценке на засухоустойчивость. Это линии: Лл0730, Лл0731, Лл0681, Лл0619 и Лл004, что указывает на высокую наследуемость признака засухоустойчивости, передающегося от самоопыленных линий к гибридам.

Таблица 33 – Характеристика лучших тесткроссов по величине депрессии урожайности зерна, ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», Краснодар, 2017-2018 г.г.

Линия	Урожайность зерна, ц/га			Уровень депрессии, %	Группа устойчивости к засухе, согласно полевой оценке
	2017г., без стресса	2018г. при стрессе	Среднее		
Лл0906 х Лл0731	43,80	42,59	43,19	2,77	1
Лл0906 х Лл0730	45,70	44,37	45,04	2,91	1
Лл0906 х Лл0701	39,68	38,16	38,92	3,84	1
(Кр714м х Лл0913) х Лл0671	30,50	29,18	29,84	4,33	1
Лл0920 х Лл0730	31,54	30,17	30,85	4,35	1
Лл0906 х Лл0691	47,60	45,28	46,44	4,88	1
(Кр742м х Лл0985) х Лл0681	40,18	34,44	37,31	14,27	1
Лл0906 х Лл0660	35,31	27,96	31,64	20,80	1
(Кр714м х Лл0913) х Лл0706	28,93	23,04	25,98	20,36	1
(Кр714м х Лл0913) х Лл0696	31,48	24,56	28,02	21,98	2
(Кр742м х Лл0985) х Лл0693	28,28	21,73	25,01	23,16	2
(Кр714м х Лл0913) х Лл0619	29,56	22,41	25,99	24,17	2
(Лл0979 х Лл0959) х Лл004	43,61	29,31	36,46	32,79	2
(Лл0979 х Лл0959) х Лл0681	49,79	31,85	40,82	36,02	2
Среднее	52,66	23,96	38,31	46,40	
НСР <sub>0,5</sub>	5,3	3,8	5,2		

Оценка новых самоопыленных линий при использовании нескольких приемов: полевого метода, значению депрессии урожайности зерна, величины разрыва в цветении мужских и женских соцветий, метода визуальной оценки позволила выделить засухоустойчивые линии: Лл0730, Лл0622, Лл0619, Лл0677, Лл0713, Лл0608, Лл0694 Лл0682 Лл004 Лл0731 Лл0631 Лл0681 Лл0647 и Лл0600, характеризующиеся высокими значениями критериев засухоустойчивости. Эти самоопыленные линии целесообразно использовать для создания гибридов кукурузы, адаптированных к водному стрессу.

Сравнительное изучение различных методов определения засухоустойчивости позволяет заключить о значительном совпадении результатов оценки. Такие линии как Лл0730, Лл0622, Лл0731 и Лл0713 выделились в результате применения различных методов оценки устойчивости к засухе.

Следует отметить, что полное совпадение оценок засухоустойчивости различными методами не получено, поэтому одновременное использование нескольких критериев определения значений засухоустойчивости повысит точность оценок.

Тот факт, что в генеологии засухоустойчивых гибридов встречается большое количество уже выделенных засухоустойчивых линий указывает на высокое значение наследуемости этого признака.

## **ГЛАВА 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ, ПОЛУЧЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕСТИРОВАНИЯ НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ**

### **4.1 Оценка новых самоопыленных линий кукурузы на общую комбинационную способность по урожайности зерна в системе топкроссных скрещиваний**

Наиболее значимой оценкой новых самоопыленных линий кукурузы является их комбинационная способность, т.е. способность данной самоопыленной линии кукурузы в скрещиваниях с другой линией или гибридом давать в первом поколении потомство, характеризующееся различным, относительно некоторого условно принятого за норму выражения того или иного признака или свойства [6, 30, 46, 91, 104].

Существует много методов определения комбинационной способности новых линий. В нашей работе мы использовали наиболее простой и менее затратный метод топкроссов. Многие отечественные и зарубежные селекционеры положительно отзываются о данном методе именно за его простоту и высокую достоверность [111, 112, 126, 155, 191].

Для оценки новых линий на общую и специфическую комбинационную способность необходимо провести скрещивания нового материала с подобранными тестерами. В научной практике отсутствуют конкретные предложения по подбору материала, используемого в качестве тестера. Нами в качестве тестеров были взяты простые гибриды и самоопыленные линии. Используя топкроссный метод, весь набор изучаемых линий был скрещен с 8 тестерами, таким образом, чтобы каждая новая линия была скрещена не менее, чем с двумя тестерами. Определение комбинационной способности линий проводили по результатам сортоиспытаний тесткроссов на урожайность зерна.

В нашей работе тестирование проходили 45 новых линий. В качестве тестеров были взяты 6 простых гибрида и 2 линии. Всего было сформировано три тестерных блока, по три тестера в каждом. В результате тестирования было

получено 185 тесткроссов – простых и трехлинейных гибридов, в зависимости от используемого тестера (простого гибрида или линии). Сортоиспытание, полученных тесткроссов проводилось в контрольном питомнике НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2016-2018 гг.

В таблице 34 приведены результаты дисперсионного анализа урожайности зерна изучаемых тесткроссов в 2016-2018 годах.

Таблица 34 - Показатели вариантов комбинационной способности линий и тестеров по признаку «урожайность зерна» («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Источник вариации	Число степеней свободы	Средние квадраты по признаку «урожайность зерна»		
		2016 год	2017 год	2018 год
<b>1 блок линий</b>				
ОКС линий	27,0	62,67	161,68	73,43
ОКС тестеров	2,0	55,95	1444,24	266,08
СКС	54,0	46,73	147,52	78,51
Остаточная	166,0	3,94	2,67	2,02
mSOKC линий/msCKC	-	1,34	1,09	0,94
mSOKC тестеров/msCKC	-	1,20	9,79	3,39
<b>2 блок линий</b>				
ОКС линий	16,0	43,93	98,85	66,53
ОКС тестеров	2,0	7,44	1263,41	10,20
СКС	32,0	45,20	198,18	67,35
Остаточная	100,0	4,46	4,79	2,18
mSOKC линий/msCKC	-	0,97	0,50	0,99
mSOKC тестеров/msCKC	-	0,16	6,38	0,15
<b>3 блок линий</b>				
ОКС линий	24,0	192,99	363,13	119,73
ОКС тестеров	1,0	940,86	2,75	39,31
СКС	24,0	111,11	214,97	117,43
Остаточная	98,0	5,86	4,51	1,59
mSOKC линий/msCKC	-	1,74	1,69	1,02
mSOKC тестеров/msCKC	-	8,47	0,01	0,33
(F <sub>факт.</sub> > F <sub>0,05</sub> )				

В данной и последующих таблицах для более полной оценки общей и специфической комбинационной способности линий все результаты рассматриваются отдельно, по соответствующим тестерным блокам и в зависимости от года изучения. В таблице значения генных взаимодействий незначительно изменялись в зависимости от года изучения и соответствующих тесткроссов.

Приведенные результаты дисперсионного анализа указывают на высокую значимость генотипических различий ( $F_{\text{факт.}} > F_{\text{теор.}}$ ) между изучаемыми тесткроссами по признаку «урожайность зерна» за годы изучения (2016-2018 гг.).

В своих исследованиях мы оценивали 45 новых самоопыленных линий, различающихся как по генетическому происхождению, так и по вегетационному периоду. В то же время, погодные условия в годы изучения сильно отличались по температурным факторам и количеству выпавших осадков. Поэтому, отобрать линии со стабильно высокой ОКС за все годы изучения было сложно, именно поэтому результаты оценки ОКС мы приводим так же по блокам. В таблице 35 приведены оценки ОКС новых линий 1 блока тестирования, показавшие лучшие результаты в данной группе. Всего в 1 блоке тестировалось 28 новых линий на 3 тестера – простых гибрида, в результате тестирования получено 84 тесткросса.

Таблица 35 – Результаты оценки ОКС самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» 1 блока, («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Линия	Эффекты ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, ц/га			
	2016г	2017г	2018г	2016г	2017г	2018г	Среднее
Лл0610	8,91	14,09	12,60	56,44	66,61	34,09	52,38
Лл002	4,87	9,60	6,85	52,40	62,12	28,34	47,62
Лл0718	2,26	6,43	4,76	49,79	58,95	26,25	45,00
Лл0614	5,48	3,14	4,42	53,01	55,66	25,91	44,86
Лл0622	3,48	5,63	2,24	51,01	58,15	23,73	44,30
Лл0713	-0,51	7,21	3,76	47,02	59,72	25,25	44,00
Средн.	-	-	-	47,53	52,52	21,49	40,51
НСР <sub>05</sub>	2,23	1,84	1,60	-	-	-	-

Тестеров -3: (Кр742МхЛл0985зМ); (Кр742МхЛл0908зМ); (Лл0979хЛл0959),  
Линий-28, Тесткроссов – 84

В левой части таблицы приведены значения эффектов ОКС по годам изучения, в правой части таблицы показана урожайность зерна тесткроссов с участием данной линии в среднем по трем тестерам, так же в зависимости от

года испытания. Анализируя полученные результаты, нами были выделены новые самоопыленные линии, показавшие высокие значения ОКС за все три года изучения – это линии Лл0610; Лл002; Лл0718; Лл0614; Лл0622. Так, значения ОКС у линии Лл0610 составили 8,9 / 14,1 / 12,6 соответственно по годам испытания. Урожайность зерна тесткроссов с участием этих линий была высокой. В связи с тем, что погодные условия в годы изучения были контрастными, урожайность зерна тесткроссов значительно варьировала в зависимости от года. Тем не менее она всегда была выше средней по опыту. Так, урожайность зерна лучших тесткроссов в среднем по трем тестерам превышала среднюю урожайность по опыту на 3-14 ц/га, что указывает на огромный потенциал данных линий. Линия Лл0713, хотя и имела высокие значения ОКС, но их величина сильно варьировала в зависимости от года испытания. Так у линии Лл0713 значения ОКС варьировали от очень высокой (7,21) в 2017 году, до средней (3,76) в 2018 году и низкой (-0,51) в 2016 году (Рис 8). Урожайность зерна тесткроссов с участием данной линии была также высокой, но ее варьирование наблюдалось не только по годам, но и в зависимости от тестера. Средняя урожайность тесткроссов превышала таковую по опыту на 3-7 ц/га. Схожие результаты были получены селекционерами и ранее [59, 76, 84, 97, 204].

Таким образом, проведя сортоиспытание 84 тесткроссов в течение 2016-2018 годов, нами были выделены новые самоопыленные линии, показавшие высокие и стабильные значения эффектов ОКС во все годы исследований. Данные линии являются ценным исходным материалом для создания высокогетерозных урожайных гибридов кукурузы.



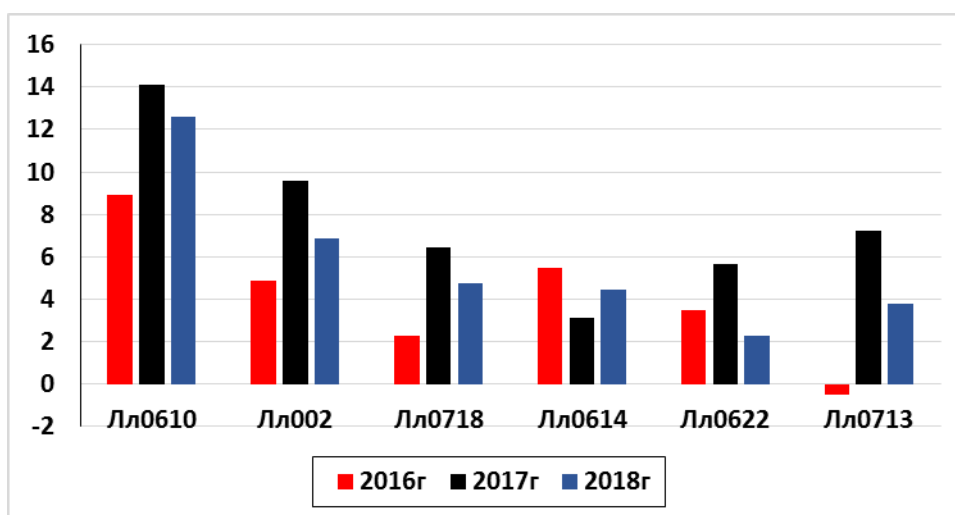


Рисунок 8 - Эффекты ОКС лучших самоопыленных линий 1 блока по признаку «урожайность зерна» (2016-2018 гг.)

Во втором блоке тестирования участвовало 17 линий, скрещенных с 3 тестерами простыми гибридами, в результате чего был получен 51 тесткросс. Результаты анализа сортоиспытания данных тесткроссов приведены в таблице 35. Во втором блоке тестирования хорошие результаты показала новая линия Лл0706.

Таблица 35 – Результаты оценки ОКС самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» 2 блока, («НЦЗ им. П.П.Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Линия	Эффекты ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, ц/га			
	2016г	2017г	2018г	2016г	2017г	2018г	Среднее
Лл0706	4,85	2,72	10,00	53,50	52,61	30,95	45,69
Лл0730	1,27	14,90	7,50	49,92	64,79	28,45	47,72
Лл0637	5,72	7,85	-1,92	54,37	57,74	19,03	43,71
Лл008	2,77	5,87	0,82	51,42	55,76	21,77	42,98
Лл0713	1,29	2,87	4,93	49,95	52,76	25,88	42,86
Среднее	-	-	-	48,65	49,89	20,95	39,83
НСР <sub>05</sub>	2,36	2,45	1,65	-	-	-	-

Тестеров -3: (Кр742МхЛл0914); (Кр714МхЛл0913); (Лл0987хЛл0904),  
Линий-17, Тесткроссов – 51

Гибриды с участием линии Лл0706 имели высокую урожайность зерна по всем тестерам на протяжении трех лет. Так, урожайность зерна тесткроссов в

среднем по трем тестерам за три года испытания была на 6 ц/га выше усредненной продуктивности по опыту. Значения эффектов ОКС были так же стабильно высокими за все годы испытания – 4,85 / 2,72 / 10,0 соответственно. Во втором блоке большинство выделившихся линий входили в группу генотипов, у которых высокие значения ОКС значительно варьировали в зависимости от года исследований. Так, линия Лл0730 имела очень высокие значения эффектов ОКС (14,90 и 7,50) в 2017 и 2018 годах, соответственно и низкое (1,27) в 2016 году (Рис.9).

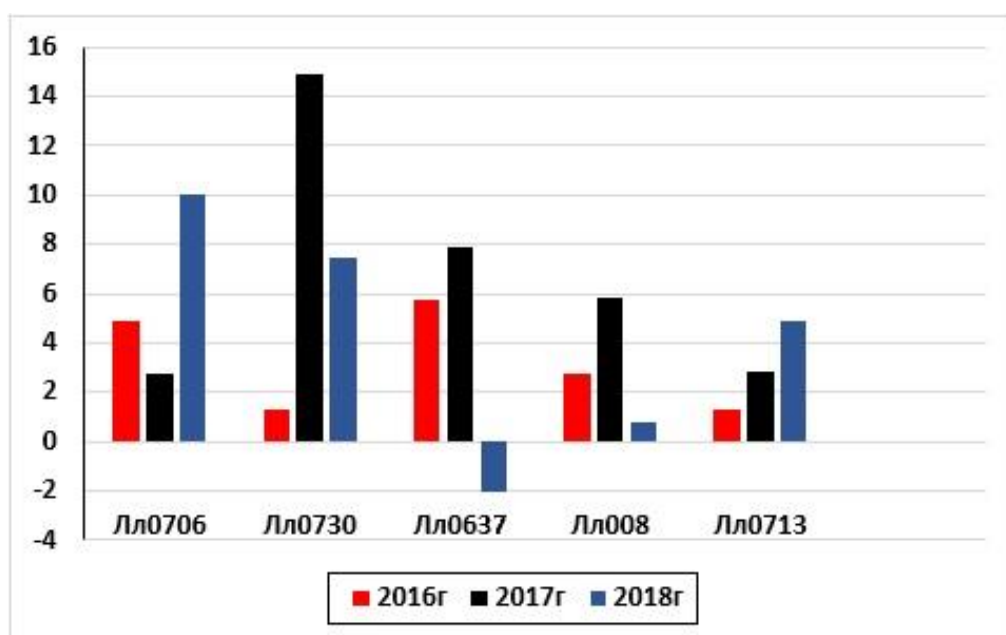


Рисунок 9 - Эффекты ОКС лучших самоопыленных линий 2 блока по признаку «урожайность зерна» (2016-2018гг.)

Урожайность зерна тесткроссов с участием этой линии в среднем по трем тестерам превышала среднюю урожайность по опыту на 15 ц/га. В этом блоке повторно проходила тестирование новая линия Лл0713. Как и в первом тестерном блоке данная линия показала высокие значения эффектов ОКС, которые варьировали в зависимости от года исследований. В эту же группу вошли линии Лл0637 и Лл008. Данные линии, несомненно являются ценным исходным материалом для селекции высокогетерозисных гибридов кукурузы. Но для их дальнейшего использования и включения в селекционный процесс

необходимо изучение специфической комбинационной способности каждой отдельной линии.

В третий тестерный блок вошли 50 тесткроссов, полученных от тестирования 25 новых самоопыленных линий на два тестера – самоопыленные линии. В связи с тем, что в качестве тестера нами использовались самоопыленные линии, при тестировании получено 50 простых гибридов (Таблица 36).

Таблица 36 – Результаты оценки ОКС самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна» 3 блока, («НЦЗ им. П.П.Лукьяненко», 2016-2018гг.)

Линия	Эффекты ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, ц/га			
	2016г	2017г	2018г	2016г	2017г	2018г	Среднее
Лл0608	12,75	25,47	16,33	59,48	78,19	44,44	60,70
Лл0696	16,83	21,39	13,70	63,57	74,11	41,82	59,83
Лл0679	12,37	18,52	7,94	59,10	71,24	36,05	55,46
Лл0602	12,77	18,24	6,02	59,50	70,96	34,13	54,86
Лл0635	8,92	24,09	3,46	55,66	76,80	31,58	54,68
Лл0671	17,06	10,88	5,04	63,80	63,60	33,15	53,51
Среднее	-	-	-	46,74	52,72	28,11	42,52
НСР <sub>05</sub>	3,37	2,96	1,76	-	-	-	-

Тестеров -2: Лл0920; Лл0906

Линий-25, Тесткроссов – 50

Урожайность зерна, полученных тесткроссов была самой высокой из всех трех блоков. Урожайность зерна тесткроссов по трем тестерам была значительно выше, чем в среднем по опыту. Так в 2017 году урожайность зерна тесткроссов с участием линии Лл0608 в среднем по трем тестерам составила 78,19 ц/га, что на 26 ц/га выше, чем в среднем по опыту. Урожайность зерна отдельных гибридов была рекордной для этого года. Например, гибрид Лл0906хЛл0602 в 2017 году сформировал урожайность зерна 91,9 ц/га, что на 31,9 ц/га выше, чем у стандарта раннеспелого гибрида Краснодарский 194МВ.

Уборочная влажность зерна данного гибрида составила 15,5% в сравнении с 22,1% у стандарта Краснодарский 194МВ.

Анализируя результаты оценки новых линий на ОКС по урожайности зерна, можно отметить, что все приведенные лучшие линии имели высокие значения эффектов ОКС стабильно за все три года исследований.

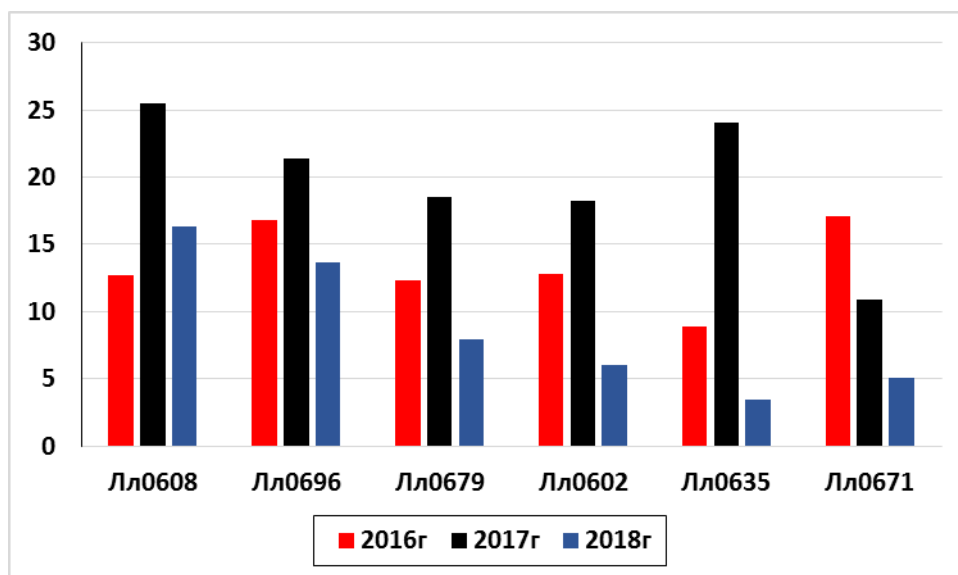


Рисунок 10 - Эффекты ОКС лучших самоопыленных линий 3 блока по признаку «урожайность зерна» (2016-2018 гг.)

Так у линии Лл0608 эти значения составили 12,75 / 25,47 / 16,33 соответственно по годам исследований. Таким образом, изучив в третьем тестерном блоке 50 тесткроссов (простых гибридов), нами были выделены новые самоопыленные линии кукурузы со стабильно высокими значениями эффектов ОКС по признаку «урожайность зерна»: Лл0608; Лл0696; Лл0679; Лл0602; Лл0635; Лл0671. Отобранные новые линии являются ценным исходным материалом для создания высокогетерозисных гибридов кукурузы.

Подводя итог оценки 45 новых самоопыленных линий с помощью анализа урожайности зерна 185 тесткроссов, нами выделен совершенно новый исходный материал для селекции высокогетерозисных гибридов кукурузы. Отобраны новые самоопыленные линии с высокой ОКС по урожайности зерна.

При изучении комбинационной способности новых самоопыленных линий методом топкросса, нами были использованы 8 тестеров анализаторов. В качестве тестеров были взяты шесть простых гибридов и две самоопыленные

линии. В результате проведенных исследований были оценены на комбинационную способность по урожайности зерна и сами тестеры. Результаты изучения комбинационной способности использованных тестеров приведены в таблице 37.

Таблица 37 – Результаты оценки ОКС тестеров по признаку «урожайность зерна», («НЦЗ им. П.П.Лукияненко», 2016-2018 гг.)

Тестер	Эффекты ОКС			Вариансы СКС		
	2016г	2017г	2018г	2016г	2017г	2018г
(Кр742МхЛл0985)	-1,60	-3,09	1,36	25,00	120,51	44,93
(Кр742МхЛл0908)	0,53	8,21	2,17	23,57	70,26	67,60
(Лл0979хЛл0959)	1,07	-5,12	-3,53	33,50	96,57	38,65
(Кр742МхЛл0914)	0,55	7,11	0,69	19,08	75,82	40,55
(Кр714МхЛл0913)	0,19	-9,59	0,15	17,69	143,05	42,93
(Лл0987хЛл0904)	-0,74	2,47	-0,84	41,09	164,01	45,09
Лл0920	-4,34	0,24	-0,89	49,94	103,16	57,19
Лл0906	4,34	-0,24	0,89	49,94	103,16	57,19
Среднее	-	-	-	34,42	108,86	50,15
НСР <sub>05</sub>	0,71	0,66	0,55	-	-	-

Рассматривая, полученные результаты, можно отметить, что два тестера - (Кр742МхЛл0908) и (Кр742МхЛл0914) имели высокие значения эффектов ОКС за все годы исследований. Таким образом, приведенные тестеры (простые гибриды) могут служить в качестве родительских форм для получения трехлинейных или двойных гибридов кукурузы.

Высокие значения ОКС показали тестеры – самоопыленные линии Лл0920 и ЛЛ0906, которые хотя и носили менее стабильный характер, тем не менее могут служить ценным исходным материалом для получения высокогетерозисных гибридов. В подтверждение этому свидетельствует выделение среди тесткроссов высокопродуктивных гибридов с их участием.

#### **4.2. Оценка нового исходного материала, самоопыленных линий кукурузы на специфическую комбинационную способность по урожайности зерна.**

Под общей комбинационной способностью (ОКС) можно принять среднюю величину гетерозиса, проявившуюся по всем гибридным комбинациям.

Специфическая комбинационная способность (СКС) выражается отклонением от этой средней величины гетерозиса у той или иной комбинации. Она показывает способность линии или сорта проявлять гетерозис в конкретных комбинациях скрещивания.

Для селекции высокогетерозисных гибридов необходим новый исходный материал – самоопыленные линии кукурузы с высокой ОКС по урожайности зерна. Однако, чаще всего для создания таких гибридов используются линии, дающие высокий гетерозис в конкретной комбинации, то есть обладающих высокой СКС [44, 137, 159, 197].

Проанализировав новый материал на общую комбинационную способность по основному селекционному признаку – урожайность зерна, хотелось бы остановиться на значениях вариансы на основе эффектов специфической комбинационной способности (СКС). Высокие значения вариансы 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 вариансы СКС дают гибриды с более стабильной урожайностью зерна. Таким образом СКС нового материала тесно связана с ее ОКС и для оценки линий на СКС следует учитывать ее ОКС [62, 84, 89, 92].

В нашей работе при оценке линий на ОКС мы не приводили генотипы, имевшие низкие значения комбинационной способности, а рассматривали лишь высококомбинационный материал. Поэтому и в дальнейшем при характеристике нового материала по какому-либо признаку или свойству, будь то количественные признаки, либо экологическое сортоиспытание, мы анализируем именно линии с высокой ОКС по признаку «урожайность зерна».

Таким образом, анализ СКС нового материала будет основан тоже лишь на линиях с высокой ОКС. Характеристика новых линий на СКС будет приведена в той же последовательности, по тем же тестерным блокам, отдельно по годам исследований. Результаты оценки специфической комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» в первом блоке представлены в таблице 38.

Таблица 38 – Результаты оценки специфической комбинационной способности ( $\sigma^2_{Si}$ ) самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» 1 блок, («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016 -2018гг.)

Линия	Вариансы СКС ( $\sigma^2_{Si}$ ) по признаку «урожайность зерна»		
	2016г	2017г	2018г
Лл0610	70,45	168,80	179,92
Лл002	54,75	461,41	348,55
Лл0718	7,88	558,66	247,17
Лл0614	23,83	163,06	0,81
Лл0622	21,28	48,43	2,05
Лл0713	0,61	102,85	300,21
$\sigma^2_{Si}$ среднее	43,09	140,92	74,70

Как видно из таблицы, почти все представленные линии имели стабильно высокие значения варианты СКС за годы сортоиспытаний. Хорошие результаты показали линии Лл0610 и Лл002, наряду с высокой ОКС по урожайности зерна, они имели высокие значения варианты СКС за все годы изучения (Рис.-11).

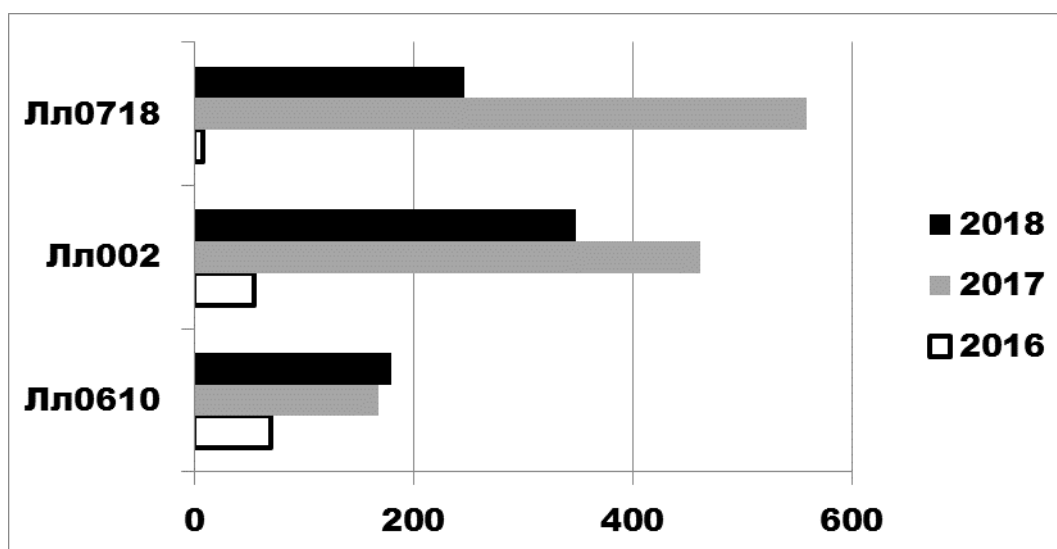


Рисунок 11 – Вариансы СКС лучших самоопыленных линий 1 блока по признаку «урожайность зерна» (2016-2018гг.)

В таблице 39 приведены результаты оценки нового материала 2 тестерного блока. Во втором блоке следует выделить линию Лл008, обладающую высокими вариансами СКС за все годы исследований.

Таблица 39 – Результаты оценки специфической комбинационной способности ( $\sigma^2_{Si}$ ) самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» 2 блок, («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Линия	Вариансы СКС ( $\sigma^2_{Si}$ ) по признаку «урожайность зерна»		
	2016г	2017г	2018г
Лл0730	19,47	776,75	222,78
Лл0706	18,81	544,12	129,64
Лл0637	198,29	30,92	90,54
Лл008	68,76	480,46	67,71
Лл0713	7,02	170,82	270,56
$\sigma^2_{Si}$ среднее	40,31	184,13	62,30

Данные линии могут служить в качестве исходного материала для создания высокогетерозисных простых гибридов. Линии Лл0713 и Лл0614, хотя и имели высокие значения вариансы СКС, но их величины не носили стабильности в зависимости от года испытания (Рис. 12). Этот материал может служить в качестве компонентов при создании более сложных гибридов – трехлинейных, двойных.



В данном случае можно рекомендовать линию Лл008 для селекции простых гибридов. Линии Лл0730, Лл0706, Лл0637 и Лл0713 хотя и имели высокие варианты СКС, но не обладали стабильностью этого признака в зависимости от года исследований (Рис. 12).

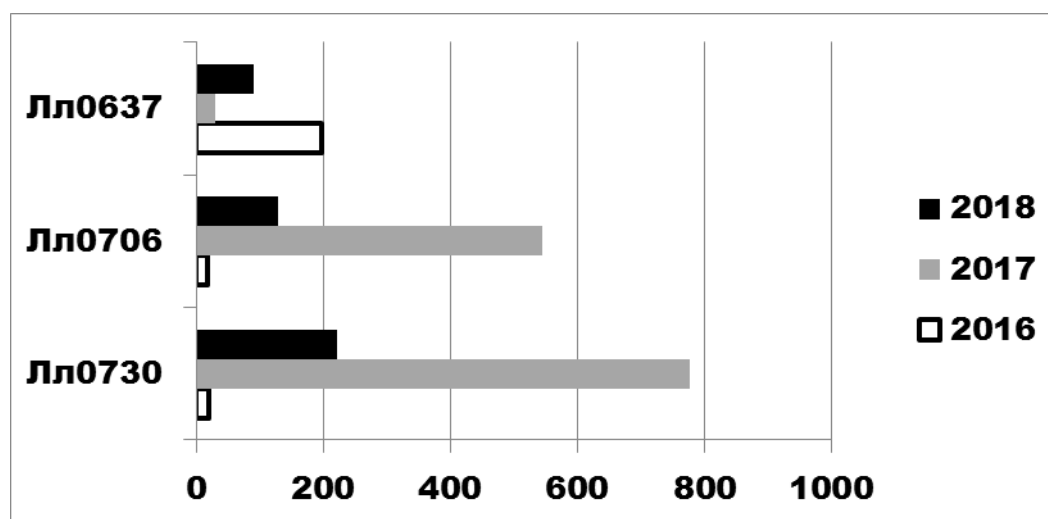


Рисунок 12 – Вариансы СКС лучших самоопыленных линий 2 блока по признаку «урожайность зерна» (2016-2018гг.)

Характеристика третьего блока линий представлена в таблице 40. В данном блоке стабильно высокие значения варианты СКС за все годы исследований показала лишь линия Лл0602. Учитывая высокие и стабильные значения эффектов ОКС этой линии, можно предложить использовать ее в качестве родителя при создании высокогетерозисных простых гибридов.

Таблица 40 – Результаты оценки специфической комбинационной способности ( $\sigma^2_{Si}$ ) самоопыленных линий кукурузы по признаку «урожайность зерна» 3 блок, («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018гг.)

Линия	Вариансы СКС ( $\sigma^2_{Si}$ ) по признаку «урожайность зерна»		
	2016г	2017г	2018г
Лл0608	195,22	24,18	1,8
Лл0696	120,39	13,35	38,90
Лл0679	51,12	0,01	111,23
Лл0602	260,63	897,73	147,27
Лл0635	228,16	127,07	482,42
Лл0671	74,94	1156,64	221,15
$\sigma^2_{Si}$ среднее	106,67	206,37	112,73

Данное предложение подтверждается результатами сортоиспытаний простых гибридов с ее участием. Так гибрид Лл0906хЛл0602 в 2017 году сформировал рекордную урожайность зерна 91,9 ц/га, что на 31,9 ц/га выше, чем у стандарта. Линии Лл0635 и Лл0671 имели высокие значения вариансы СКС, но их величины варьировали в зависимости от года исследований (Рис. 13). Таким образом, большое количество линий из всех трех блоков хотя и имели высокие вариансы СКС, но не обладали стабильностью значений в зависимости от года исследований. Этот факт подтверждает мнение, что специфическая комбинационная способность не обладает стабильностью и сильно зависит от погодных условий года исследований. Поэтому линии, показавшие стабильно высокие значения вариансы СКС независимо от года испытаний, являются ценным исходным материалом для селекции высокогетерозисных гибридов.

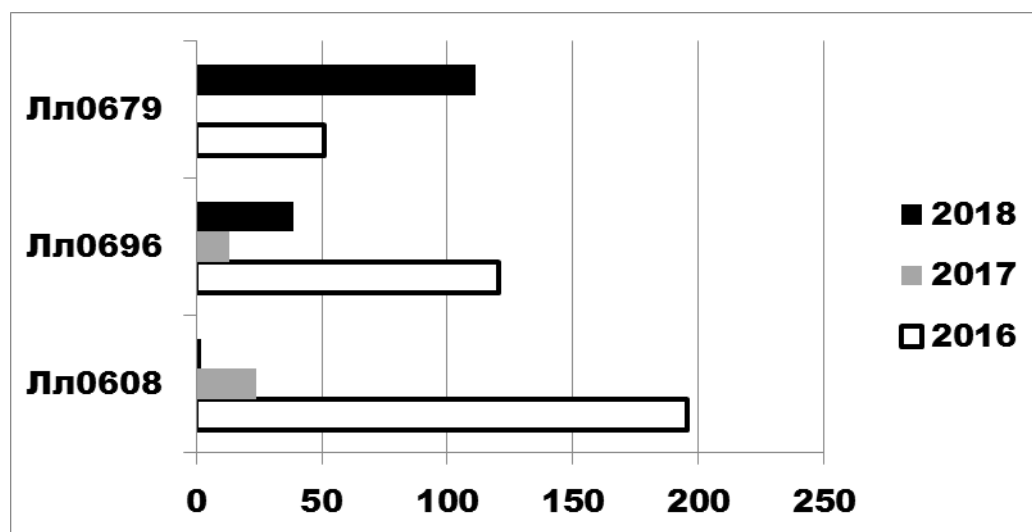


Рисунок 13 – Вариансы СКС лучших самоопыленных линий 3 блока по признаку «урожайность зерна» (2016-2018 гг.)

#### **4.3. Анализ общей комбинационной способности новых линий кукурузы по признаку «уборочная влажность зерна».**

Новые самоопыленные линии при оценке на комбинационную способность зачастую оцениваются лишь по признаку «урожайность зерна», так как наиболее важным является проявление гетерозиса в отношении именно этого признака. Тем не менее, в селекционной практике часто новый

исходный материал оценивается сразу по нескольким селекционным признакам. Так, под комбинационной ценностью понимают - способность сортов или линий давать при скрещивании в различных сочетаниях определенный урожай, величину проявления высоты растений, числа стеблей, продолжительности вегетационного периода и других признаков. [86, 149, 174, 195].

С продвижением посевов кукурузы в северные зоны кукурузосеяния более остро поднимаются вопросы создания высокогетерозисных гибридов кукурузы с пониженной уборочной влажностью зерна, либо гибридов, быстро отдающих влагу зерном при созревании. Для создания таких гибридов необходим совершенно новый исходный материал, обладающий не только высокой комбинационной способностью по урожайности зерна, но и по признаку «уборочная влажность зерна».

В последние годы, с появлением новой селекционной техники, появилась возможность проводить уборку гибридов кукурузы в контрольном питомнике в короткие сроки и раньше обычного, для выявления дифференциации гибридов по уборочной влажности зерна. В отделе кукурузы уже большой период уборка проводится селекционными комбайнами Wintersteiger Delta, на которых существует функция взвешивания зерна с учетной деланки с одновременным определением его уборочной влажности. Таким образом, была представлена отличная возможность оценить весь изучаемый материал на уборочную влажность зерна. Не умаляя важности оценки комбинационной способности по урожайности зерна, нами были проведены необходимые работы по оценке имеющегося материала на комбинационную способность по признаку «уборочная влажность зерна».

Из литературных данных известно, что уборочная влажность зерна сильно зависит от погодных условий – температуры воздуха и количества выпавших осадков. В связи с этим, значения комбинационной способности по данному признаку также будут сильно зависеть от погодных условий, а значит и варьировать в зависимости от года изучения. Анализ результатов

комбинационной способности новых линий проводился так же по тестерным блокам, что и при оценке по признаку урожайность зерна.

В таблице 41 приведены результаты оценки лучших новых самоопыленных линий кукурузы на комбинационную способность по уборочной влажности зерна 1 блока тестирования. Всего в этом блоке изучалось 84 тесткрасса, полученных при тестировании 28 новых линий. Приведенный линейный материал показал стабильно средние или низкие значения эффектов ОКС за все три года изучения. Значения эффектов ОКС по каждому году были достоверными независимо от варьирования по годам.

Таблица 41 – Результаты оценки КС новых самоопыленных линий по признаку «уборочная влажность зерна» 1 блок, («НЦЗ им. П.П.Лукьяненко», 2016-2018гг.)

Линия	Эффекты ОКС (Gi)				Варианса СКС( $\sigma^2_{Si}$ )		
	2016г	2017г	2018г	Среднее	2016г	2017г	2018г
Лл0614	-3,59	-2,09	-6,39	-4,02	0,31	0,10	0,63
Лл0647	-4,91	-1,57	-3,03	-3,17	1,19	2,19	4,10
Лл0619	-4,11	-1,00	-2,90	-2,67	0,66	-0,26	1,07
Лл0601	-1,80	-1,66	-4,56	-2,67	0,42	-0,24	1,54
Лл0706	-2,53	-0,50	-4,45	-2,49	0,98	0,50	0,72
Лл0679	-2,98	-0,87	-2,36	-2,07	1,10	-0,10	6,92
Лл0718	-1,69	-1,72	0,53	-0,96	3,74	1,24	6,27
НСР <sub>05</sub>	0,68	0,87	0,62	-	-	-	-
Среднее	-	-	-	-	5,42	2,11	7,69

Это указывает на то, что данные генотипы при скрещивании с другим линейным материалом в пределах отобранных тестеров, обеспечивают получение тесткрассов с пониженной уборочной влажностью зерна.

Так, лучшая по этому признаку линия Лл0614 имела эффекты ОКС - 4,02 в среднем за 3 года изучения. В 2018 году этот признак составлял - 6,39. Уборочная влажность тесткрассов с участием этой линии варьировала по годам от 10 до 17%, что на 5-12% ниже, чем у соответствующего раннеспелого стандарта Краснодарский 194МВ.

Следует отметить то обстоятельство, что линия Лл0614, при оценке на ОКС по урожайности зерна показала достоверно высокие значения эффектов ОКС (5,48 / 3,14 / 4,42) за три года изучения 2016-2018 гг. соответственно (Рис.14). Так урожайность зерна тесткроссов с ее участием в отдельные годы превышала урожайность зерна стандарта на 5-10ц/га.

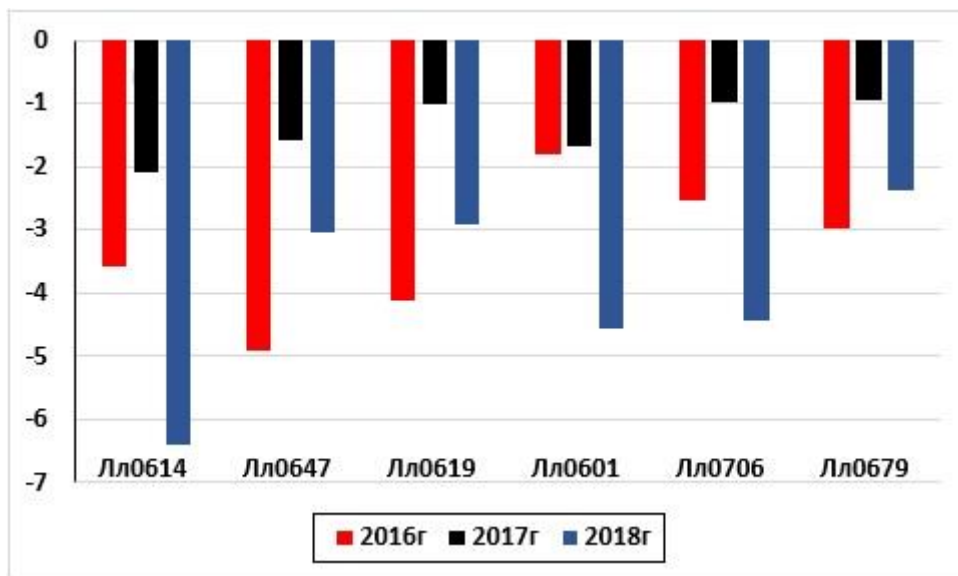


Рисунок 14 - Эффекты ОКС лучших самоопыленных линий 1 блока по признаку «уборочная влажность зерна» (2016-2018гг.)

Значения варiances СКC ( $\sigma^2_{si}$ ) по признаку «уборочная влажность зерна» у изучаемых самоопыленных линий, представленных в таблице, были существенно низкими и стабильными.

Линии Лл0614, Лл0619 и Лл0706 показали низкие значения варiances СКC за три года изучения. Учитывая тот факт, что значения эффектов ОКС по данному признаку были также максимально низкими, можно предположить, что при включении этого материала в скрещивания возможно получение гибридов со стабильно низкой уборочной влажностью зерна.

Особый интерес представляет линия Лл0718, показавшая стабильно низкие значения варiances СКC за три года, при слабых эффектах ОКС по уборочной влажности зерна. Это указывает на возможность создания с участием этой линии гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна. Хотелось отметить, что данная линия имела стабильно высокие значения эффектов ОКС по урожайности зерна за все три года и входила в число лучших

линий, выделенных по этому признаку. Урожайность зерна тесткроссов с участием этой линии значительно превосходила среднюю продуктивность по опыту и соответствующего стандарта. Принимая во внимание, что линии Лл0614 и Лл0718 показали высокую комбинационную способность как по урожайности зерна, так и по уборочной влажности. Можно выделить эти линии как ценный исходный материал по созданию высокогетерозисных продуктивных гибридов кукурузы с пониженной уборочной влажностью зерна.

Во втором тестерном блоке изучался 51 тесткросс, полученный от тестирования 17 новых линий кукурузы (Таблица 42).

Таблица 42 – Результаты оценки КС новых самоопыленных линий по признаку «уборочная влажность зерна» 2 блок, («НЦЗ им. П.П.Лукьяненко», 2016-2018гг.)

Линия	Эффекты ОКС (Gi)				Варианса СКС( $\sigma^2_{si}$ )		
	2016г	2017г	2018г	Среднее	2016г	2017г	2018г
Лл0726	-2,01	-0,48	-3,40	-1,96	-0,01	0,36	2,66
Лл0610	-2,11	-1,35	-1,83	-1,76	5,22	-0,50	9,80
Лл0730	-2,77	-1,55	-0,80	-1,71	3,90	2,16	6,06
Лл0619	-4,36	-0,69	0,02	-1,68	1,48	-0,44	1,53
Лл0664	-3,76	-0,94	-0,24	-1,65	0,17	-0,05	8,26
Лл0601	-0,35	-0,82	-0,03	-0,40	0,52	0,19	1,00
НСР <sub>05</sub>	0,83	1,24	0,55	-	-	-	-
Среднее	-	-	-	-	3,75	1,30	4,38

Значения эффектов ОКС в данном блоке были не столь значительными как в первом. Тем не менее, приведенные линии имели достоверно низкие значения эффектов ОКС во все годы изучения. Так, линия Лл0726 имела эффекты ОКС -2,01 / -0,48 / -3,40 за 2016-2018 годы, соответственно (Рис15).

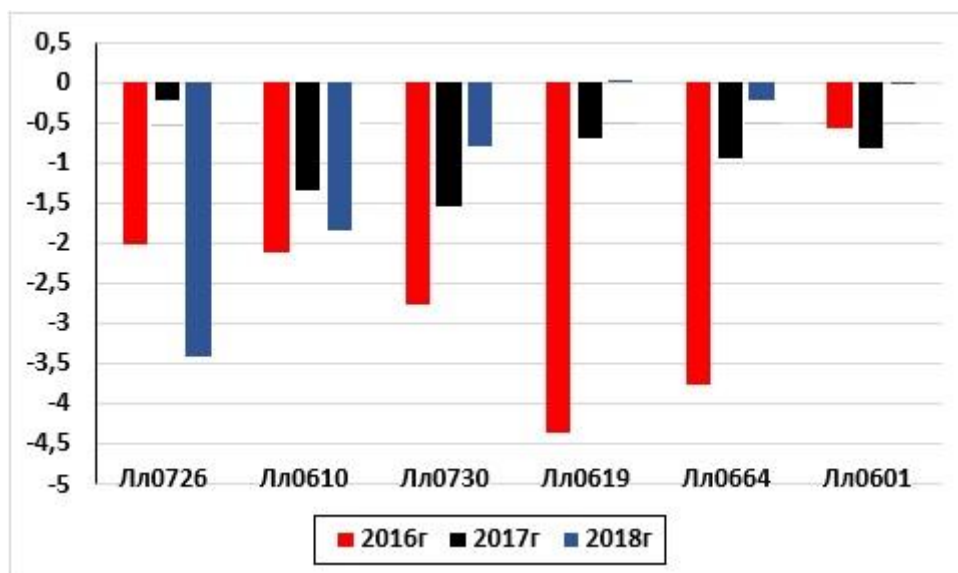


Рисунок 15 - Эффекты ОКС лучших самоопыленных линий 2 блока по признаку «уборочная влажность зерна» (2016-2018 гг.)

Для практической селекции наибольшую ценность представляет линия Лл0730. Данная линия характеризуется стабильно низкими значениями эффектов ОКС по уборочной влажности зерна. Учитывая высокие варианты СКС у этой линии, можно предположить, что данный генотип в скрещиваниях способен создавать гибриды с очень низкой уборочной влажностью зерна. То обстоятельство, что линия Лл0730 показала стабильно высокие значения ОКС по урожайности зерна за три года изучения, делает перспективным включение ее в скрещивания для получения высокопродуктивных гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна. Это предположение подтверждают результаты сортоиспытания тесткроссов с участием линии Лл0730. Так, урожайность зерна тесткроссов превышала продуктивность стандарта на 8-20ц/га в зависимости от тестера и года испытания, а уборочная влажность зерна была – на 5-15% ниже, чем у стандарта. Например, тесткросс (Кр714МхЛл0913зМ) x Лл0730 в 2017 году сформировал урожайность зерна 87,42 ц/га, что на 27,42 ц/га выше, чем у стандарта Краснодарский 194МВ, при уборочной влажности зерна 10,83%, что ниже стандарта на 11,27%. Данный гибрид в 2017 году занял третье место по урожайности зерна во всем опыте.

В третьем блоке проходили сортоиспытание тесткроссы, полученные на основе 25 новых самоопыленных линий. Результаты оценки комбинационной

способности этих линий по признаку «уборочная влажность зерна» представлены в таблице 43.

Таблица 43 – Результаты оценки КС новых самоопыленных линий по признаку «уборочная влажность зерна» 3 блок, («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Линия	Эффекты ОКС (Gi)				Варианса СКС( $\sigma^2_{si}$ )		
	2016г	2017г	2018г	Среднее	2016г	2017г	2018г
Лл0677	-2,90	-1,02	-5,23	-3,05	2,38	0,56	12,95
Лл0634	-3,88	-1,54	-2,32	-2,58	6,19	0,25	7,26
Лл0633	-3,85	-1,29	-2,53	-2,56	3,17	0,15	0,02
Лл0604	-3,58	-0,57	-2,58	-2,25	0,19	0,09	1,48
Лл0682	-0,93	-1,80	-3,67	-2,13	0,19	1,67	0,13
Лл0660	-3,25	-0,62	-1,93	-1,93	7,94	1,51	19,08
Лл0602	-2,92	1,85	-0,20	-0,42	0,07	1,07	0,24
НСР <sub>05</sub>	0,88	0,83	0,87	-	-	-	-
Среднее	-	-	-	-	8,16	1,67	10,25

Новые линии третьего блока имели низкие значения эффектов ОКС по уборочной влажности зерна за все годы изучения. Так, линии Лл0634; Лл0604; Лл0682; Лл0602 имели стабильно низкие значения эффектов ОКС за все годы изучения (Рис.16).

Принимая во внимание тот факт, что варианса СКС этих линий была также ниже средней по опыту, можно предположить, что данный материал при скрещивании с другими компонентами будет давать гибридные комбинации с пониженной уборочной влажностью зерна.

Из представленного материала следует отметить линию Лл0602, которая при низких значениях эффектов ОКС по уборочной влажности имела очень высокие эффекты ОКС по урожайности зерна. Использование такой линии в гибридных скрещиваниях позволит получать высокопродуктивные гибриды с низкой уборочной влажностью зерна. Так тесткросс Лл0906 х Лл0602 в наиболее благоприятном 2017 году сформировал урожайность зерна 91,91 ц/га, заняв первое место по продуктивности в опыте.



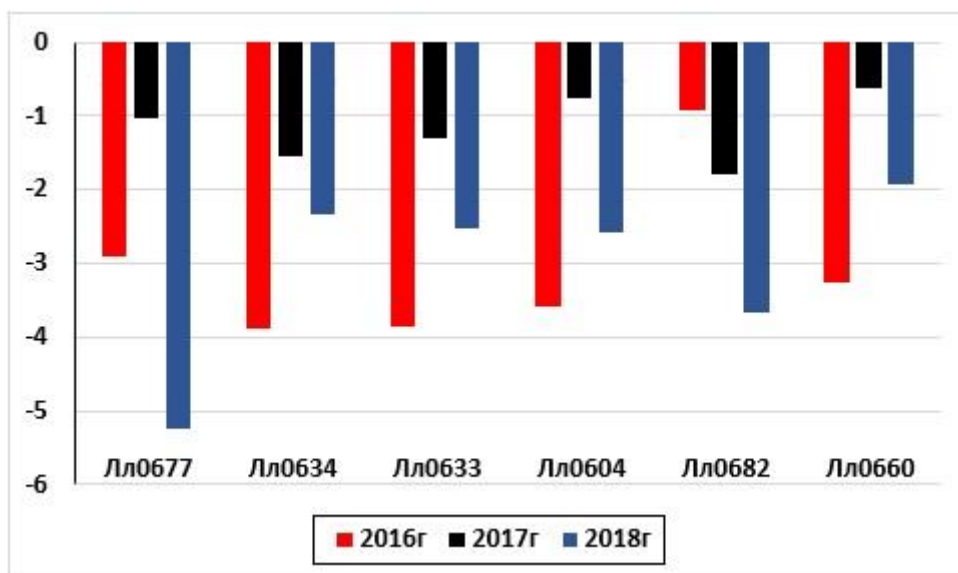


Рисунок 16 - Эффекты ОКС лучших самоопыленных линий 3 блока по признаку «уборочная влажность зерна» (2016-2018гг.)

Превышение над стандартом Краснодарский 194МВ составило 31,9 ц/га. Уборочная влажность данного гибрида была 15,5%, что также ниже, чем у раннеспелого стандарта на 6,6%. Данные линии являются ценным исходным материалом для получения высокоурожайных гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна.

В целом, полученные результаты изучения эффектов ОКС и варианты СКС на общую комбинационную способность по уборочной влажности зерна, подтверждают возможность использования отобранных новых самоопыленных линий в качестве исходного материала для селекции гибридов зернового типа с низкой уборочной влажностью зерна. Особо следует выделить линейный материал наиболее ценный для практической селекции: Лл0614; Лл0730; Лл0619; Лл0706; Лл0726; Лл0610; Лл0677 и Лл0634, имеющие наиболее низкие значения эффектов ОКС по уборочной влажности зерна за все годы изучения. Линии Лл0614, Лл0730, Лл0602, выделенные как образцы с высокой комбинационной способностью не только по уборочной влажности, но и по урожайности зерна, являются ценным исходным материалом для селекции высокопродуктивных гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна.

## 4.4 Анализ основных селекционных признаков лучших тесткроссов

### 4.4.1 характеристика урожайности зерна тесткроссов

Основным направлением в селекции кукурузы остается создание высокогетерозисных урожайных гибридов кукурузы для выращивания в различных экологических зонах страны. Любая работа с исходным материалом, направленная на улучшение их морфо биологических свойств или селекционных признаков, в конечном счете подразумевает получение гибридов с высокой урожайностью зерна.

Тестирование новых самоопыленных линий проводилось на 8 тестеров анализаторов, в результате чего было получено 185 тесткроссов. В данном разделе мы остановимся на анализе урожайности зерна полученных тесткроссов. Характеристика тесткроссов приведена, как и ранее, по блокам. Так, в таблицах 44 - 46 представлены результаты варьирования урожайности зерна изучаемых тесткроссов по тестерным блокам. В первом тестерном блоке размах варьирования урожайности тесткроссов ( $Lim$ , ц/га) был очень высоким и составил 40,95 / 61,60 / 42,79 ц/га по годам соответственно.

Таблица 44 – Варьирование признака «урожайность зерна» у изучаемых тесткроссов 1 блок, («НЦЗ им. П.П.Лукьяненко», 2016-2018гг.)

№ Блока	Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га			
		2016г	2017г	2018г	Среднее
Блок 1	N	84	84	84	84
	$X_{ср}$ , ц/га	$47,52 \pm 1,68$	$52,51 \pm 2,97$	$21,49 \pm 2,0$	-
	$X_{max}$ , ц/га	70,25	82,96	48,22	67,14
	$X_{min}$ , ц/га	29,31	21,35	5,43	18,70
	$Lim$ , ц/га	40,95	61,60	42,79	48,45
	S	7,73	13,68	9,21	10,21
	CV, %	16,26	26,05	42,84	28,38

Более того, значительное варьирование урожайности зерна наблюдалось как между гибридами одного года изучения, так и между различными годами, тем более погодные условия в годы изучения были контрастными. Коэффициент

вариации в среднем за три года был 28,38%, в пределах же одного года он колебался от 16,26% в 2016 году до – 42,84% в засушливом 2018 году.

Для всестороннего анализа полученных результатов нами был проведен двухфакторный дисперсионный анализ урожайности зерна тесткроссов 1 блока тестирования (Таблица 45).

Используя результаты двухфакторного дисперсионного анализа (генотип, год изучения), нами было математически подтверждено достоверное влияние различных условий проведения исследований в зависимости от года изучения, а также взаимодействия «генотип гибрида -год изучения» на урожайность зерна исследуемых тесткроссов. Новые, изученные тесткроссы, не одинаково реагировали на условия выращивания в тот или иной год исследований. Это подтверждает высокая достоверность различий трех видов дисперсий.

Таблица 45- Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности зерна тесткроссов 1 блока в зависимости от года изучения, ц/га («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Источник варьирования	Степеней свободы	Сумма квадратов	Средние квадраты	Дисперсия	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	755,00	223140,38	-	-	-	-
Год изучения (А)	2,00	139883,20	69941,60	280,86	8124,26	3,01
Генотип гибрида (В)	83,00	47566,32	573,09	94,08	66,57	1,30
Взаимодействие (А х В)	166,00	31339,52	188,79	60,06	21,93	1,22
Остаток (ошибка)	502,00	4321,71	8,61	8,61	-	-

Высокая вариабельность признака «урожайность зерна» в годы проведенных исследований позволило всесторонне оценить новый материал по данному наиболее значимому признаку. В итоге были выделены лучшие тесткроссы, обеспечившие высокую урожайность зерна за все годы проведенных исследований. Анализ урожайности тесткроссов будет также проведен по тестерным блокам по годам проведенных исследований. Для более точной оценки нового материала тесткроссы каждого блока были поделены по вегетационному периоду на две группы - раннеспелые и среднеранние. В

качестве стандарта были использованы два гибрида селекции «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», внесенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию в производстве. В раннеспелой группе был взят двойной межлинейный гибрид Краснодарский 194МВ, в среднеранней группе – простой модифицированный гибрид Краснодарский 291АМВ. В таблице 46 представлены лучшие тесткроссы раннеспелой группы. Урожайность зерна раннеспелого стандарта варьировала в зависимости от года исследований от 27,10 ц/га, в крайне неблагоприятном по погодным условиям 2018 году, до 55,0 ц/га в 2017 году. Приведенные в таблице лучшие тесткроссы достоверно превышали по урожайности зерна соответствующий стандарт на 4,40 -19,45 ц/га в среднем за три года исследований.

Таблица 46 – Урожайность зерна лучших раннеспелых тесткроссов 1 блока, («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018гг.)

Гибрид	Урожайность зерна, ц/га				Отклонение от стандарта
	2016г	2017г	2018г	Среднее	
Краснодарский 194МВ ст.	43,80	55,00	27,10	41,97	-
(Кр742мхЛл0985)хЛл002	59,42	77,95	46,89	61,42	19,45
(Кр742м х Лл0985)хЛл0610	61,51	73,66	43,52	59,56	17,59
(Кр742м х Лл0985)хЛл0718	45,86	78,09	45,35	56,43	14,46
(Лл0979хЛл0959)хЛл0682	69,20	68,07	20,65	52,64	10,67
(Кр742м х Лл0985)хЛл0614	57,24	61,27	28,67	49,06	7,09
(Лл0979хЛл0959)хЛл002	50,11	61,47	27,53	46,37	4,40
НСР <sub>05</sub>	6,04	5,35	3,85	-	-

Еще более значительные превышения урожайности наблюдались в отдельные годы сортоиспытаний. Так, новый тесткросс (Кр742мхЛл0985)хЛл002, обеспечив максимальную урожайность зерна за три года исследований – 61,42 ц/га, в благоприятный по погодным условиям 2017 год, сформировал урожайность зерна - 77,95 ц/га, что на 22,95 ц/га больше, чем у стандарта. Уборочная влажность зерна у этого гибрида в среднем за три года испытаний составляла 17,99 %, что на 3,46% меньше, чем у раннеспелого стандарта Краснодарский 194МВ. Если же брать благоприятный 2017 год, то

уборочная влажность зерна этого гибрида была 11,50 %, что уже на 10,64 % ниже, чем у соответствующего стандарта. Скорее всего такая существенная разница во влажности зерна нового гибрида и стандарта зависит от наличия в новом гибриде линии Лл002, обладающей признаком быстрой отдачи влаги зерном при созревании, а также консистенцией самого зерна нового гибрида – это чисто зубовидный тип, в сравнении с полузубовидным у стандарта. Высокие значения урожайности зерна в годы проведенных сортоиспытаний показали тесткроссы с участием новых линий Лл0610; Лл0718; Лл0682; Лл0614. Данные тесткроссы сформировали не только высокую урожайность зерна, достоверно превышающую таковую у стандарта, но и имели более низкую его уборочную влажность, чем у районированного раннеспелого стандарта.

В таблице 47 приведены результаты сортоиспытаний новых среднеранних тесткроссов 1 блока тестирования (Приложение 4).

Таблица 47– Урожайность зерна лучших среднеранних тесткроссов 1 блока, («НЦЗ им. П.П.Лукьяненко», 2016-2018гг.)

Гибрид	Урожайность зерна, ц/га				Отклонение от стандарта
	2016г	2017г	2018г	Среднее	
Краснодарский 291АМВ ст.	55,20	60,90	40,10	52,07	-
(Кр742мхЛл0908)хЛл0730	68,84	75,48	43,52	62,61	10,54
(Кр742мхЛл0908)хЛл0610	59,89	79,39	43,72	61,00	8,93
(Кр742мхЛл0908)хЛл0713	54,61	77,30	47,03	59,65	7,58
(Кр742мхЛл0908)хЛл0630	55,51	75,69	44,91	58,70	6,63
(Кр742мхЛл0908)хЛл0667	56,05	73,42	43,37	57,61	5,54
НСР <sub>05</sub>	6,04	5,35	3,85	-	-

Стандартом в данной группе гибридов служил районированный среднеранний простой модифицированный гибрид Краснодарский 291АМВ. Урожайность зерна лучших тесткроссов в среднем за три года испытаний значительно превышала стандарт. Так, урожайность зерна нового гибрида (Кр742мхЛл0908)хЛл0730 в среднем за время изучения составила 62,61 ц/га, что на 10,54 ц/га выше стандартной. Уборочная влажность зерна данного

тесткрасса была почти на 5% ниже, чем у стандарта. Еще более значимые результаты сортоиспытаний новых тесткроссов можно было наблюдать при анализе их урожайности в отдельные годы. Так, урожайность приведенного тесткрасса в благоприятном 2017 году составила 75,48 ц/га, что уже на 14,58 ц/га выше стандарта. Очень хорошие результаты можно наблюдать у этого гибрида и по уборочной влажности зерна. В 2017 году она составила 14,50 %, это на 10,3 % ниже, чем у стандарта, т.е. гибрид, превысивший по урожайности зерна стандарт на 15 ц/га, имел почти вдвое меньшую уборочную влажность зерна. На рисунке 17 показана зависимость урожайности зерна раннеспелых и среднеранних тесткроссов от года испытания в сравнении с соответствующим стандартом.

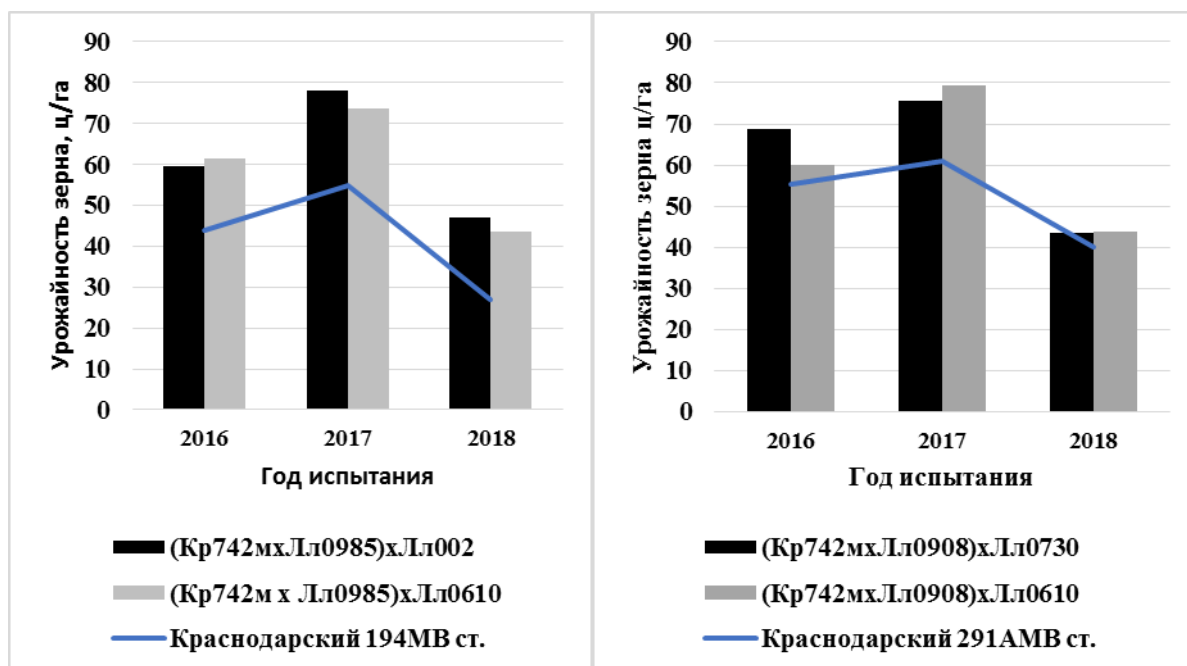


Рисунок 17 – Урожайность зерна лучших новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) тесткроссов 1 блока (2016-2018гг.)

Анализируя результаты сортоиспытаний новых тесткроссов второго тестерного блока, хотелось отметить, что варьирование урожайности зерна данного материала было также значительным, как и в первом блоке (Табл. 48).

Коэффициент вариации за три года изучения составил 27,97 %, в отдельные же годы этот показатель был выше. Размах варьирования

урожайности зерна ( $L_{im}$ ) в среднем за три года составил 52,98 ц/га. Величина этого значения зависела от варьирования урожайности зерна тесткроссов между максимальным и минимальным их значениями. Так, в 2017 году максимальная урожайность зерна тесткроссов составляла 89,51 ц/га, а минимальная всего 20,88 ц/га, именно это и определило столь высокое значение этого признака – 68,62 ц/га.

Таблица 48 – Варьирование признака «урожайность зерна» у изучаемых тесткроссов 2 блок, («НЦЗ им. П.П.Лукьяненко», 2016-2018гг.)

№ Блока	Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га			
		2016г	2017г	2018г	Среднее
<b>Блок 2</b>	N	51	51	51	51
	X <sub>ср</sub> , ц/га	48,65 ± 2,03	49,88 ± 4,14	20,95 ± 2,33	-
	X <sub>max</sub> , ц/га	71,35	89,51	49,32	70,06
	X <sub>min</sub> , ц/га	24,51	20,88	5,84	17,08
	L <sub>im</sub> , ц/га	46,84	68,62	43,48	52,98
	S	7,23	14,71	8,29	10,07
	CV, %	14,85	29,48	39,56	27,97

Как и в случае с тесткроссами 1 блока, все урожайные данные тесткроссов второго тестерного блока были обработаны методом двухфакторного дисперсионного анализа (Табл. 49).

Таблица 49 - Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности зерна тесткроссов 2 блока в зависимости от года изучения, ц/га («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Источник варьирования	Степеней свободы	Сумма квадратов	Средние квадраты	Дисперсия	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	458,00	133172,56	-	-	-	-
Год изучения (А)	2,00	81906,63	40953,31	272,94	3404,33	3,03
Генотип гибрида (В)	50,00	26645,08	532,90	86,81	44,30	1,39
Взаимодействие (А x В)	100,00	20918,88	209,19	65,72	17,39	1,30
Остаток (ошибка)	304,00	3657,05	12,03	12,03	-	-

Результаты анализа подтвердили достоверное влияние различных условий проведения исследований в зависимости от года изучения, а также взаимодействия «генотип гибрида - год изучения» на урожайность зерна исследуемых тесткроссов (Приложение 5).

Характеристика лучших тесткроссов по признаку «урожайность зерна» представлена в таблице 50. Стандартами во втором блоке служили те же два районированных гибрида Краснодарский 194МВ и Краснодарский 291АМВ.

Таблица 50 – Урожайность зерна лучших раннеспелых тесткроссов 2 блока, («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018гг.)

Гибрид	Урожайность зерна, ц/га				Отклонение от стандарта
	2016г	2017г	2018г	Среднее	
Краснодарский 194МВ ст.	43,80	55,00	27,10	41,97	-
(Кр714мхЛл0913)хЛл0730	46,14	87,42	45,64	59,74	17,77
(Кр714мхЛл0913)хЛл008	59,93	70,01	24,81	54,02	12,05
(Кр714мхЛл0913)хЛл0713	57,54	63,46	25,40	48,80	6,83
(Кр714мхЛл0913)хЛл0696	56,22	61,44	24,56	47,41	5,44
НСР <sub>05</sub>	6,04	5,35	3,85	-	-

Средняя за три года сортоиспытаний урожайность зерна, приведенных лучших тесткроссов, значительно превышала среднюю продуктивность соответствующего стандарта. На примере четырех выделившихся гибридов это превышение составляло от 5 до 17 ц/га.

Максимальную урожайность зерна во втором блоке показал тесткросс (Кр714мхЛл0913)хЛл0730 – 59,74 ц/га, что значительно выше, чем у стандарта. Более того в 2017 году данный гибрид сформировал урожайность зерна – 87,42 ц/га, что на 32,42 ц/га выше стандартной. Следует отметить, что уборочная влажность зерна данного гибрида была рекордно низкой и составила в среднем за годы испытания – 13,48 %, в сравнении с 21,45 % у стандарта Краснодарский 194МВ. В 2017 году при столь высокой урожайности зерна уборочная влажность тесткросса составляла 10,80 %, т.е. была в два раза ниже, чем у стандарта.



В среднеранней группе гибридов превышения урожайности зерна над стандартом были не столь значительными, как в раннеспелой, благодаря высокой и стабильной продуктивности стандарта Краснодарский 291АМВ (Табл. 51).

Таблица 51– Урожайность зерна лучших среднеранних тесткроссов 2 блока, («НЦЗ им. П.П.Лукьяненко», 2016-2018гг.)

Гибрид	Урожайность зерна, ц/га				Отклонение от стандарта
	2016г	2017г	2018г	Среднее	
Краснодарский 291АМВ ст.	55,20	60,90	40,10	52,07	-
(Лл0987хЛл0904)хЛл0706	57,53	82,07	43,20	60,93	8,86
(Кр742мхЛл0914)хЛл0713	58,05	78,34	45,51	60,63	8,56
(Лл0987хЛл0904)хЛл0637	69,87	66,31	38,16	58,11	6,04
(Кр742мхЛл0914)хЛл0671	68,04	63,84	40,40	57,42	5,36
(Кр742мхЛл0914)хЛл008	63,19	59,47	44,20	55,62	3,55
НСР <sub>05</sub>	6,04	5,35	3,85	-	-

Тем не менее, урожайность зерна лучших по этому признаку тесткроссов в среднем, за годы проведенных исследований, превышала усредненную продуктивность стандарта Краснодарский 291АМВ на 3-9 ц/га. В этой связи хотелось отметить новый тесткросс (Лл0987хЛл0904)хЛл0706, сформировавший среднюю урожайность зерна за 2016-2018 годы 60,93 ц/га, что на 8,86 ц/га выше, чем у стандарта. Как и в предыдущем опыте первого блока, урожайность зерна новых тесткроссов сильно варьировала в зависимости от года испытаний. Так, в благоприятном по погодным условиям 2017 году этот тесткросс имел урожайность зерна 82,07 ц/га, что на 21,17 ц/га выше стандартной. Подобные результаты можно наблюдать у тесткросса (Кр742мхЛл0914)хЛл0713 со средней урожайностью зерна - 60,63 ц/га. Следует отметить тот факт, что уборочная влажность зерна выделившихся тесткроссов значительно ниже, чем у соответствующего стандарта. Так, тесткросс (Лл0987хЛл0904)хЛл0706, показавший максимальную урожайность зерна, имел уборочную влажность зерна 23,01 % в сравнении с 27,07 % у стандарта. Более того, уборочная влажность зерна данного тесткросса в 2017 году составляла

16,83 % против 24,8 % у стандарта Краснодарский 291АМВ.

На рисунке 18 показана урожайность зерна лучших новых раннеспелых и среднеранних тесткроссов в сравнении с соответствующим стандартом в зависимости от года испытания.

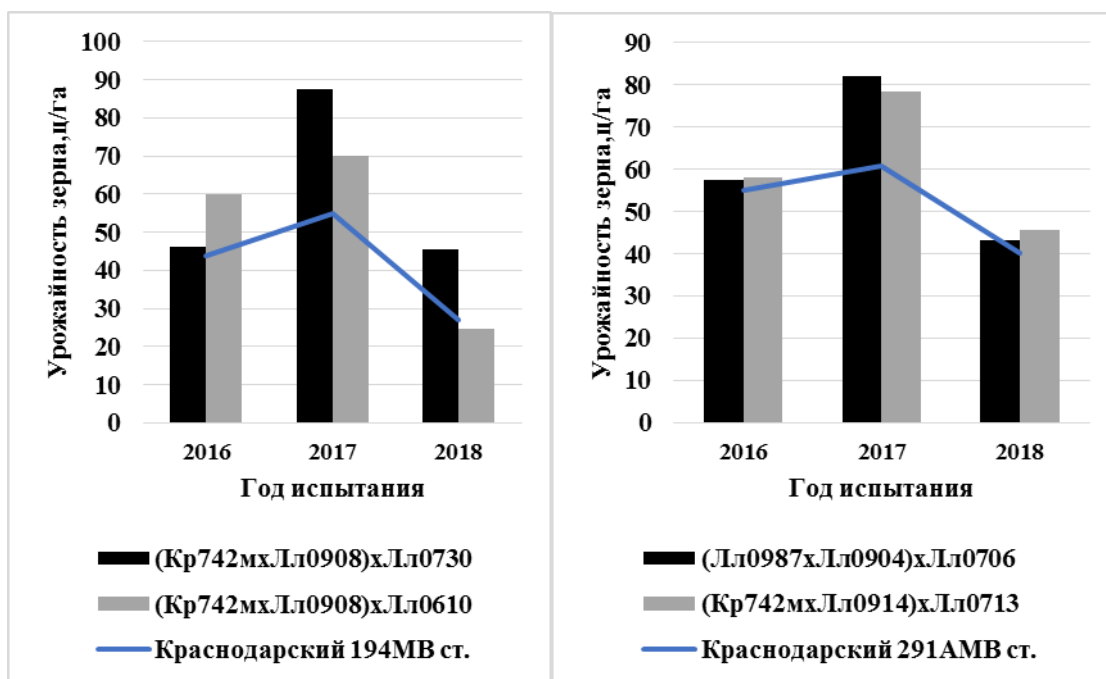


Рисунок 18 – Урожайность зерна лучших новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) тесткроссов 2 блока (2016-2018 гг.)

В заключении анализа урожайных данных новых тесткроссов мы остановимся на характеристике тесткроссов третьего блока тестирования. В третьем блоке в качестве тестеров выступали самоопыленные линии. Поэтому полученные в ходе тестирования новых линий тесткроссы являются простыми гибридами. В виду этого и урожайность зерна данных тесткроссов (простых гибридов) значительно выше, чем в предыдущих блоках. Однако и варьирование урожайности зерна было выше, чем в предыдущих блоках. Следует отметить, что тесткроссы третьего блока показали большую стабильность урожайности зерна в зависимости от года испытания. Поэтому коэффициент вариации незначительно отличался в зависимости от года изучения в сравнении с предыдущими блоками (Табл. 52).

Таблица 52 – Варьирование признака «урожайность зерна» у изучаемых тесткроссов 3 блок, («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016 -2018 гг.)

№ Блока	Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га			
		2016г	2017г	2018г	Среднее
<b>Блок 3</b>	N	50	50	50	50
	X <sub>ср</sub> , ц/га	46,73 ± 3,79	52,71 ± 4,83	28,10 ± 3,09	-
	X <sub>max</sub> , ц/га	78,44	94,04	48,62	73,70
	X <sub>min</sub> , ц/га	19,32	20,83	10,51	16,89
	Lim, ц/га	59,12	73,22	38,11	56,81
	S	13,33	16,98	10,89	13,73
	CV, %	28,51	32,21	38,74	33,16

Размах варьирования (Lim) в среднем за три года изучения составил 56,81 ц/га. В зависимости от года изучения размах варьирования изменялся от 38 ц/га в 2018 году, до 73 ц/га в 2017 году. Анализируя варьирование урожайности зерна 50 новых тесткроссов третьего блока тестирования, можно отметить, что продуктивность гибридов варьировала от 17 до 74 ц/га в среднем за три года изучения. Таким образом, большая вариабельность гибридов по урожайности зерна и значительная выборка самих гибридов позволяет вести результативный отбор высокоурожайных гибридов из данного блока тесткроссов.

В таблице 53 представлены результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности зерна новых тесткроссов. Как и в предыдущих блоках, результаты дисперсионного анализа (генотип, год изучения) показали достоверное влияние различных условий проведения исследований в зависимости от года изучения, а также взаимодействия «генотип гибрида - год изучения» на урожайность зерна исследуемых тесткроссов.

Таблица 53 - Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности зерна тесткроссов 3 блока в зависимости от года изучения, ц/га («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Источник варьирования	Степеней свободы	Сумма квадратов	Средние квадраты	Дисперсия	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	449,00	136509,19	-	-	-	-
Год изучения (А)	2,00	49410,94	24705,47	167,98	2077,68	3,03
Генотип гибрида (В)	49,00	56044,52	1143,77	188,65	96,19	1,40
Взаимодействие (А х В)	98,00	27498,34	280,60	89,57	23,60	1,30
Остаток (ошибка)	298,00	3543,49	11,89	11,89	-	-

Характеристика новых раннеспелых тесткроссов, показавших максимальную урожайность зерна в третьем тестерном блоке представлена в таблице 54 (Приложение б).

Таблица 54 – Урожайность зерна лучших раннеспелых тесткроссов 3 блока, («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Гибрид	Урожайность зерна, ц/га				Отклонение от стандарта
	2016г	2017г	2018г	Среднее	
Краснодарский 194МВ ст.	43,80	55,00	27,10	41,97	-
Лл0906хЛл0602	75,25	91,91	43,59	70,25	28,28
Лл0906хЛл0671	74,26	87,41	44,55	68,74	26,77
Лл0906хЛл0608	73,70	74,47	44,38	64,18	22,21
Лл0906хЛл0696	60,15	76,45	38,29	58,30	16,33
Лл0906хЛл0679	68,50	70,94	29,48	56,30	14,33
Лл0906хЛл0635	70,68	68,60	16,93	52,07	10,10
НСР <sub>05</sub>	6,04	5,35	3,85	-	-

Как уже отмечалось выше, третий блок состоял из простых гибридов. Стандартом в раннеспелой группе служил раннеспелый гибрид Краснодарский 194МВ. Приведенные в таблице шесть простых гибридов имели высокую урожайность зерна в среднем за три года сортоиспытания (52-70 ц/га). Так, например, простой гибрид Лл0906хЛл0602 в среднем за годы сортоиспытания сформировал урожайность зерна 70,25 ц/га, что на 28,28 ц/га выше, чем у

стандарта. Более того, в отдельные годы урожайность зерна данного гибрида была еще выше. Так в 2016 она составила 75,25 ц/га, а в 2017 году – 91,91 ц/га. Уборочная влажность зерна этого гибрида была на 5-6 % ниже, чем у стандарта.

В среднеранней группе (Табл.55) урожайность зерна стандарта Краснодарский 291АМВ была высокой. Тем не менее часть новых гибридов превысили стандарт по урожайности зерна. Приведенные в таблице пять лучших новых гибридов превышали по урожайности зерна соответствующий стандарт на 4 – 9 ц/га в среднем за три года сортоиспытаний.

Простой гибрид Лл0920хЛл0635 за три года сортоиспытаний показал урожайность зерна 60,62 ц/га, что на 9,29 ц/га выше, чем у стандарта.

Таблица 55– Урожайность зерна лучших среднеранних тесткроссов 3 блока, («НЦЗ им. П.П.Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Гибрид	Урожайность зерна, ц/га				Отклонение от стандарта
	2016г	2017г	2018г	Среднее	
Краснодарский 291АМВст.	55,20	60,90	40,10	52,07	-
Лл0920хЛл0696	66,99	71,76	45,34	61,36	9,29
Лл0920хЛл0635	50,64	85,01	46,22	60,62	8,55
Лл0920хЛл0608	55,27	81,90	44,50	60,55	8,49
Лл0920хЛл0600	67,84	71,25	38,90	59,33	7,28
Лл0920хЛл0679	55,71	71,54	42,62	56,62	4,55
НСР <sub>05</sub>	6,04	5,35	3,85	-	-

Урожайность зерна данного гибрида в 2017 году составила 85,01 ц/га, что уже на 24,11 ц/га выше стандарта. Положительной чертой данного гибрида было то, что во все годы испытания он формировал более низкую уборочную влажность зерна, чем у стандарта.

Графическое отображение урожайности зерна лучших тесткроссов в разные годы изучения в сравнении со стандартом показано на рисунке 19.

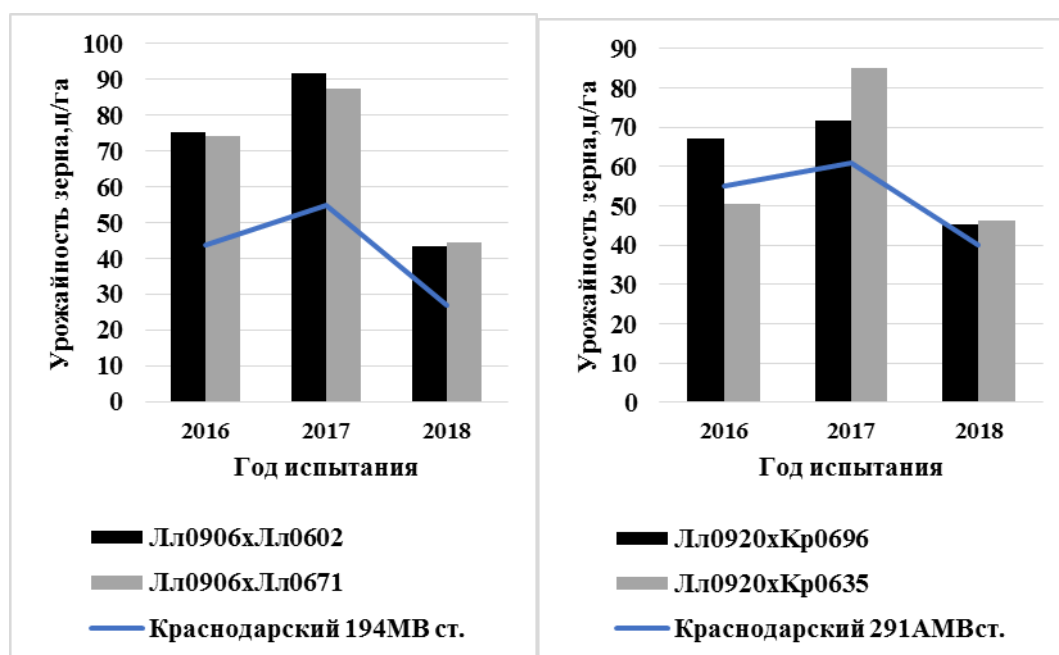


Рисунок 19 – Урожайность зерна лучших новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) тесткроссов 3 блока (2016-2018 гг.)

Таким образом, проведя сортоиспытание 185 тесткроссов от тестирования 45 новых самоопыленных линий кукурузы в трех тестерных блоках, была получена цельная характеристика урожайности зерна нового материала. В раннеспелой группе были выделены высокоурожайные тесткроссы: (Кр742мхЛл0985)хЛл002; (Кр742мхЛл0985)хЛл0610; (Кр742мхЛл0985)хЛл0718; (Кр714мхЛл0913)хЛл0730, которые за три года сортоиспытаний (2016 - 2018гг.) имели урожайность зерна на 12-17 ц/га выше, чем у раннеспелого стандарта Краснодарский 194МВ, при значительно меньшей уборочной влажности зерна. В среднеранней группе выделены высокоурожайные тесткроссы: (Кр742мхЛл0908)хЛл0730; (Кр742мхЛл0908)хЛл0610; (Лл0987хЛл0904)хЛл0706; (Кр742мхЛл0914)хЛл0713. Урожайность зерна этих гибридов превышала продуктивность стандарта Краснодарский 291АМВ на 8-10 ц/га, при более низкой уборочной влажности зерна. Кроме того, в ходе изучения были выделены высокоурожайные простые гибриды раннеспелой: Лл0906хЛл0602; Лл0906хЛл0671 и среднеранней: Лл0920хЛл0696; Лл0920хЛл0635 групп спелости, превысивших по урожайности зерна соответствующие стандарты на - 28 и 9 ц/га, соответственно. Данные гибриды

могут использоваться в качестве родительских форм для селекции высокогетерозисных трехлинейных гибридов кукурузы.

#### **4.4.2. Характеристика уборочной влажности зерна тесткроссов**

Современное производство, ставя перед селекционерами задачу создания новых коммерческих гибридов, конечно же выдвигает на первый план урожайность зерна. В последнее время на равные, а часто и на первостепенные позиции выдвигается признак уборочной влажности зерна. Именно на основании более высокой уборочной влажности зерна отечественные гибриды кукурузы проигрывают зарубежным. Долгие годы гибридами с пониженной уборочной влажностью зерна считались лишь раннеспелые генотипы. Но и они часто имели довольно высокую уборочную влажность зерна. Благодаря раннеспелым гибридам удалось расширить зону кукурузосеяния в нашей стране. Однако, в настоящее время имеется большое количество гибридов кукурузы различных групп спелости, обладающих способностью быстрой потери влаги зерном при созревании. Выращивание таких гибридов не требует дополнительного досушивания зерна после уборки, а также дает возможность рано убрать посеы кукурузы осенью, что позволяет более качественно подготовить почву для посева озимых культур.

Учитывая данные обстоятельства, нами была проведена полная оценка всего нового материала по признаку уборочная влажность зерна. Анализ полученных результатов, как и по урожайности зерна будет проведен по тестерным блокам.

Как видно из таблицы 56 в первом блоке варьирование теесткроссов по признаку уборочная влажность зерна было средним и незначительно варьировало в зависимости от года изучения, от среднего в 2016 и 2017 годах, до высокого в 2018 году. Размах варьирования (Lim, %) был также средним и составлял 18,2 % в среднем за три года изучения.

Таблица 56– Варьирование признака «уборочная влажность зерна» у изучаемых тесткроссов 1 блока, 2016-2018 гг.

№ Блока	Значения варьирования	Уборочная влажность зерна, %			
		2016г	2017г	2018г	Среднее
<b>Блок 1</b>	N	84	84	84	84
	X <sub>ср</sub> , %	20,81 ± 0,85	12,85 ± 0,44	19,64 ± 0,92	-
	X <sub>max</sub> , %	30,60	24,40	28,90	27,97
	X <sub>min</sub> , %	13,30	5,00	11,00	9,77
	Lim, %	17,30	19,40	17,90	18,20
	S	3,92	2,04	4,25	3,40
	CV, %	18,86	15,83	21,65	18,78

В то же время, средний размах варьирования в 18% для признака уборочная влажность зерна является значительным и позволяет вести эффективный отбор по данному фактору среди нового материала. Доказательством этого могут служить показания минимальной и максимальной уборочной влажности в этом блоке. Так минимальная уборочная влажность была всего 5%, в то время как максимальная – 30,6%. Во втором тестерном блоке (Табл. 57) наблюдалась схожая картина. Варьирование признака было средним и составило 18,5% за три года изучения. Размах варьирования был средним и изменялся от 12,8% в 2018 г. до 19,0 – в 2016 г.

Таблица 57– Варьирование признака «уборочная влажность зерна» у изучаемых тесткроссов 2 блока, 2016-2018 гг.

№ Блока	Значения варьирования	Уборочная влажность зерна, %			
		2016г	2017г	2018г	Среднее
<b>Блок 2</b>	N	51	51	51	51
	X <sub>ср</sub> , %	19,44 ± 1,14	12,58 ± 0,68	17,31 ± 0,75	-
	X <sub>max</sub> , %	31,60	26,80	23,00	27,13
	X <sub>min</sub> , %	12,60	10,00	10,20	10,93
	Lim, %	19,00	16,80	12,80	16,20
	S	4,04	2,43	2,66	3,04
	CV, %	20,77	19,34	15,34	18,48



Третий тестерный блок незначительно выделялся по сравнению с первыми двумя. Так, варьирование в этом блоке составило 19,58%, находясь на границе среднего и высокого значения. В отдельные годы оно варьировало и, например, в 2018 году составляло 24,6 %. Размах варьирования был средним (Таблица 58).

Таблица 58 – Варьирование признака «уборочная влажность зерна» у изучаемых тесткроссов 3 блока, 2016-2018 гг.

№ Блока	Значения варьирования	Уборочная влажность зерна, %			
		2016г	2017г	2018г	Среднее
<b>Блок 3</b>	N	50	50	50	50
	X <sub>ср</sub> , %	21,36 ± 1,18	13,78 ± 0,57	17,28 ± 1,21	-
	X <sub>max</sub> , %	29,80	20,60	26,60	25,67
	X <sub>min</sub> , %	13,20	10,00	9,50	10,90
	Lim, %	16,60	10,60	17,10	14,77
	S	4,15	2,02	4,25	3,48
	CV, %	19,45	14,68	24,60	19,58

Таким образом, изучив варьирование признака «уборочная влажность зерна» новых тесткроссов, можно констатировать, что изменчивость данного признака варьировала от средней, до сильной. Значительный размах варьирования признака «уборочная влажность зерна» позволяет вести успешный отбор нового материала по данному признаку.

Анализ уборочной влажности зерна новых тесткроссов позволил выделить гибриды с наилучшими признаками по данному фактору. Так среди раннеспелых тесткроссов первого блока тестирования (Табл. 59) наименьшую уборочную влажность зерна сформировали два гибрида с участием линии Лл0614. В среднем за три года изучения уборочная влажность зерна этих тесткроссов составила 13 %, что на 8 % ниже, чем у раннеспелого стандарта Краснодарский 194МВ.

Таблица 59 – Уборочная влажность зерна лучших раннеспелых тесткроссов 1 блока, («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %				Отклонение от стандарта
	2016г	2017г	2018г	Среднее	
Краснодарский 194МВ ст.	23,30	22,14	18,92	21,45	-
(Кр742м х Лл0985)хЛл0614	15,90	10,03	14,10	13,34	8,11
(Лл0979хЛл0959)хЛл0614	16,63	11,73	11,87	13,41	8,04
(Кр742м х Лл0985)хЛл0647	14,97	9,70	16,30	13,66	7,79
(Лл0979хЛл0959)хЛл0706	17,47	11,70	11,97	13,71	7,74
(Лл0979хЛл0959)хЛл0610	16,37	11,73	13,40	13,83	7,62
(Лл0979хЛл0959)хЛл0679	15,73	12,13	14,03	13,97	7,48
НСР <sub>05</sub>	3,7	3,1	4,2	-	-

Следует отметить тот факт, что гибрид (Кр742мхЛл0985)хЛл0614 вошел в число лучших в своем блоке, показавших максимальную урожайность зерна в среднем за три года изучения. Именно такие гибриды с высокой урожайностью зерна и пониженной уборочной влажностью наиболее ценны для производства.

В блоке среднеранних гибридов (Табл. 60) наилучшие значения в сравнении со стандартом Краснодарский 291АМВ имел гибрид: (Кр742мхЛл0908)хЛл0713 с уборочной влажностью зерна 21 % в среднем за три года изучения.

Таблица 60 – Уборочная влажность зерна лучших среднеранних тесткроссов 1 блока, («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018гг.)

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %				Отклонение от стандарта
	2016г	2017г	2018г	Среднее	
Краснодарский 291АМВ ст.	29,5	24,8	26,9	27,07	-
(Кр742м х Лл0908)хЛл0713	27,23	12,63	23,33	21,07	6,00
(Кр742м х Лл0908)хЛл0630	28,77	11,87	26,27	22,30	4,77
(Кр742м х Лл0908)хЛл0730	26,93	14,50	27,27	22,90	4,17
(Кр742м х Лл0908)хЛл0677	27,83	14,53	26,80	23,06	4,01
(Кр742м х Лл0985)хЛл0630	28,10	15,83	25,47	23,13	3,94
(Кр742м х Лл0908)хЛл0610	29,87	15,20	27,80	24,29	2,78
НСР <sub>05</sub>	2,3	3,3	2,8	-	-

В отдельные годы (2017г.) этот гибрид имел уборочную влажность 12 %, что значительно ниже, чем у стандарта. Хотелось отметить, что урожайность зерна этого гибрида в 2017 году составила 77 ц/га. Почти все гибриды, выделившиеся по признаку уборочной влажности зерна, имели высокую урожайность и так же вошли в группу лучших по этому признаку тесткроссов.

На рисунке 20 графически показана изменчивость уборочной влажности зерна лучших тесткроссов в зависимости от года изучения в сравнении с соответствующим стандартом.

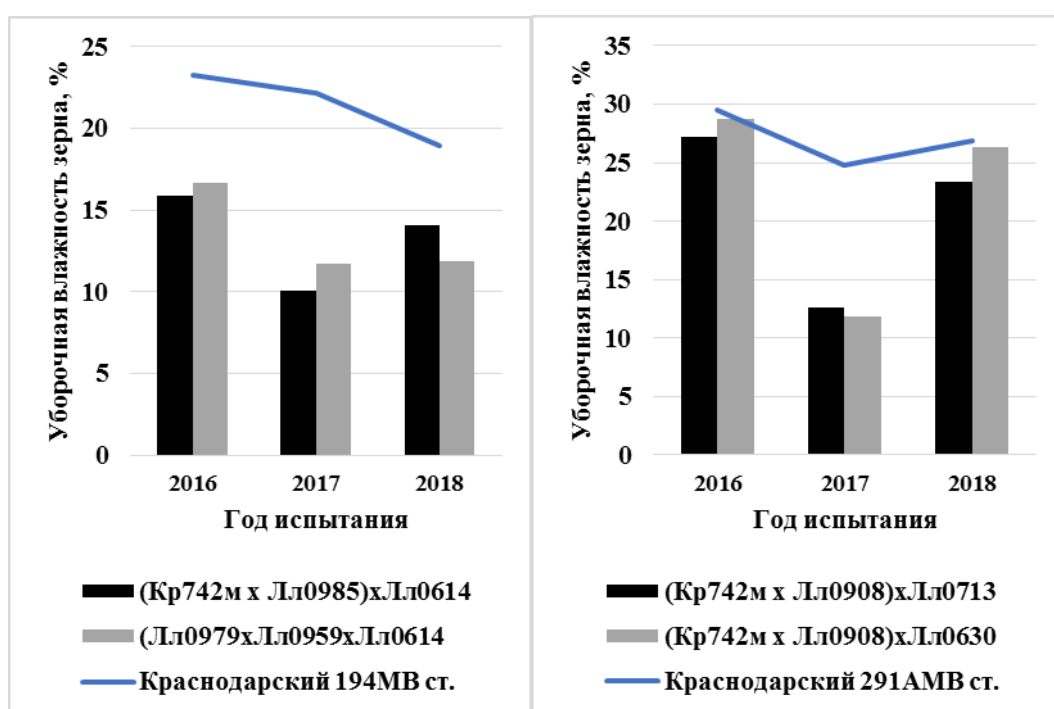


Рисунок 20 – Уборочная влажность зерна лучших новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) тесткроссов 1 блока (2016-2018гг.)

Во втором блоке тестирования (Табл.61) в раннеспелой группе минимальную уборочную влажность зерна показал тесткросс - (Кр714мхЛл0913)хЛл0610. Приведенные в таблице лучшие по этому признаку тесткроссы сформировали уборочную влажность зерна на 7 - 9 % ниже, чем у стандарта за все три года изучения.

Таблица 61 – Уборочная влажность зерна лучших раннеспелых тесткроссов 2 блока, («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %				Отклонение от стандарта
	2016г	2017г	2018г	Среднее	
Краснодарский 194МВ ст.	23,30	22,14	18,92	21,45	-
(Кр714мхЛл0913)хЛл0610	15,50	10,53	11,40	12,48	9,00
(Кр714мхЛл0913)хЛл0726	14,93	11,13	11,50	12,52	8,93
(Кр714мхЛл0913)хЛл0706	15,33	11,23	12,40	12,99	8,46
(Кр714мхЛл0913)хЛл0664	13,57	12,00	13,87	13,14	8,31
(Кр742мхЛл0914)хЛл0730	15,37	10,80	14,27	13,48	7,97
(Кр742мхЛл0914)хЛл0726	17,37	11,07	13,40	13,94	7,51
(Кр714мхЛл0913)хЛл0730	13,90	10,83	18,50	14,41	7,04
НСР <sub>05</sub>	4,3	3,9	4,7	-	-

Пониженная уборочная влажность зерна стабильно проявлялась во все годы независимо от погодных условий. Следует отметить, что большинство гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна имели высокую урожайность. Так тесткросс - (Кр714мхЛл0913)хЛл0730, входящий в данную группу, сформировал урожайность зерна на 18 ц/га выше, чем у стандарта.

Таблица 62 – Уборочная влажность зерна лучших среднеранних тесткроссов 2 блока, («НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %				Отклонение от стандарта
	2016г	2017г	2018г	Среднее	
Краснодарский 291АМВ ст.	29,5	24,8	26,9	27,07	-
(Кр742мхЛл0914)хЛл0713	21,00	13,07	17,57	17,21	9,86
(Кр742мхЛл0914)хЛл0671	20,43	12,57	18,73	17,24	9,83
(Лл0987хЛл0904)хЛл0637	26,67	13,00	16,93	18,87	8,20
(Лл0987хЛл0904)хЛл0667	26,04	14,03	18,00	19,37	7,70
(Кр742мхЛл0914)хЛл0690	23,53	15,03	20,33	19,63	7,44
(Лл0987хЛл0904)хЛл0706	30,0	16,83	22,20	23,01	4,06
НСР <sub>05</sub>	4,1	3,2	3,8	-	-

В группе среднеранних гибридов (Табл.62) пониженная уборочная влажность была не так выражена в зависимости от стандарта, как в раннеспелой группе. Хотя уборочная влажность лучших тесткроссов была ниже стандарта на 7-9 %.

Большая часть приведенных в таблице результатов лучших тесткроссов вошли в группу наиболее урожайных гибридов второго блока.

Графическое изображение изменчивости уборочной влажности зерна лучших тесткроссов в зависимости от года изучения приведено на рисунке 21.

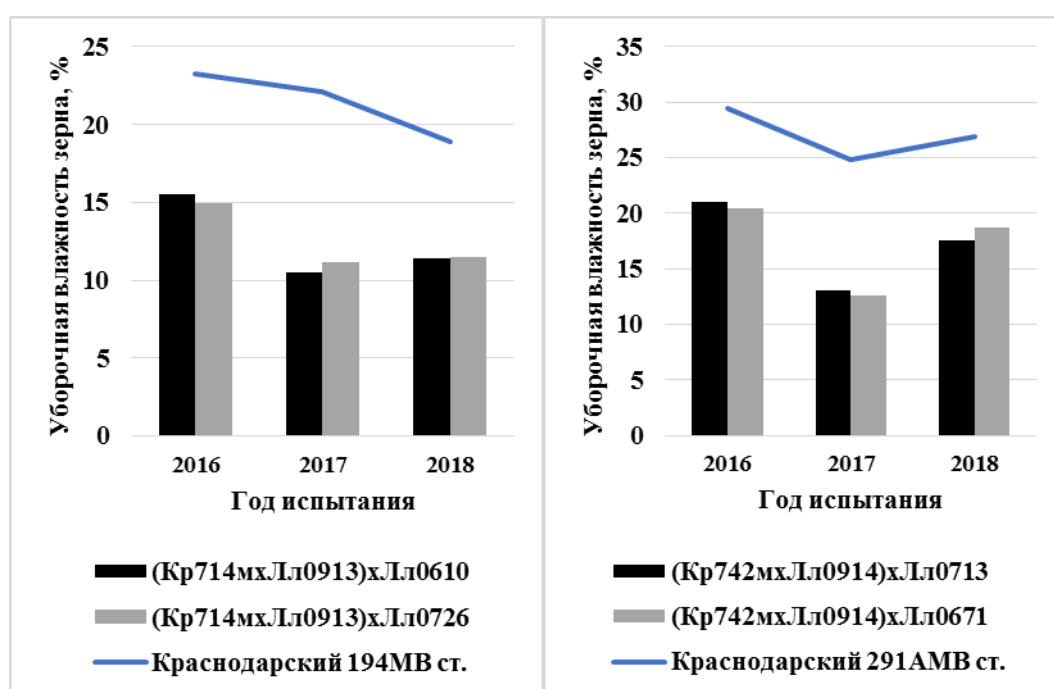


Рисунок 21 – Уборочная влажность зерна лучших новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) тесткроссов 2 блока (2016-2018гг.)

В таблицах 63 и 64 приведены характеристики лучших тесткроссов третьего блока по признаку уборочная влажность зерна, показавшие максимальное ее снижение по сравнению с соответствующим стандартом.

Таблица 63 – Уборочная влажность зерна лучших раннеспелых тесткроссов 3 блока, («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %				Отклонение от стандарта
	2016г	2017г	2018г	Среднее	
Краснодарский 194МВ ст.	23,30	22,14	18,92	21,45	-
Лл0906хЛл0634	14,93	11,03	11,30	12,42	9,03
Лл0906хЛл0660	15,33	11,43	10,50	12,42	9,03
Лл0906хЛл0633	15,47	11,37	12,90	13,24	8,21
Лл0906хЛл0730	14,20	11,47	15,90	13,86	7,59
Лл0906хЛл0671	19,97	13,50	14,73	16,07	5,38
Лл0906хЛл0602	17,70	15,50	15,67	16,29	5,16
НСР <sub>05</sub>	2,2	2,9	4,3	-	-

Таблица 64 – Уборочная влажность зерна лучших среднеранних тесткроссов 3 блока, («НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2016-2018 гг.)

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %				Отклонение от стандарта
	2016г	2017г	2018г	Среднее	
Краснодарский 291АМВ	29,5	24,8	26,9	27,07	-
Лл0920хЛл0635	21,50	12,73	20,93	18,39	8,68
Лл0920хЛл0637	24,57	12,27	19,00	18,61	8,46
Лл0920хЛл0631	20,77	13,97	21,40	18,71	8,36
Лл0920хЛл0600	27,20	18,70	19,93	21,94	5,13
Лл0920хЛл0608	23,80	16,40	25,63	21,94	5,13
Лл0920хЛл0627	27,50	14,90	23,83	22,08	4,99
НСР <sub>05</sub>	3,2	2,8	4,5	-	-

Лучшие тесткроссы сформировали уборочную влажность зерна на 7 -10 % ниже, чем у стандарта. Урожайность зерна приведенных в таблице гибридов была значительно выше соответствующих стандартов.

В связи с тем, что все тесткроссы третьего блока были простыми гибридами, показатель пониженной уборочной влажности зерна наиболее важен при использовании данных гибридов в качестве родительских форм.

Графическое изображение изменения уборочной влажности зерна лучших тесткроссов третьего блока в зависимости от года изучения показано на рисунке 22.

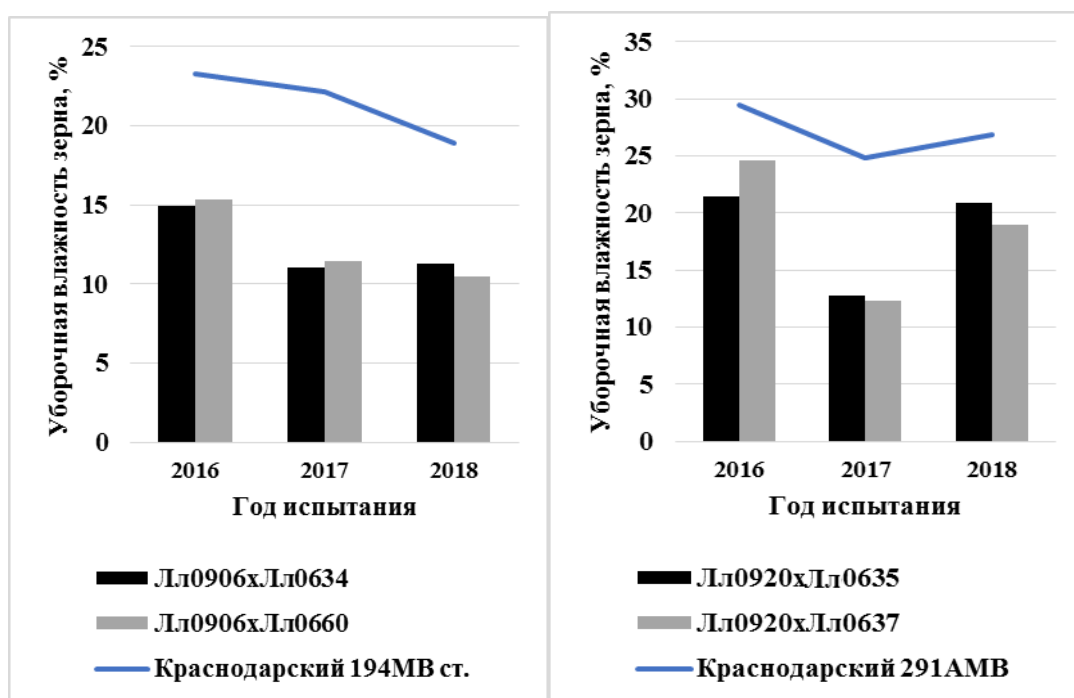


Рисунок 22 – Уборочная влажность зерна лучших новых раннеспелых (слева) и среднеранних (справа) тесткроссов 3 блока (2016-2018 гг.).

Таким образом, проведя анализ результатов изучения уборочной влажности зерна новых тесткроссов, можно заключить, что в ходе отбора нами выделены новые раннеспелые высокоурожайные тесткроссы, обладающие пониженной уборочной влажностью зерна. Такие гибриды как: (Кр714мхЛл0913)хЛл0610; (Кр714мхЛл0913)хЛл0726; (Кр742м х Лл0985)х Лл0614; (Лл0979хЛл0959)хЛл0614 Лл0906хЛл0634; Лл0906хЛл0660 имели уборочную влажность на 7-9% ниже, чем у раннеспелого стандарта. Все, выделенные тесткроссы сформировали высокую урожайность зерна, значительно большую, чем у стандарта. В среднеранней группе был выделен ряд гибридов: (Кр742мхЛл0914)хЛл0713; (Кр742мхЛл0914)хЛл0671; (Кр742м х Лл0908)хЛл0630; (Кр742м х Лл0908)хЛл0713; Лл0920хЛл0635; Лл0920хЛл0637, имеющих уборочную влажность зерна на 6-9 % ниже, чем у соответствующего стандарта. Выделены простые высокоурожайные гибриды с пониженной уборочной влажностью зерна на 8-9% ниже, чем у стандарта.

Данные гибриды могут служить ценным материалом в качестве родительских форм для селекции трехлинейных гибридов.

#### **4.5 Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы**

Сельское хозяйство в Российской Федерации, а в частности его растениеводческая отрасль, обладает огромным разнообразием географических (почвенно-климатических) и экономических условий. Большая часть пахотных земель подвержена постоянным отрицательным факторам среды, главными из которых являются недостаточная увлажненность, вызывающая засуху и короткий безморозный период (поздние весенние заморозки и ранние осенние). Таким образом, большинство площадей не пригодны для выращивания кукурузы. А те регионы, где ее выращивают нуждаются в гибридах, адаптированных именно к их условиям [5, 32, 47, 50].

Именно вопросы создания стабильных гибридов кукурузы, урожайность которых не зависит от климатических условий и экологических зон, ставит современное производство перед селекционерами страны. Решение проблем получения новых высокогетерозисных гибридов кукурузы с высокой урожайностью зерна, пониженной уборочной влажностью зерна и устойчивых к проявлению стрессовых биотических и абиотических факторов, остается первоочередной актуальной проблемой нашего времени [42,49,72,83].

При создании гибридов необходимо учитывать его экологическую стабильность, т е способность минимально снижать урожайность зерна при изменении факторов среды в худшую сторону. Для быстрой и полноценной характеристики новых гибридов кукурузы и выявления наиболее подходящих географических зон для их выращивания проводятся экологические испытания [118, 151,].

Цель наших исследований – оценка новых полученных тесткроссов кукурузы в различных почвенно-климатических условиях и отбор лучших из них.

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 [15, 41, 47, 196].

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 [60, 74, 80].

Из литературных источников известно, что именно урожайность и уборочная влажность зерна гибридов кукурузы сильно варьирует в зависимости от года и зоны выращивания. Именно поэтому, нами в 2016-2018 годах было проведено экологическое сортоиспытание новых тесткроссов. В 2016 году весь набор полученных тесткроссов прошел сортоиспытание на полях НЦЗ в городе Краснодаре. В качестве критерия оценки адаптивности новых тесткроссов была взята урожайность зерна, как одного из наиболее важных признаков [48, 128, 157].

В последующие 2017- 2018 годы 20 наиболее выделившихся по ряду признаков тесткроссов были разосланы для прохождения экологического сортоиспытания в различные регионы страны. Максимальное изучение данные гибриды проходили на полях НЦЗ в городе Краснодаре. В 2017 году экологическое испытание было проведено в Институте Сельского Хозяйства Кабардино Балкарского Национального Центра РАН (г. Нальчик).

В 2018 году такой же набор был разослан в агрофирму «Отбор» (Кабардино-Балкарская Республика), для изучения гибридов на орошении. В этом же году испытание проводилось в фирме «Семеноводство Кубани» (Краснодарский край), а также, в АНЦ «Донской» (г. Зерноград).

Адаптивностью нового селекционного материала в нашей стране занимались многие ученые, поэтому согласно литературных данных под

экологической пластичностью, например, В.З Пакудин и Л.М. Лопатина [122] принимали среднюю реакцию сорта или гибрида на изменение условий окружающей среды. Под стабильностью – отклонение эмпирических данных в каждом условии окружающей среды от этой средней реакции. Кравченко Р.В. [73] 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.

В таблице 65 приведена урожайность зерна выделившихся гибридов при экологическом испытании в различных природно-климатических зонах. На рисунке 23 показаны регионы, где было проведено экологическое сортоиспытание. Как видно из таблицы, урожайность зерна лучших тесткроссов была значительно выше, чем продуктивность соответствующего стандарта во всех пунктах изучения, что говорит о высоком адаптивном потенциале новых гибридов. Следует выделить гибрид Лл0728хЛл008, показавший среднюю урожайность зерна во всех пунктах изучения – 61,8 ц/га, что на 20,2 ц/га выше, чем у стандарта раннеспелого гибрида Краснодарский 194 МВ. Максимальную урожайность (89,3 ц/га) данный тесткросс сформировал при выращивании на орошении в фирме «Отбор». Высокую урожайность зерна (81,2 ц/га) показал гибрид и при изучении на полях НЦЗ (г. Краснодар) в 2017 году, что обусловлено хорошими погодными условиями в этот год. Минимальная урожайность (43,3 ц/га) у гибрида была получена при выращивании на полях НЦЗ (г. Краснодар) в 2018 году. Это объясняется крайне неблагоприятными климатическими условиями, сложившимися в этот год в данном регионе.

Таблица 65 – Урожайность зерна лучших тесткроссов кукурузы в различных условиях выращивания (2016-2018гг.)

Гибрид	Урожайность зерна при 14% влажности, ц/га в различных условиях выращивания							
	НЦЗ 2016 год	НЦЗ 2017 год	НЦЗ 2018 год	ООО ИПА «Отбор» 2018 год	«Семено- водство Кубани» 2018 год	ИСХ КБНЦ РАН 2017 год	АНЦ «Донской» 2018 год	Среднее
Краснодарский 194 МВ ст	43,6	59,7	26,5	64,5	32,1	45,3	19,2	41,6
Лл0728 х Лл008	60,9	81,2	43,3	89,3	58,0	55,0	44,7	61,8
Лл0613 х Лл0706	65,8	85,7	34,8	76,8	49,8	56,9	35,6	57,9
Лл0693 х Лл0728	70,5	89,1	33,3	69,8	35,5	61,8	37,9	56,8
Лл0720 х Лл0608	68,9	81,9	44,5	57,7	42,6	63,6	36,8	56,6
(Кр714мхЛл0913)Лл0730	66,1	87,4	45,3	51,4	29,2	61,2	37,1	54,0
(Кр742мхЛл908)Лл0713	48,6	77,3	47,0	74,7	38,1	59,3	24,8	52,8
(Кр742мхЛл0914)Лл0713	48,0	72,4	45,5	66,2	51,1	50,1	32,9	52,3
Лл0451 х Лл008	68,8	88,4	19,7	62,8	35,6	61,3	28,9	52,2
Лл0693 х Лл0724	66,8	81,8	22,6	51,3	44,7	61,8	35,6	52,1
Лл0706х Лл003	55,3	68,8	35,5	70,2	43,1	52,9	29,5	50,8
Среднее по опыту	59,3	77,3	29,3	62,9	38,0	55,9	26,3	49,9
НСР05	2,4	5,3	3,5	2,7	7,3	2,1	1,9	

## Пункты испытания гибридов (2016-2018 гг.)



Цвет	Пункт, год испытания	Средняя Урожайность зерна ц/га
Красный	Краснодар, 2016	59,33
Красный	Краснодар, 2017	77,30
Красный	Краснодар, 2018	29,32
Синий	Усть-Лабинск, 2018	38,01
Желтый	КБНИИСХ КБР, 2017	55,87
Желтый	Фирма Отбор, 2018	62,94
Зеленый	Зерноград, 2018	26,26

36

Рисунок 23 – Пункты испытания и средняя урожайность зерна гибридов по пунктам (2016-2018 гг.)

Таким образом, простой гибрид Лл0728 x Лл008, пройдя экологическое сортоиспытание в семи различных пунктах показал высокую урожайность зерна и является фенотипически высоко стабильным гибридом (Приложение 3).

В большинстве своем при изучении экологической адаптивности селекционеры пользуются методом Eberhart S.A., Russel W.A [214], в обработке В.З. Пакудина и Л.М. Лопатиной [123]. Используя данный метод, селекционер может оценить новые гибриды не только на их экологическую пластичность, но и на стабильность [72, 133, 158,86].

Показатели адаптивности выделившихся новых гибридов, прошедших экологическое сортоиспытание в различных почвенно-климатических регионах, представлены в таблице 66.

Таблица 66 – Экологическая пластичность и стабильность лучших раннеспелых гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна», (среднее по семи пунктам, 2016-2018 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)
Краснодарский194 MBst	41,54	0,82	14,42	0,14	1,24	0,85
<b>(0,9&lt;b&lt;1,1) - очень высокая фенотипическая стабильность</b>						
Лл0693 x Лл0724	52,07	0,96	15,43	0,19	0,20	0,81
(Кр742xЛл0985)x Лл0602	46,37	0,98	18,15	0,20	0,10	0,80
Лл0728 x Лл008	61,77	0,90	15,37	0,22	1,02	0,65
Лл0479 x Лл0610	45,13	1,04	4,62	0,05	0,82	0,80
<b>1,1&lt;b&lt;1,2 - интенсивная фенотипически высокостабильная форма</b>						
Лл0693 x Лл0728	56,84	1,10	8,44	0,11	0,92	0,94
Лл0479 x Лл0728	46,34	1,19	9,14	0,10	1,88	0,96
<b>1,2&lt;b&lt;1,4 - интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью</b>						
Лл0451 x Лл008	52,20	1,27	9,58	0,12	2,30	0,95
Лл0610x Лл003	47,31	1,30	16,37	0,18	1,67	0,89
Лл0462 x Лл003	44,03	1,28	14,51	0,15	1,84	0,92
Среднее по опыту	49,86					
НСР <sub>05</sub> частных ср.	3,61					

Характеризуя результаты экологического испытания новых гибридов по методике В.З. Пакудина, нами были поделены все изученные гибриды на три группы. Гибриды с значениями  $b_i$ , в пределах  $(0,9 < b_i < 1,1)$  вошли в первую группу и характеризовались очень высокой фенотипической стабильностью. В данную группу можно отнести гибриды: Лл0693хЛл0724; (Кр742хЛл0985)хЛл0602; Лл0728 х Лл008; Лл0479 х Лл0610 (Приложение 2).

Во вторую группу с значениями  $b_i$ , в пределах  $(1,1 < b_i < 1,2)$  вошли два гибрида: Лл0693хЛл0728; Лл0479хЛл0728. Данные тесткроссы можно охарактеризовать как интенсивные гибриды с высокой фенотипической стабильностью. Простые гибриды: Лл0451хЛл008; Лл0610хЛл003; Лл0462хЛл003, с значениями  $b_i$ , в пределах  $(1,2 < b_i < 1,3)$  можно отнести к гибридам интенсивного типа с пониженной фенотипической стабильностью. Эти гибриды вошли в третью группу.

Более наглядную характеристику изученных гибридов по их адаптивной способности можно рассмотреть на приведенных графиках. На рисунках 24 – 26 приведены графики регрессии лучших гибридов, соответственно вошедших в группы, выделенные нами при оценке экологической пластичности и стабильности.

Рассматривая графики регрессии гибридов выделенных групп, следует отметить, что наклон линии регрессии показывает реакцию гибридов к другим генотипам в сравнении со стандартом.

Так, на графиках 24 и 25 приведена линия регрессии простых гибридов Лл0693хЛл0724 и Лл0479хЛл0728, вошедших в первую и вторую группы по адаптивной способности и характеризующихся высокими адаптивными показателями и максимальной средней урожайностью в опыте.

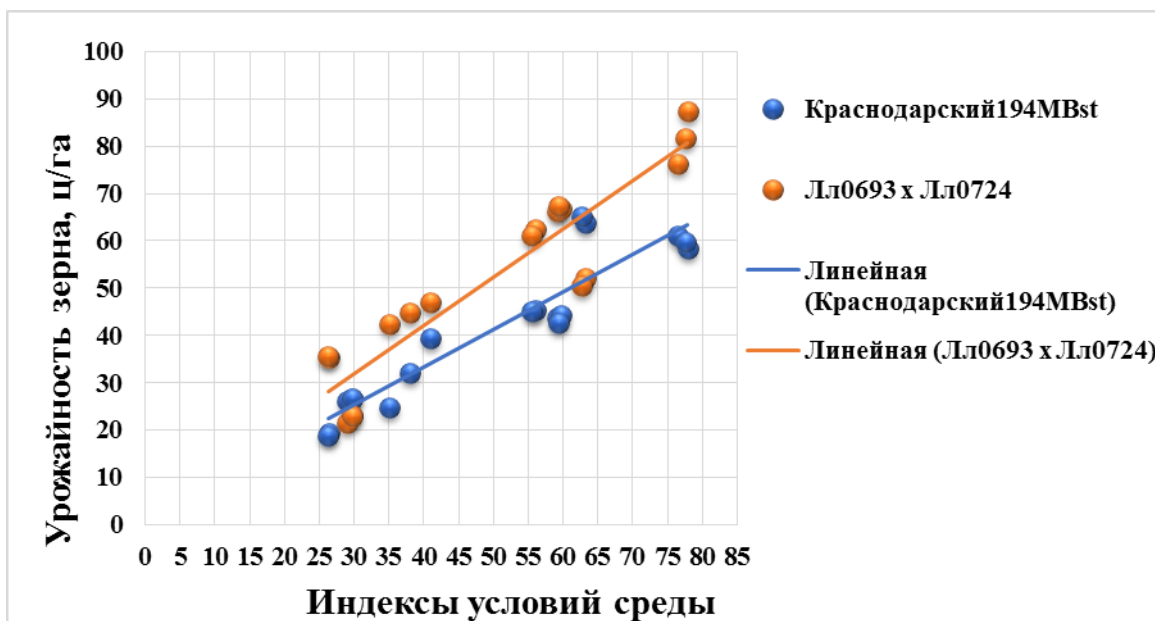


Рисунок 24 – Линии регрессии урожайности зерна гибридов в зависимости от условий выращивания (среднее по семи пунктам, 2016-2018 гг.)

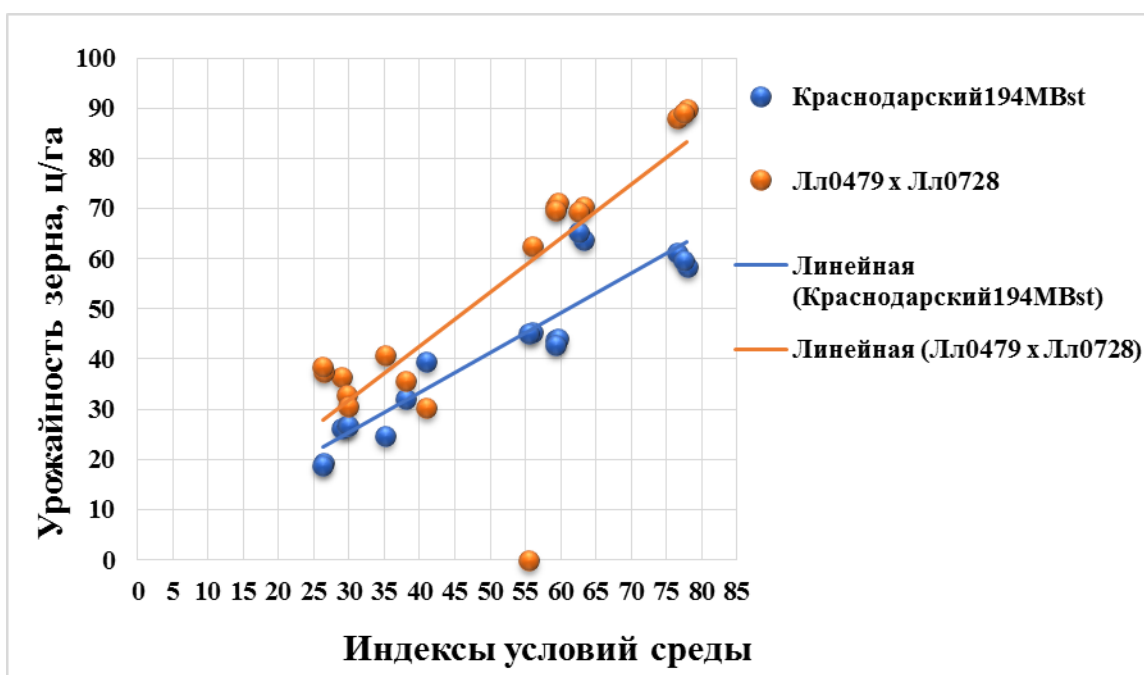


Рисунок 25 – Линии регрессии урожайности зерна гибридов в зависимости от условий выращивания (среднее по семи пунктам, 2016-2018 гг.)

Линии регрессии этих гибридов схожи с одинаковым углом наклона и находятся параллельно линии средней урожайности стандарта. Меньший угол наклона линии регрессии и параллельное ее расположение выше средней линии

стандарта свидетельствует о более высокой стабильности в реакции на различные агроэкологические условия выращивания.

На графике 26 изображены линии регрессии простого гибрида Лл0451х Лл008, характеризующегося повышенными адаптивными значениями и высокой средней урожайностью в опыте. Линии имеют сходный угол наклона и расположены параллельно линии средней урожайности стандарта. Однако с превышением в пунктах с более благоприятными условиями выращивания. Данное обстоятельство подтверждает то, что приведенный тесткросс имеет высокую норму реакции и положительно реагирует на улучшение условий возделывания, т. е. является высокопластичным гибридом.

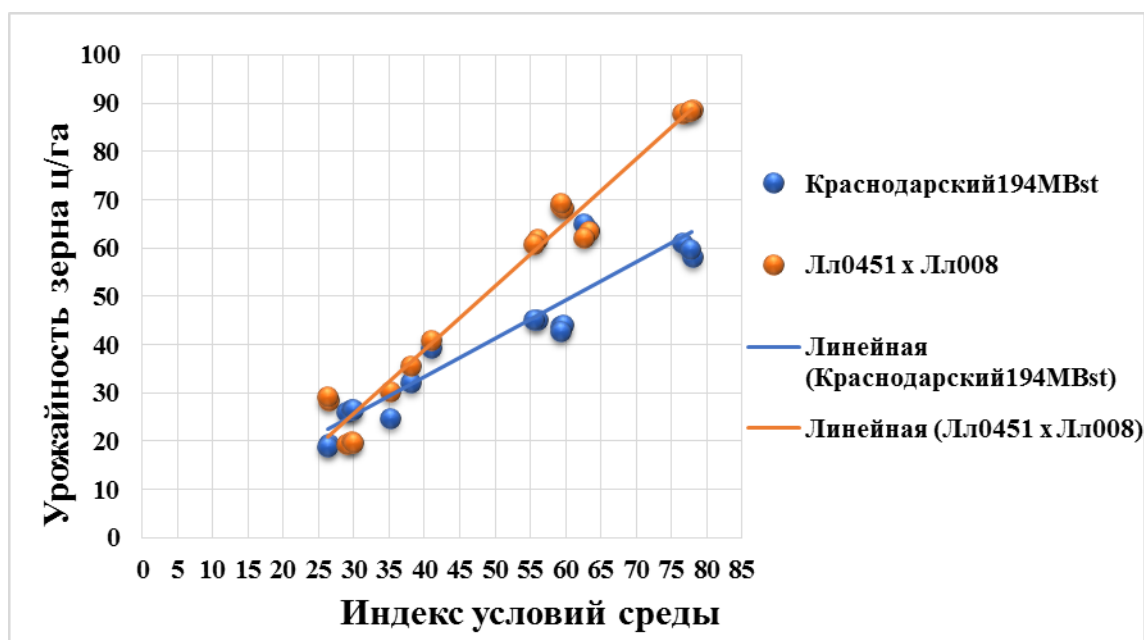


Рисунок 26 – Линии регрессии урожайности зерна гибридов в зависимости от условий выращивания (среднее по семи пунктам, 2016-2018 гг.)

Подводя итоги экологического сортоиспытания новых тесткроссов в различных природно-климатических пунктах, можно констатировать, что проведенный анализ параметров экологической пластичности и стабильности дал полную характеристику новых гибридов по норме их реакции на изменения условий выращивания и позволил определить общие закономерности формирования их продуктивности.



## ГЛАВА 5. ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ ПРОСТЫХ ГИБРИДОВ ПОЛУЧЕННЫХ ОТ ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЙ

### 5.1 Оценка эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов в системе диаллельных скрещиваний

Как уже указывалось прежде, одной из основных оценок новых линий кукурузы является ее комбинационная способность. Изучив весь набор новых линий на общую комбинационную способность с помощью топкроссных скрещиваний, представилась возможность оценить часть из них на специфическую комбинационную способность по урожайности зерна.

Из селекционной практики и 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 [2, 37, 54, 127].

Селекционерам известно, что специфическую комбинационную способность более точно можно определить с помощью диаллельных скрещиваний, но данный метод является очень трудоемким и затратным. Именно поэтому, оценка новых линий на СКС проводится уже после изучения их ОКС, либо по другим косвенным оценкам лишь части отобранного исходного материала. Таким образом, для полной характеристики нового исходного материала нами в 2016 году было проведено скрещивание по диаллельной схеме 13 новых самоопыленных линий. Скрещивание было проведено по неполной схеме, т. е. были получены лишь прямые скрещивания линий. Всего в результате перекомбинирования всех 13 линий было получено 78 простых гибридов. Количество возможных гибридов можно вычислить по формуле  $(n \times (n-1))/2$ , где  $n$  – количество линий, используемых в скрещиваниях.

Полученные в результате диаллельных скрещиваний простые гибриды, прошли сортоиспытание в течение 2017-2018 годов. На основе урожайных данных гибридов по методике Савченко В.К. [135, 136] были определены варианты специфической комбинационной способности гетерозисных пар гибридов. Основываясь на предложенной методике, что СКС относится к паре линий, а не к отдельным родительским формам, нами были выделены гетерозисные пары линий, способные сформировать максимальную урожайность зерна согласно их общей комбинационной способности.

Принимая во внимание тот факт, что СКС сильно подвержена влиянию окружающей среды и условиям выращивания, обработка данных и сравнительный анализ результатов проводились по каждому году изучения отдельно.

В таблице 67 приведены результаты изучения СКС новых простых гибридов в 2017 году. Климатические условия этого года были более благоприятными для выращивания кукурузы, чем засушливый 2018 год.

Таблица 67 – Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы от ДС по признаку «урожайность зерна» «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017г.

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС
Лл0693	Лл0728	36,66
Лл0610	Лл003	34,90
Лл0613	Лл0610	32,99
Лл0613	Лл0706	31,19
Лл0728	Лл004	29,58
Лл0693	Лл0724	28,82
Лл0462	Лл0724	28,78
Лл0451	Лл0728	28,75

Максимальные значения констант СКС имели пары гибридов Лл0693хЛл0728 и Лл0610хЛл003 - 36,66 и 34,90 соответственно. Следует отметить тот факт, что из восьми приведенных гибридов с высокой СКС в 2017 году ни один гибрид не вошел в восемь лучших по СКС в 2018 году.

Таким образом, резко контрастные климатические условия 2017 и 2018 годов позволили отобрать две совершенно различные группы гибридов. В крайне засушливых условиях 2018 года высокими значениями констант СКС показали гибриды Лл0610хЛл0451 и Лл0724хЛл0728 (Табл. 68).

Таблица 68–Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы от ДС по признаку «урожайность зерна» «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2018г.

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС
Лл0610	Лл0451	35,51
Лл0724	Лл0728	29,00
Лл0479	Лл0724	28,70
Лл008	Лл004	28,45
Лл0717	Лл0728	25,26
Лл0728	Лл008	24,21
Лл008	Лл0706	22,90
Лл003	Лл0724	21,53

Основываясь на результатах сортоиспытаний, можно предположить, что простые гибриды, показавшие высокие константы СКС в благоприятном 2017 году, являются высокогетерозисными гибридами интенсивного типа, положительно отзывающимися на улучшение условий выращивания. Гибриды, показавшие высокие значения СКС в крайне неблагоприятный 2018 год, являются засухоустойчивым материалом, способным выдерживать продолжительные стрессы во время вегетации. Данный материал может служить как источник для создания засухоустойчивых гибридов.

В сложившихся условиях наиболее ценными являются простые гибриды, имеющие стабильно высокие значения констант СКС в оба года изучения (Табл.69). В таблице приведены гибриды константы СКС, которых не значительно различались в зависимости от года изучения. Данный материал представляют высокогетерозисные простые гибриды с высокой и стабильной СКС по признаку «урожайность зерна».

Таблица 69–Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы от ДС по признаку «урожайность зерна» «НЦЗ им. П.П.Лукьяненко», 2017-2018г.

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС		
		2017г	2018г	Среднее
Лл0693	Лл0728	36,66	17,58	27,12
Лл0451	Лл003	28,29	19,62	23,96
Лл0728	Лл008	23,26	24,21	23,74
Лл0613	Лл0706	31,19	14,47	22,83
Лл0728	Лл004	29,58	15,74	22,66
Лл0451	Лл0728	28,75	15,41	22,08
Лл008	Лл0706	20,93	22,90	21,91
Лл0610	Лл003	34,90	4,46	19,68

Среди выделившихся гибридов особо следует отметить комбинацию Лл0693х Лл0728, которая занимала первое место по величине константы СКС в 2017 году и имела высокие значения СКС в 2018 году. Подобные результаты наблюдались у гибрида - Лл0451хЛл0728.

На рисунке 27 графически отображена зависимость значений СКС новых гибридов от условий выращивания. Так, гибрид Лл0693хЛл0728 имел лучшее значение СКС в 2017 году (36,66). В условиях засухи 2018 года значения константы СКС были так же высокими (17,58), но в то же время их величина в два раза меньше, чем в 2017 году. Гибрид Лл0610хЛл0451 имел очень высокую константу СКС в 2018 году (35,51) и занимал первое место среди всех гибридов по этому признаку. Однако в 2017 году данный гибрид занимал одно из худших мест с значением константы СКС (-24,96). По-видимому, данный образец является засухоустойчивым гибридом экстенсивного типа, и улучшение условий среды не повлияло на его урожайность. В то же время, в засушливый год данный гибрид имел преимущества по сравнению с другими комбинациями.

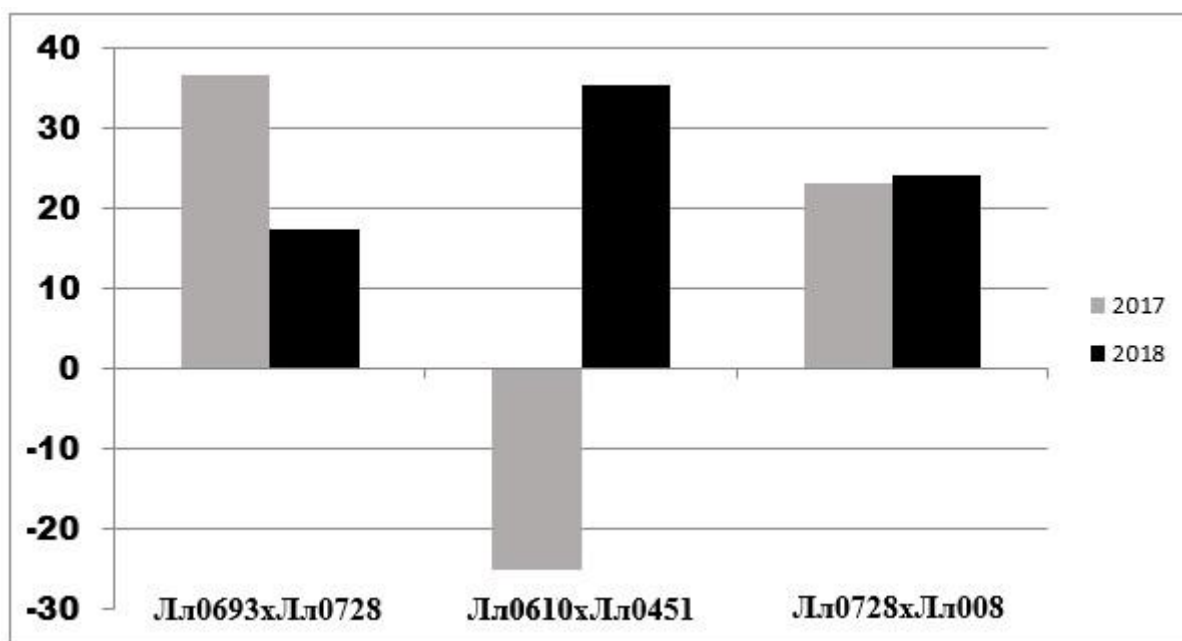


Рисунок 27 – Эффекты СКС лучших гетерозиготных пар ДС по признаку «урожайность зерна» (2017-2018 гг).

Третий приведенный гибрид - Лл0728xЛл008 имел почти равную константу СКС в оба года изучения 23,26 и 24,21, соответственно. Столь высокое значение константы СКС и повышенное стабильное его проявление, независимо от года изучения, позволяют выделить данный гибрид как наиболее ценный для выращивания в производстве.

При использовании диаллельных скрещиваний была проведена оценка новых самоопыленных линий на специфическую комбинационную способность по признаку «урожайность зерна». В результате отбора были выделены высокогетерозисные пары, обладающие высокими эффектами СКС независимо от года изучения. Выделенные гибриды являются результатом отбора и скрещиваний новых линий и могут служить в качестве коммерческих гибридов для производства. В дальнейшем данный материал будет передан в конкурсное сортоиспытание отдела. Ведется работа по отбору из этих гибридов материала для использования в качестве родительских форм трехлинейных и двойных гибридов.

Как уже отмечалось ранее, при уборке сортоиспытаний в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко используются селекционные комбайны Wintersteiger Delta, что позволило дифференцировать новые гибриды по величине уборочной влажности

зерна. Благодаря этому представилась возможность оценить весь новый материал на специфическую комбинационную способность по признаку «уборочная влажность зерна».

Как и в случае с урожайностью зерна, все результаты будут анализироваться по годам изучения отдельно. В таблице 70 приведены константы СКС лучших по этому признаку гетерозисных пар диаллельных скрещиваний.

Таблица 70 – Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы от ДС по признаку «уборочная влажность зерна» «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017 г.

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС
Лл0706	Лл0462	-14,23
Лл0706	Лл0610	-12,49
Лл0479	Лл003	-11,70
Лл003	Лл0717	-8,61
Лл0706	Лл0724	-8,28
Лл0610	Лл0717	-7,82
Лл0610	Лл008	-7,56
Лл003	Лл008	-7,36

Максимальное значение константы СКС имел гибрид Лл0706хЛл0462 (-14,23). Все гибриды, показавшие низкую уборочную влажность зерна в 2017 году и соответственно, имеющие повышенные значения константы СКС по этому признаку, уступали стандарту и многим гибридам по урожайности зерна. Так, из приведенных гибридов с высокой СКС по уборочной влажности зерна, максимальную урожайность имел гибрид Лл003хЛл008 – 53,14 ц/га, что на 6,86 ц/га меньше, чем у стандарта Краснодарский 194 МВ. В то же время уборочная влажность зерна данного гибрида была 16,75%, что на 5,32% ниже, чем у стандарта. Следует принимать во внимание тот факт, что большинство этих

гибридов могут служить лишь как источники пониженной уборочной влажности, либо как коммерческие гибриды для зон с недостаточным увлажнением.

В 2018 году максимальное значение константы СКС показала гетерозисная пара Лл0462хЛл0717 (-10,47). Следует отметить, что большинство гибридов с высокой СКС по уборочной влажности зерна в 2017 году имели тоже завышенные значения констант в засушливом 2018 году (Табл.71).

Таблица 71 – Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы от ДС по признаку «уборочная влажность зерна» «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2018 г.

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС
Лл0462	Лл0717	-10,47
Лл0613	Лл0706	-9,06
Лл0479	Лл0610	-9,05
Лл0706	Лл003	-8,79
Лл0706	Лл0610	-8,65
Лл0706	Лл0462	-8,64
Лл0479	Лл0451	-8,22
Лл0610	Лл0462	-7,78

Анализируя результаты оценки новых гибридов на СКС по данному признаку в 2018 году, просматривается совершенно иная картина по урожайности зерна этих гибридов. Так, среди приведенных гибридов с наибольшими значениями СКС по уборочной влажности зерна, комбинация Лл0613хЛл0706 с показателем константы СКС -9,06 сформировала урожайность 37,81 ц/га, что на 5,49 ц/га выше, чем у стандарта. Уборочная влажность зерна данного гибрида составляла 12,93%, что значительно ниже, чем у стандарта. Высокую урожайность зерна, по сравнению со стандартом, в этот засушливый год сформировали гибриды: Лл0706хЛл003 (35,49ц/га), Лл0479хЛл0451 (36,91 ц/га). Уборочная влажность зерна у них была ниже, чем у стандарта. Отобранную линейку новых гибридов, способных сформировать высокую урожайность зерна при пониженной уборочной влажности, можно рекомендовать для выращивания в условиях недостаточного увлажнения.

В таблице 72 приведены гетерозисные пары, показавшие высокие константы СКС по признаку «уборочная влажность зерна» за два года изучения. Как уже отмечалось выше, СКС любого признака и уборочной влажности зерна, в частности, очень сильно зависят от года и условий изучения.

Таблица 72 – Результаты оценки эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов кукурузы от ДС по признаку «уборочная влажность зерна» «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Материнская форма	Отцовская форма	Константы СКС		
		2017г	2018г	Среднее
Лл0706	Лл0462	-14,23	-8,64	-11,44
Лл0706	Лл0610	-12,49	-8,65	-10,57
Лл0479	Лл003	-11,70	-6,36	-9,03
Лл0610	Лл004	-7,12	-7,25	-7,19
Лл003	Лл008	-7,36	-6,36	-6,86
Лл0479	Лл0724	-6,84	-6,67	-6,75
Лл0706	Лл0724	-8,28	-4,69	-6,48
Лл0462	Лл0717	-2,11	-10,47	-6,29

Поэтому гетерозисные пары, обеспечившие высокие значения констант СКС в оба года изучения, наиболее ценны для селекционной работы. Анализируя данные таблицы, можно выделить несколько новых линий, чаще других встречающиеся в лучших гибридах. Это линии Лл0706; Лл003; Лл0610; Лл0462. Данные линии являются ценным исходным материалом для создания высокогетерозисных засухоустойчивых гибридов.

На рисунке 28 приведено графическое изображение зависимости констант СКС от года изучения. Так лучшие значения у гибрида Лл0706хЛл0610, эффекты СКС, которого составили -14,23 в 2017 году и -12,49 в 2018 году. Высокие эффекты СКС в оба года изучения подчеркивают стабильность проявления данного признака независимо от условий изучения. Совершенно иные значения эффектов СКС были у гибрида Лл0613хЛл0706, +1,26 в 2017 году и – 9,06 в 2018 году, что говорит о не стабильности проявления СКС у этого гибрида в зависимости от года изучения.



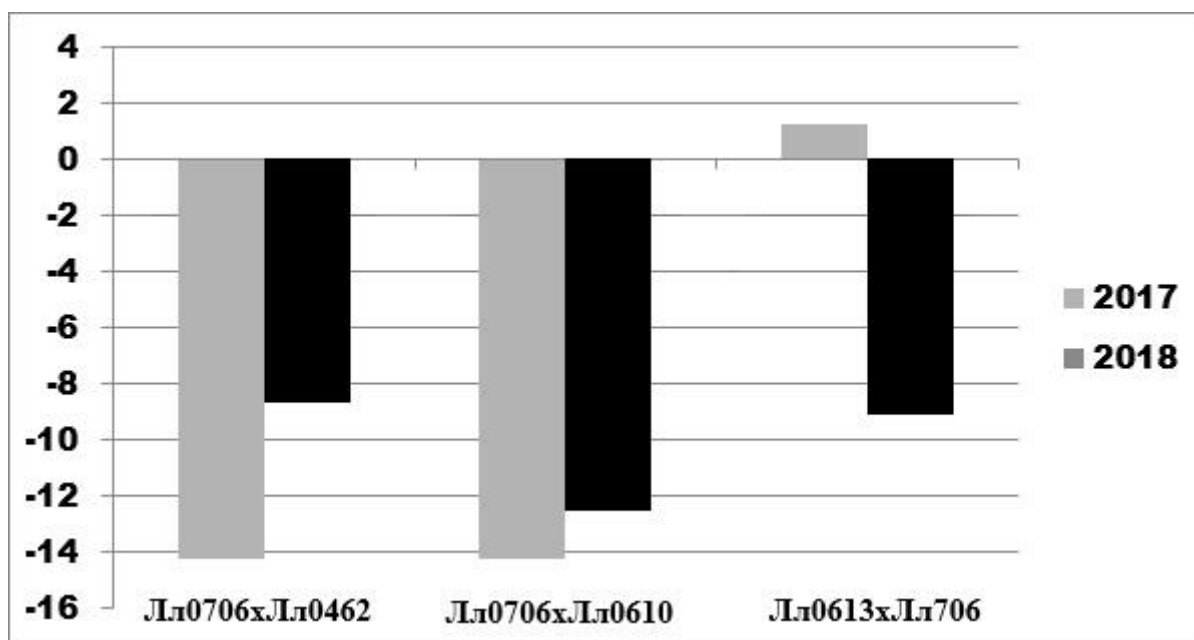


Рисунок 28 - Эффекты СКС лучших гетерозиготных пар ДС по признаку «уборочная влажность зерна» (2017-2018 гг).

Таким образом, при оценке новых простых гибридов на специфическую комбинационную способность по признаку «уборочная влажность зерна» были отобраны комбинации: Лл0706хЛл003; Лл0479хЛл0451; Лл0613хЛл0706, рекомендованные для выращивания в условиях недостаточного увлажнения.

## 5.2. Характеристика основных селекционных признаков простых гибридов, полученных в результате диаллельных скрещиваний

Проведя оценку полученных гибридов на специфическую комбинационную способность по урожайности зерна и уборочной его влажности, в данном разделе остановимся на характеристике основных селекционных признаков, выделившихся по СКС гибридов.

В таблице 73 приведено варьирование урожайности зерна и уборочной влажности простых гибридов.

Коэффициент вариации урожайности зерна был очень высоким в оба года изучения и составлял 34,03% и 35,14%, соответственно в 2017 и 2018 годах.

Таблица 73 - Варьирование основных селекционных признаков простых гибридов от диаллельных скрещиваний «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га		Уборочная влажность зерна, %	
	2017г	2018г	2017г	2018г
N	82	82	82	82
X <sub>ср</sub> , ц/га	51,94	26,74	19,66	19,60
X <sub>min</sub> , ц/га	21,67	10,62	12,85	12,13
X <sub>max</sub> , ц/га	89,02	48,94	27,30	29,33
Lim, ц/га	67,35	38,32	14,45	17,20
S	17,68	9,40	3,84	4,63
CV, %	34,03	35,14	19,54	23,63
дов.инт.±	4,36	2,31	0,95	1,14

Средняя урожайность зерна гибридов сильно отличалась ввиду контрастных погодных условий в 2017 и 2018 годах. Так, в 2017 году она была в два раза выше, чем в 2018. Подобным образом различалась и максимальная урожайность зерна гибридов, которая так же была в 2017 году в два раза выше, чем в 2018 году.

Коэффициент варьирования уборочной влажности зерна был значительно ниже, чем изменчивость урожайности и составлял 19,54 и 23,63% соответственно по годам. Данные показатели соответствовали среднему значению. Более высокий коэффициент вариации в 2018 году сложился ввиду неблагоприятных погодных условий, а значит и более значимому влиянию этого фактора на уборочную влажность гибридов. В связи с высокой контрастностью погодных условий в годы исследований, характеристику лучших выделившихся гибридов мы также приводим по годам отдельно.

В таблице 74 приведена характеристика лучших по урожайности зерна простых гибридов за 2017 год изучения. Как видно из таблицы, урожайность гибридов была высокой и составила 80-90 ц/га по гибридам. Превышение урожайности зерна над соответствующим стандартом варьировало от 23 до 29 ц/га, при равной со стандартом уборочной влажностью зерна. Хорошее

соотношение урожайности зерна и уборочной влажности наглядно подтверждает селекционный индекс, который был значительно выше стандартного по всем приведенным гибридам.

Таблица 74 - Характеристика лучших простых гибридов диаллельной схемы по урожайности зерна, ц/га «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017 г.

Гибрид	Урожайность зерна, ц/га	Откл. от ст., ц/га	Уборочная влажность зерна, %	Селекционный индекс
Краснодарский 194МВ ст.	60,00	ст.	22,07	2,72
Лл0693хЛл0728	89,02	29,02	22,65	3,93
Лл0451хЛл008	88,36	28,36	21,20	4,17
Лл0613хЛл0610	86,53	26,53	22,00	3,93
Лл0613хЛл0706	85,68	25,68	20,65	4,15
Лл0610хЛл003	84,81	24,81	21,75	3,90
Лл0451хЛл003	83,24	23,24	22,05	3,77
Лл0728хЛл004	83,11	23,11	20,85	3,99
НСР 0,5	6,89		1,03	

Анализируя результаты урожайности зерна лучших простых гибридов, можно выделить несколько новых самоопыленных линий, часто встречающихся в гибридах. Это линии Лл0613; Лл0610; Лл003; Лл0728. Данные линии могут служить отличным исходным материалом для селекции высокоурожайных простых гибридов коммерческого типа.

Урожайность зерна выделившихся простых гибридов в 2018 году (табл. 75) была значительно ниже, чем в 2017 году. Тем не менее превышение над стандартом сохранило существенный показатель, составляющий 11-22 ц/га по гибридам. Уборочная влажность зерна соответствовала своему стандарту. Показатель селекционного индекса был вдвое выше, чем у стандарта. Следует обратить внимание на тот факт, что в 2018 году среди лучших гибридов не наблюдалось комбинаций, выделившихся в 2017 году. Данное обстоятельство скорее всего свидетельствует о различных погодных условиях, позволивших выделиться в 2017 году высокоурожайным гибридам интенсивного типа, а в 2018 году более засухоустойчивым комбинациям с высокой стабильностью.

Таблица 75 - Характеристика лучших простых гибридов диаллельной схемы по урожайности зерна, ц/га «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2018 г.

Гибрид	Урожайность зерна, ц/га	Откл. от ст., ц/га	Уборочная влажность зерна, %	Селекционный индекс
Краснодарский 194МВ ст.	26,32	ст.	19,65	1,34
Лл0610хЛл0451	48,95	22,63	18,30	2,67
Лл008хЛл004	47,56	21,24	17,47	2,72
Лл0479хЛл0724	45,43	19,11	21,70	2,09
Лл0724хЛл0728	44,38	18,06	18,53	2,39
Лл0717хЛл0728	43,33	17,01	19,00	2,28
Кр0728хКр008	43,27	16,95	18,73	2,31
Кр0479хКр0451	36,91	10,59	17,20	2,14
НСР 0,5	6,89		1,27	

Что касается линейного материала в составе гибридов, то можно отметить, что в 2018 году выделились линии: Лл0728; Лл008; Лл0451; Лл0724. Как видно, линия Лл0728 присутствует в выделившихся гибридах обоих лет изучения, что характеризует ее как ценный исходный материал для селекции как пластичных гибридов интенсивного типа, так и стабильных комбинаций, пригодных для выращивания в зонах с недостаточным увлажнением.

Подводя итог оценки урожайности зерна новых простых гибридов от диаллельных скрещиваний, приведем графическое их распределение по урожайности зерна в зависимости от года изучения (Рисунок 29). Как и указывалось выше, в 2017 году большая часть гибридов (29,49 %) имела урожайность зерна от 40 до 50 ц/га. В то же время 12,8 % гибридов сформировали урожайность от 80 до 90 ц/га (рисунок слева). В 2018 году основная часть гибридов (34,6 %) имела урожайность лишь от 20 до 30 ц/га. И только 7,7 % гибридов сформировали урожайность зерна 40-50 ц/га.

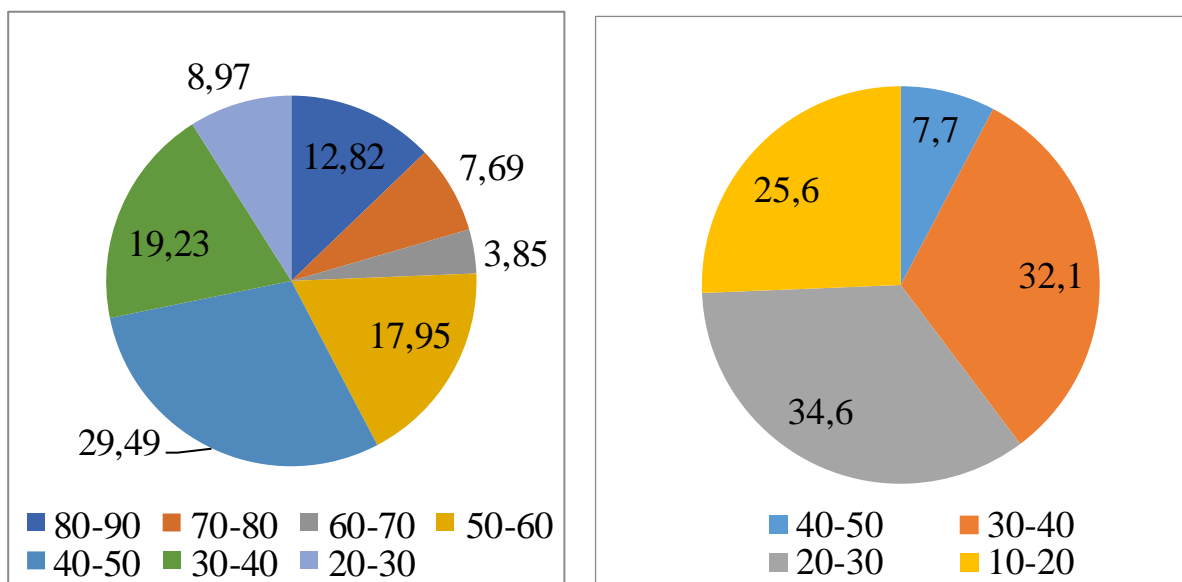


Рисунок 29 – Распределение новых простых гибридов по признаку «урожайность зерна» при испытании в 2017 году (слева) и 2018 году (справа)

Характеризуя уборочную влажность зерна в годы исследований (табл.76), нами были выделены гибриды, показавшие пониженную влажность зерна в оба года. Данные гибриды могут служить в качестве источников пониженной уборочной влажности.

Таблица 76 Характеристика лучших простых гибридов диаллельной схемы по признаку «уборочная влажность зерна», % «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %		
	2017г	2018г	Среднее
Краснодарский 194МВ ст.	21,95	19,63	20,79
Лл0706хЛл0610	12,90	12,67	12,78
Лл0706хЛл0462	12,85	13,07	12,96
Лл0610хЛл004	12,90	13,80	13,35
Лл0706хЛл004	14,05	12,70	13,38
Лл0610хЛл0462	15,50	12,13	13,82
Лл0693хЛл0610	15,95	12,73	14,34
Лл0462хЛл0693	14,90	13,87	14,38
НСР 0,5	2,11	2,24	

Отдельные гибриды с приемлемой урожайностью зерна можно использовать для выращивания в зонах с недостаточным увлажнением, либо в регионах с коротким безморозным периодом, так как все они являются раннеспелыми.

Следует отметить, что в ходе проведенного изучения была выделена новая раннеспелая самоопыленная линия Лл0706, участвующая в селекции почти всех гибридов, обладающих раннеспелостью и низкой уборочной влажностью зерна.

Для более четкого иллюстрирования признака «уборочная влажность зерна» так же, как и в предыдущем случае, мы приводим графическое распределение всех гибридов по уборочной влажности в зависимости от года изучения (Рисунок 30).

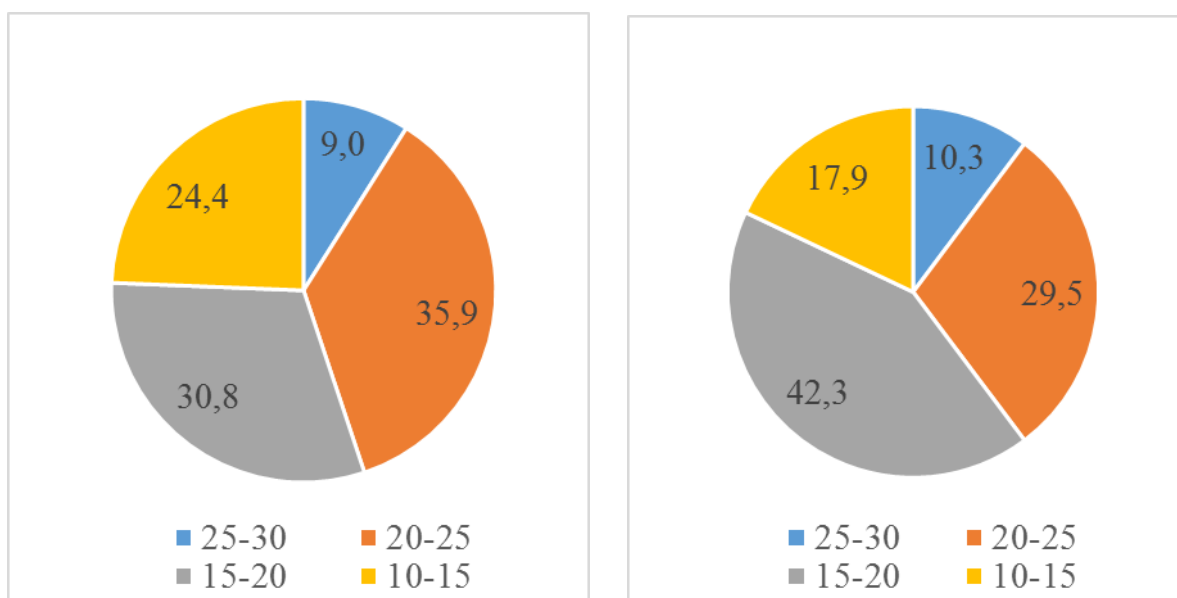


Рисунок 30 – Распределение новых простых гибридов по признаку «уборочная влажность зерна» при испытании в 2017 году (слева) и 2018 году (справа).

Для полной характеристики полученных гибридов приведем еще два селекционных признака – это высота растений и высота прикрепления початка.

Варьирование данных признаков было не значительным (Табл. 77). Так, коэффициент вариации высоты растений составляет 6,1 и 7,7 % в зависимости от года. Столь низкое варьирование данного признака говорит о выровненности простых гибридов как по высоте растений, так и по высоте прикрепления початка, что также повлияло на этот признак. Варьирование высоты прикрепления початка

незначительно превышало таковой по габитусу растений и соответствовало среднему значению.

Таблица 77 - Варьирование селекционных признаков простых гибридов от диаллельных скрещиваний «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Высота растений, см		Высота прикрепления початка, см	
	2017г	2018г	2017г	2018г
N	82	82	82	82
X <sub>ср</sub> , ц/га	210,94	189,67	81,51	66,44
X <sub>min</sub> , ц/га	186,00	153,00	65,00	43,00
X <sub>max</sub> , ц/га	239,50	220,00	106,00	95,00
Lim, ц/га	53,50	67,00	41,00	52,00
S	12,88	14,68	9,00	10,59
CV, %	6,11	7,74	11,04	15,94
дов.инт.±	3,17	3,62	2,22	2,61

В таблице 78 приведены гибриды, обеспечившие максимальные значения признаков «высота растений» и «высота прикрепления початка» за годы исследований. Что касается признака высота прикрепления початка, то все гибриды имели этот показатель в пределах необходимых для проведения механизированной уборки.

Таблица 78 - Характеристика основных селекционных признаков выделившихся гибридов от ДС «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Гибрид	Высота растений, см		Высота прикрепления початка, см	
	2017г	2018г	2017г	2018г
Краснодарский 194МВ ст.	220,75	192,0	92,0	72,0
Лл0728хЛл008	233,5	213,1	79,5	61,2
Лл0613хЛл0706	200,5	202,5	83,0	76,0
Лл0693хЛл0728	223,5	194,0	68,5	68,0
Лл0728хЛл004	218	195,0	79,0	78,5
Лл0451хЛл003	208,5	196,0	99,0	65,0
Лл0451хЛл0728	221	195,2	64,5	72,0
Лл0451хЛл008	228,5	194,3	95,5	74,3
Лл0451хЛл0706	211,5	169,0	79,0	47,0
дов.инт.±	3,17	3,62	2,22	2,61

Простые гибриды, выделившиеся по высоте растений, могут использоваться в качестве силосных форм. Так, гибрид Лл0728хЛл008 занял первое место по высоте растений 223,25 сантиметров в среднем за два года.

Принимая во внимание тот факт, что в оба года изучения данный гибрид имел очень высокую урожайность зерна (81,2 и 43,27 ц/га, по годам), можно рекомендовать его для выращивания на силос. Высокая урожайность зерна в сочетании с максимальным габитусом растений, позволят получать от данного гибрида высокие урожаи зеленой массы. К тому же, высокая урожайность зерна, несомненно, отразится на качестве силоса, увеличив процент сухого вещества не за счет стебля, а за счет зерна.

Графическое изображение распределения гибридов по признаку «высота растений» приводится на рисунке 31. Высокая выровненность и однородность гибридов по высоте растений хорошо иллюстрируется левым рисунком, где 30,8 % всех комбинаций имели высоту растений 200-210 сантиметров. И лишь 20 % гибридов имели высоту растений менее 200 сантиметров.

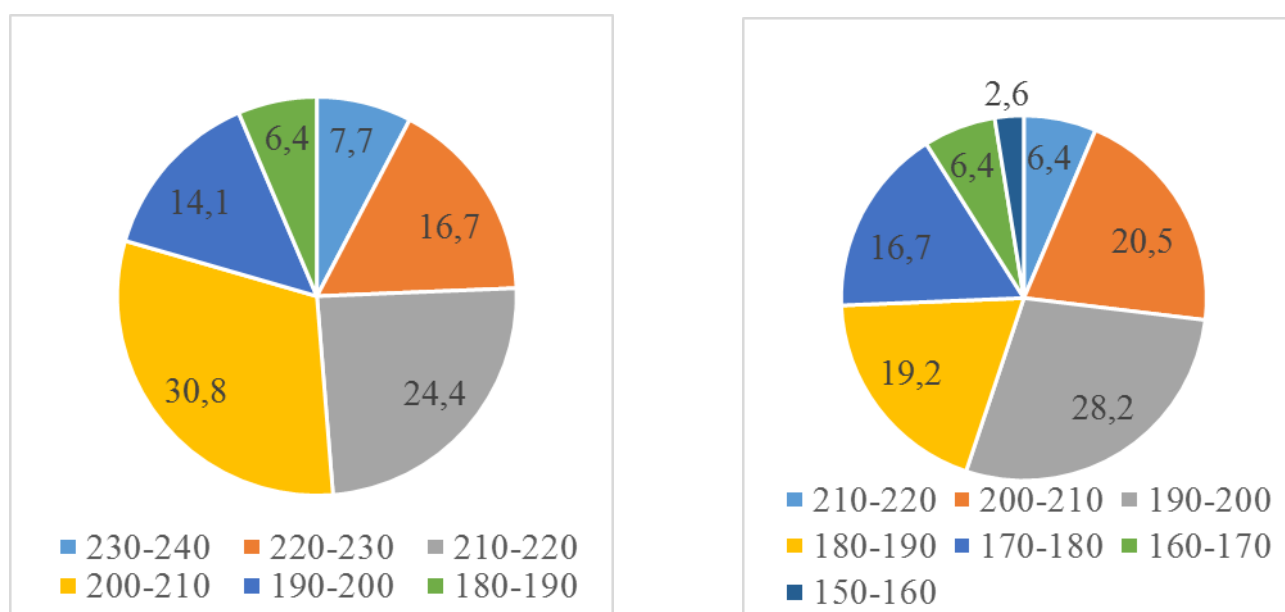


Рисунок 31 – Распределение новых простых гибридов по признаку «высота растений» при испытании в 2017 году (слева) и 2018 году (справа).

В завершении характеристики новых простых гибридов, хотелось бы кратко остановиться на морфо-биологических признаках початков данного



материала. Известно, что именно от количественных признаков элементов структуры урожая зависит урожайность зерна гибридов. В таблице 79 приведено варьирование основных количественных признаков новых гибридов по годам исследований. В связи с тем, что в изучении находились комбинации схожие по вегетационному периоду, да и сам факт, что изучались простые гибриды, варьирование количественных признаков початка было незначительным. Так, признаки: длина початка, диаметр початка, количество рядов зерен, количество зерен в ряду имели низкий коэффициент вариации в оба года изучения.

Таблица 79 Варьирование морфо-биологических признаков новых простых гибридов кукурузы от ДС «НЦЗ им. П.П.Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Признак	Значение признака			Lim, $X_{\max} - X_{\min}$ ,	CV, %	S
	$X_{\text{ср}}$	$X_{\text{min}}$	$X_{\text{max}}$			
Год исследований	2017г					
Кол-во гибридов, шт.	82	82	82	82	82	82
Длина початка, см.	20,28	16,00	27,00	11,00	9,86	2,00
Диаметр початка, см.	4,22	3,30	5,30	2,00	8,29	0,35
Кол. рядов зерен, шт.	14,90	12,00	20,00	8,00	11,96	1,78
Кол. зерен в ряду, шт.	38,30	30,00	46,00	16,00	10,17	3,89
Масса початка, г	163,75	92,30	231,40	139,1	17,79	29,13
Масса зерна с початка, г	135,78	73,20	196,50	123,3	18,34	24,90
Масса 1000 зерен, г	238,93	151,25	316,72	165,47	13,62	32,55
Год исследований	2018г					
Кол-во гибридов, шт.	82	82	82	82	82	82
Длина початка, см.	18,66	14,10	23,50	9,40	11,28	2,10
Диаметр початка, см.	4,21	3,60	4,90	1,3	7,08	0,30
Кол. рядов зерен, шт.	16,10	12,00	22,00	10,00	13,08	2,11
Кол. зерен в ряду, шт.	34,75	25,00	44,00	19,00	14,20	4,93
Масса початка, г	145,11	64,60	235,40	170,80	24,39	35,40
Масса зерна с початка, г	115,90	45,00	191,40	146,40	26,24	30,41
Масса 1000 зерен, г	249,43	163,80	385,30	221,5	18,67	46,57

Такие признаки, как «масса початка», «масса зерна с початка» и «масса 1000 зерен» имели средний коэффициент вариации в 2017 году. И лишь в 2018 году

коэффициент вариации признаков «масса початка» и «масса зерна с початка» незначительно превысил среднее значение (Приложение 8).

Таблица 80 Характеристика морфо-биологических признаков початков перспективных простых гибридов от ДС «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», 2017-2018 гг.

Гибрид	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Кол-во рядов зерен, шт.	Кол-во зерен в ряду, шт.	Масса початка, г	Масса зерна с початка, г	Масса 1000 зерен, г
2017г							
Краснодарский 194 МВ ст.	17,20	4,20	16,00	36,00	134,20	112,80	195,83
Лл0693хЛл0728	21,00	4,50	16,00	36,00	170,30	139,40	242,01
Лл0451хЛл008	21,00	5,30	16,00	39,00	205,40	172,80	276,92
Лл0613хЛл0610	21,00	4,50	14,00	41,00	209,90	181,80	316,72
Лл0613хЛл0706	21,00	4,40	18,00	40,00	225,70	189,40	263,06
Лл0610хЛл003	21,00	4,60	14,00	46,00	210,50	175,70	272,83
Лл0451хЛл003	19,00	4,10	16,00	37,00	147,10	123,30	208,28
Лл0728хЛл004	22,00	4,10	16,00	38,00	160,20	138,20	227,30
Среднее	20,28	4,22	14,90	38,30	163,75	135,78	238,93
CV,%	9,86	8,28	11,95	10,17	17,79	18,34	13,62
StdDv	0,49	0,09	0,44	0,96	7,18	6,13	8,02
2018 г							
Краснодарский 194 МВ ст.	18,10	3,90	18,00	34,00	113,70	89,50	163,80
Лл0706хЛл0610	16,20	4,50	16,00	32,00	163,30	137,10	308,77
Лл0706хЛл0462	18,70	4,40	18,00	39,00	181,40	155,60	262,65
Лл0610хЛл004	20,50	4,10	16,00	35,00	141,60	112,9	242,61
Лл0706хЛл004	18,60	4,10	18,00	33,00	146,50	125,10	251,61
Лл0610хЛл0462	17,00	4,20	18,00	30,00	128,90	103,20	232,11
Лл0693хЛл0610	20,70	4,30	18,00	41,00	149,80	107,30	186,39
Лл0462хЛл0693	16,10	4,20	16,00	36,00	116,00	91,10	199,16
Среднее	18,66	4,21	16,10	34,75	145,11	115,90	249,43
CV,%	11,27	7,08	13,08	14,21	24,39	26,24	18,67
StdDv	0,52	0,07	0,52	1,22	8,72	7,49	11,47

В таблице 80 мы привели характеристику морфо-биологических признаков початков, выделившихся гибридов с высокой СКС по урожайности зерна. Анализируя таблицу, можно заключить, что все признаки, перспективных гибридов превысили по значению таковые у соответствующего стандарта. Именно этот факт и позволил данным гибридам занять лидирующее положение по урожайности зерна в опыте.

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

Корреляционный анализ играет важную роль в определении взаимосвязи между ключевыми признаками растений кукурузы [97] а также для повышения эффективности отбора ценных генотипов.

Б.В. Дзюбецкий отмечал, что урожайность зерна гибридов кукурузы определяется ее структурными составляющими и связана с определенными взаимодействиями. Корреляционный анализ можно использовать для определения наиболее важных характеристик урожайности зерна в процессе гибридной селекции. Проблемы корреляционных зависимостей между отдельными признаками, особенно между компонентами структуры урожая, хорошо изучены. Однако по некоторым пунктам мнения расходятся [18, 24,175].

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

В таблице 81 приведены коэффициенты корреляции между основными признаками продуктивности простых гибридов ДС, в среднем за два года изучения. Анализируя полученные результаты, можно утверждать, что существенную роль в детерминации урожайности гибридов играли такие признаки: «Масса початка» (коэффициент корреляции  $r=0,59$ ) и «Масса зерна с початка»  $r=0,63$ . Взаимосвязь с остальными признаками была несущественной.

В отношении количественных признаков початка кукурузы, высокую положительную корреляционную связь имеет признак «Масса зерна с початка» и «Масса початка» ( $r=0,95$ ). Положительная и существенная корреляционная связь наблюдалась между «Масса зерна с початка» и «Количество рядов зерен» и «Диаметр початка» ( $r= 0,54$  и  $0,59$  соответственно).

Таблица 81 – Коэффициенты корреляции количественных признаков гибридов от ДС за 2017-2018 гг.

Коррелируемые признаки	Урожайность зерна	Высота прикрепления початка	Высота растения	Кол. рядов зерен	Масса початка	Масса зерна с початка	Кол. зерен в ряду	Выход зерна	Длина початка
Высота прикрепления початка	0,46								
Высота растения	0,51	0,73							
Кол. рядов зерен	0,18	0,17	0,31						
Масса початка	0,59	0,51	0,21	0,49					
Масса зерна с початка	0,62	0,33	0,16	0,54	0,95				
Кол. зерен в ряду	0,25	0,46	0,19	-0,11	0,17	0,19			
Выход зерна	0,44	0,22	0,22	0,37	0,28	0,43	0,04		
Длина початка	0,24	0,42	0,41	0,32	0,34	0,45	0,05	-0,09	
Диаметр початка	0,45	0,31	0,29	0,12	0,59	0,55	0,34	-0,02	0,29
Коэффициенты корреляции достоверны на высоком уровне значимости $P < 0,05$									

После изучения всех возможных корреляций количественных признаков элементов продуктивности и урожайностью зерна простых гибридов, можно сделать следующие выводы: Значения варьируются от года исследования, условий окружающей среды и генетических вариаций. Не существует стабильно высокого положительного коэффициента корреляции между урожаем зерна и его

составляющими, который отражает общее влияние 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 82). По данным таблицы видно, что стабильно высокие значения коэффициентов корреляции наблюдались по признаку «масса початка».

Таблица 82 – Коэффициенты корреляции количественных признаков самоопыленных линий за 2017-2018 гг.

Коррелируемые признаки	Урожайность зерна	Высота прикрепления початка	Высота растения	Кол. рядов зерен	Масса початка	Масса зерна с початка	Кол. зерен в ряду	Выход зерна	Длина початка
Высота прикрепления початка	0,42								
Высота растения	0,54	0,83							
Кол. рядов зерен	0,31	0,23	0,27						
Масса початка	0,62	0,49	0,32	0,59					
Масса зерна с початка	0,61	0,41	0,07	0,68	0,99				
Кол. зерен в ряду	0,20	0,52	0,28	-0,03	0,16	0,14			
Выход зерна	0,45	0,16	0,36	0,32	0,39	0,41	-0,23		
Длина початка	0,34	0,37	0,45	0,43	0,51	0,52	0,07	0,09	
Диаметр початка	0,35	0,28	0,33	0,11	0,61	0,55	0,54	-0,03	0,35
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 «масса зерна с початка» связан со многими элементами и зависит в первую очередь от количества рядов зерен на початке и массы самого початка.

В наших исследованиях признак «урожайность зерна» имел средние положительные коэффициенты корреляции с такими признаками как: «Масса початка» (коэффициент корреляции  $r=0,63$ ) и «Масса зерна с початка» ( $r=0,61$ ). Взаимосвязь с остальными признаками была несущественной. 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. Экономическая оценка эффективности внедрения новых гибридов в производство**

Несмотря на то, что в наше время агропромышленный комплекс в России активно развивается: увеличивается доля сельхоз продукции отечественного производства, разрабатываются новые территории в сфере сельского хозяйства, растет занятость в аграрной сфере и т.д., все еще остается множество направлений для развития отрасли.

Основным направлением для развития аграрной промышленности России является максимально оптимальное использование ресурсов. К этой категории относятся трудовые ресурсы, земельные, водные и материальные. Именно они используются в процессе развития животноводства и растениеводства. Основой раскрытия потенциала в сфере растениеводства является создание высокоурожайного гибридного и линейного материала у основных сельскохозяйственных культур. Еще одним условием этого, является их продвижение на региональные рынки, а также оптимальное использование потенциала каждого гибрида.

В настоящее время гибриды отечественного производства значительно отличаются по стоимости семян от гибридов иностранной селекции. Причиной этого является низкая стоимость производства этих семян.

Основным фактором для выбора гибрида является экономическая эффективность при его использовании. Под экономической эффективностью понимают затраты при посеве, уборке, возделывании, и хранении семян.

Исходя из этого, при создании высокогетерозисных гибридов, с высокими технологичными свойствами, следует учитывать не только высокую урожайность зерна, а также уборочную влажность. Так как, при снижении трат на досушку, значительно снижаются общие затраты, тем самым снижается себестоимость и повышенный экономический эффект от возделывания такого гибрида. Так же, наличие низкой уборочной влажности у гибрида позволяет начать более раннюю уборку, это позволяет более эффективно использовать территории хозяйства в севообороте.

В наших исследованиях, в ходе многолетних испытаний, выделился ряд раннеспелых гибридов с участием новых линий, обладающих вышеперечисленными свойствами. Он включал в себя гибриды: (Кр742мхЛл0985)хЛл002;(Кр742мхЛл0985)хЛл0610;(Кр742мхЛл0985)хЛл0718; (Кр714мхЛл0913)хЛл0730. При оценке их экономической эффективности сравнение проводили с раннеспелым гибридом Краснодарский 194 МВ.

Так же, выделился ряд среднеранних гибридов. В него вошли: (Кр742мхЛл0908)хЛл0730; (Кр742мхЛл0908)хЛл0610; (Лл0987хЛл0904) хЛл0706; (Кр742мхЛл0914)хЛл0713. Стандартом у них служил простой модифицированный гибрид Краснодарский 291АМВ.

Для определения экономической эффективности производства гибридов кукурузы мы использовали следующие показатели: урожайность зерна, производственные затраты, себестоимость продукции, валовой доход, прибыль, рентабельность. Результаты экономической оценки возделывания новых лучших раннеспелых гибридов кукурузы приведены в таблице 83.

Таблица 83 – Экономическая эффективность возделывания новых лучших раннеспелых гибридов кукурузы, Краснодар (2016-2018 гг.)

Гибрид Показатель	Краснодарский 194 МВ ст.	(Кр742мхЛл0985) хЛл002	(Кр742мхЛл0985) хЛл0610	(Кр742мхЛл0985) хЛл0718	(Кр714мхЛл0913) хЛл0730
Урожайность, ц/га	43,19	61,42	59,56	56,43	59,74
Себестоимость, руб/ц	341	281	293	273	269
Производственные затраты, руб.	25465	27093	26304	25426	26531
Цена реализации, руб.	1200	1200	1200	1200	1200
Стоимость произведенной продукции, руб.	59784	77879	77391	74282	73505
Условно чистый доход, руб.	34319	50786	51087	48856	46974
Рентабельность, %	135	187	194	192	177
Экономический эффект, руб.	-	16467	16768	14537	12655



Таблица 84 – Экономическая эффективность возделывания новых лучших среднеранние гибридов кукурузы, Краснодар (2016-2018 гг.)

Гибрид Показатель	Краснодарский 291АМВ ст.	(Кр742мхЛл0908) хЛл0730	(Кр742мхЛл0908) х хЛл0610	(Лл0987хЛл0904) хЛл0706	(Кр742мхЛл0914) хЛл0713
Урожайность, ц/га	57,7	62,61	61,00	60,93	60,63
Себестоимость, руб/ц	425	292	282	307	315
Производственны е затраты, руб.	29354	28840	30034	28546	30543
Цена реализации, руб.	1200	1200	1200	1200	1200
Стоимость произведенной продукции, руб.	61232	81390	78340	76560	77820
Условно чистый доход, руб.	31878	52550	48306	48014	47277
Рентабельность, %	129	182	161	168	155
Экономический эффект, руб.	-	14672	10428	10136	9399

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 46974 до 52550 руб., при 34319 руб. у раннеспелого стандарта и 31878 у среднераннего стандарта. Повышение рентабельности также может достигать 194%, в сравнении с 135% у стандарта – Краснодарский 194 МВ и 129% у Краснодарский 291АМВ. Соответственно экономический эффект от использования новых гибридов может составлять от 9399 до 16768 руб (Таблица 84).

Подводя итог оценки экономической эффективности новых гибридов кукурузы, можно сделать вывод о том, что в результате проведенной работы выделился ряд раннеспелых и среднеранних гибридов, представляющих практический интерес, как для селекции, так и для производства. Особо следует отметить гибрид (Кр742мхЛл0985)хЛл0610, показавший максимальные значения по всем показателям экономической эффективности. Использование данного гибрида в производстве является наиболее экономически обоснованным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные в 2016-2018 годах на базе Национального Центра Зерна им. П.П. Лукьяненко исследования по оценке и отбору нового исходного материала – самоопыленных линий кукурузы и получению на их основе новых высокогетерозисных раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы, обладающих комплексом ценных признаков, позволили сделать следующие выводы:

1. В результате тестирования 45 новых самоопыленных линий кукурузы в трех тестерных блоках была получена цельная характеристика урожайности зерна нового материала. В раннеспелой группе были выделены высокоурожайные тесткроссы: (Кр742мхЛл0985)хЛл002; (Кр742мхЛл0985)хЛл0610; (Кр742мхЛл0985)хЛл0718; (Кр714мхЛл0913)хЛл0730, которые за три года сортоиспытаний (2016-2018 гг.) имели урожайность зерна на 12-17 ц/га выше, чем у раннеспелого стандарта Краснодарский 194МВ, при значительно меньшей уборочной влажности зерна. В среднеранней группе выделены высокоурожайные тесткроссы: (Кр742мхЛл0908)хЛл0730; (Кр742мхЛл0908)хЛл0610; (Лл0987хЛл0904)хЛл0706; (Кр742мхЛл0914)хЛл0713, урожайность зерна которых превышала урожайность зерна стандарта Краснодарский 291АМВ на 8-10 ц/га при более низкой уборочной влажности зерна.

2. При использовании в качестве тестера самоопыленных линий, а также при проведении диаллельных скрещиваний, были получены высокоурожайные простые гибриды раннеспелой: Лл0906хЛл0602; Лл0906хЛл0671 и среднеранней: Лл0920хЛл0696; Лл0920хЛл0635 групп спелости, превысивших по урожайности зерна соответствующие стандарты на - 28 и 9 ц/га, соответственно. Данные гибриды при переводе на стерильную основу могут использоваться в качестве родительских форм для селекции высокогетерозисных трехлинейных гибридов кукурузы.

3. 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: Кр0451 x Кр008; Кр0610 x Кр003; Кр0462 x Кр003; Кр0693 x Кр0728; Кр0479 x Кр0728, отличающиеся высокой урожайностью зерна и стабильностью ее проявления в различных агроэкологических условиях выращивания.

4. Комплексное изучение новых самоопыленных линий кукурузы с закрытой родословной, включающее в себя: исследование морфобиологических признаков, определение их общей и специфической комбинационной способности, проведение кластерного анализа, позволило идентифицировать линии на принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы. Было установлено, что исследуемый новый материал принадлежит к четырем основным гетерозисным группам зародышевой плазмы: Айодент, Ланкастер, Стив Столк Синтетик и Миндзенпусто.

5. Анализ оценок ОКС самоопыленных линий кукурузы в системе топкроссных скрещиваний по урожайности зерна выявил совершенно новый исходный материал, самоопыленные линии: Лл0608; Лл0696; Лл0679; Лл0602; Лл0635; Лл0730; Лл0610; Лл002; Лл0718; Лл0614; Лл0622, являющийся основой для получения новых высокогетерозисных гибридов.

6. Выделены новые раннеспелые высокоурожайные тесткроссы, обладающие пониженной уборочной влажностью зерна. Такие гибриды как: (Кр714мхЛл0913)хЛл0610; (Кр714мхЛл0913)хЛл0726; (Кр742мхЛл0985)хЛл0614; (Лл0979хЛл0959)хЛл0614; Лл0906хЛл0634; Лл0906хЛл0660 имели уборочную влажность на 7-9% ниже, чем у раннеспелого стандарта. В среднеранней группе был выделен ряд гибридов: (Кр742мхЛл0914)хЛл0713; (Кр742мхЛл0914)хЛл0671; (Кр742мхЛл0908)хЛл0630; (Кр742мхЛл0908)хЛл0713; Лл0920хКр0635; Лл0920хКр0637, имеющих уборочную влажность зерна на 6-9 % ниже, чем у соответствующего стандарта. Данные гибриды широко востребованы в современном производстве, а линии: Лл0713;

Лл0726; Лл0610; Лл0614; Лл0634; Лл0635; Лл0637; Лл0660; Лл0630; Лл0671, являются ценным исходным материалом для селекции гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна.

7. При изучении нового исходного материала на засухоустойчивость, включающего использование нескольких методов оценки, были выделены засухоустойчивые линии: Лл0730, Лл0622, Лл0619, Лл0677, Лл0713, Лл0608, Лл0694 Лл0682 Лл004 Лл0731 Лл0631 Лл0681 Лл0647, Лл0600, характеризующиеся высокими показателями критериев засухоустойчивости. Эти самоопыленные линии целесообразно использовать для создания гибридов кукурузы, адаптированных к водному стрессу.

8. При использовании диаллельных скрещиваний была проведена оценка новых самоопыленных линий на специфическую комбинационную способность по признаку «урожайность зерна». В результате отбора были выделены высокогетерозисные пары, отличающиеся высокими эффектами СКС независимо от года изучения: Лл0693хЛл0728; Лл0451хЛл003; Лл0728хЛл008; Лл0613хЛл0706; Лл0728хЛл004. Выделенные гибриды могут служить в качестве коммерческих гибридов для производства. В дальнейшем данный материал будет передан в конкурсное сортоиспытание отдела.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

1. Самоопыленные линии кукурузы: Лл0713; Лл0726; Лл0610; Лл0614; Лл0634; Лл0635; Лл0637; Лл0660; Лл0630; Лл0671 необходимо использовать в качестве исходного материала для создания высокогетерозисных гибридов.

2. Засухоустойчивый материал: Лл0730, Лл0622, Лл0619, Лл0677, Лл0713, Лл0608, Лл0694 Лл0682 Лл004 Лл0731 Лл0631 Лл0681 Лл0647, Лл0600, характеризующиеся высокими показателями критериев засухоустойчивости целесообразно использовать для создания гибридов кукурузы, адаптированных к водному стрессу.

3. Самоопыленные линии: Лл0713; Лл0726; Лл0610; Лл0614; Лл0634; Лл0635; Лл0637; Лл0660; Лл0630; Лл0671, являются ценным исходным материалом для селекции гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна.

4. Высокоурожайные раннеспелые и среднеранние гибриды: (Кр742мхЛл0985)хЛл002; (Кр742мхЛл0985)хЛл0610; (Кр742мхЛл0985)хЛл0718; (Кр714мхЛл0913)хЛл0730, (Кр742мхЛл0908)хЛл0730; (Кр742мхЛл0908)хЛл0610; (Лл0987хЛл0904)хЛл0706; (Кр742мхЛл0914)хЛл0713 переданы в конкурсное сортоиспытание отдела .

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев Ф.Х., Якубов М.Д., Саева И.В. Информационная система-основной инструмент анализа генофонда сельскохозяйственных культур // Сб. ст. межд. науч.- практ. конф. посв. 80лет. УзНИИХ, 2009. С. 395-398.
2. Абдуллаев Ф. Х. Комбинационная способность образцов кукурузы по элементам продуктивности //Кукуруза и сорго. – 2003. – №. 6. – С. 14-16.
3. Агроклиматические ресурсы Ростовской области - Л. Гидрометеиздат, 1972.-252С.
4. Альтергот В. Ф., Мордкович С. С., Игнатьев Л. А. Принципы оценки засухи жароустойчивости растений //Методы оценки устойчивости и неблагоприятным условиям среды. Л.: Колос (ЛО). – 1976. – С. 6-17.
5. Андреев А. А., Драчева М. К. Оценка адаптивной способности сортов ярового ячменя и подбор родительских пар для селекционного процесса //Зерновое хозяйство России. – 2019. – №. 4. – С. 42-45.
6. Аппаев С.П. Оценка комбинационной ценности самоопыленных линий кукурузы / С.П. Аппаев, В.В. Шорохов // Сб. науч. тр. Кабард.-Балкар. НИИ Сельского хозяйства. - Нальчик, 2004. - С. 78-81.
7. Беседа Н.А., Костылев П. И., Горпиниченко С. И. Комбинационная способность сорго зернового в системе диаллельных скрещиваний //Зерновое хозяйство России. – 2009. – №. 1. – С. 14-17.
8. Блажний Е.С. Почвы равнинной и предгорно-степной части Краснодарского края //Тр./Куб. с.-х. ин. – 1958. – Т. 1958. – С. 7-84.
9. Бородин Е. В. Селекционная ценность самоопыленных линий и сортов кукурузы, выращенных при орошении в условиях Нижнего Поволжья: дис. – СПб: ВИР, 2001.
10. Броунов, П.И.Избранные сочинения. Сельскохозяйственная метеорология //Л.: Гидрометеиздат. – 1957.
11. Брюбейкер Д. Л. Сельскохозяйственная генетика. – Колос, 1966.

12. Будаговский А. И. Испарение почвенной влаги. – Наука, 1964.
13. Буренин В. М. Способ оценки общей комбинационной способности на основе топкросса //Бюлл. ВИР. Л. – 1971. – №. 19. – С. 32-37.
14. ГОСТ 26205-91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.», 1991.
15. Варламов Д. В., Гульняшкин А. В., Анашенков С. С. Результаты изучения экологической адаптивности новых раннеспелых гибридов кукурузы //Зерновое хозяйство России. – 2014. – №. 4. – С. 31-36.
16. Вавилов Н. И. Теоретические основы селекции. – Наука, 1987.
17. Вавилов Н.И. Избранные сочинения. Генетика и селекция. М.: Колос, 1966. 559 с.
18. Веденеев Г. И. Генетический контроль количественных признаков у кукурузы. Сообщение III. Число рядов зерен на початке и число зерен в ряду початка //Генетика. – 1987. – Т. 8. – С. 123.
19. Варлахов М. Д. и др. Проявление комбинационной способности сортов гороха в экологических испытаниях //МД Варлахов, ЕИ Макогонов, НИ Васякин. – 1977. – С. 43-49.
20. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – 1985.
21. Галеев Г.С. Методы выведения высокоурожайных самоопыленных линий при создании простых гибридов //Кукуруза. – 1974. – №. 2. – С. 26-27.
22. Гарькавый В.В., Раева С.А. Применение кластерного анализа в оценке перспектив развития кукурузоводства в Ростовской области //Вопросы экономики и права. – 2012. – №. 47. – С. 51-54.
23. Гарькавый, В.В. Применение кластерного анализа в оценке перспектив развития кукурузоводства в Ростовской области / В.В. Гарькавый, С.А. Раева / Зерновое хозяйство. -2013. №5. - С. 55-59.
24. Говор Е. М., Шиманский Л. П. Генетическая дивергенция самоопыленных линий кукурузы //Земледелие и селекция в Беларуси. – 2019. – №. 55. – С. 290-295.



25. Гончарова Э. А. Стратегия диагностики и прогноза устойчивости сельскохозяйственных растений к погодно-климатическим аномалиям //Сельскохозяйственная биология. – 2011. – Т. 1. – С. 24-31.

26. ГОСТ 26205-91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.», 1991.

27. 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. – С.190

28. 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.

29. Гужва Д. В. Разработка и использование генотипической классификации самоопыленных линий кукурузы при селекции на гетерозис. – 1997.

30. Гульняшкин А.В. Изучение комбинационной способности новых само-опыленных линий кукурузы / А.В. Гульняшкин, С.С. Анашенков, Варламов Д.В. // Материалы V Всероссийской конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» - Краснодар, 2011. – С. 80-82.

31. Гульняшкин А.В., Чуйкин П.В., Анашенков С.С. Оценка комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы с различной генетической основой //Инновационные технологии возделывания белого люпина и других зерновых культур. – 2012. – С. 204.

32. Гульняшкин А. В., Анашенков С. С., Варламов Д. В. Результаты изучения экологической адаптивности новых раннеспелых гибридов кукурузы //Зерновое хозяйство России. – 2014. – №. 4. – С. 31-36.

33. Гульняшкин А.В., Карабатова Г.П. Оценка специфической комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы //научное обеспечение агропромышленного комплекса. – 2017. – С. 1275-1276.

34. Гурьев Б.П. Наследование некоторых признаков при инцухте у линий кукурузы в зависимости от исходного материала. Селекция и семеноводство, вып. 14, К. –1969. –С. 64-71

35. Гурьев Б.П. Селекция простых гибридов и создание высокопродуктивных самоопыленных линий. Кукуруза, № 10 –1973. – С. 23-24

36. Деркач Е. В. и др. Биотехнологические и молекулярно-генетические характеристики линий кукурузы селекционной группы Ланкастер //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15. – №. 3 С.-5.

37. Дзюбецкий Б.В. Сравнительная оценка различных методов определения комбинационной способности линий/Дзюбецкий БВ, Костюченко ВИ //II Всесоюзная науч.—техн. конференция молодых ученых. Тезисы докладов. – 1978. – С. 5-6.

38. Дзюбецкий Б. В., Черчель В. Ю. Современная зародышевая плазма в селекции кукурузы в Институте зернового хозяйства УААН //Селекция и семеноводство. – 2002. – №. 86. – С. 11-19.

39. Долгих С. Т., Свиридова И. А. Комбинационная способность сортов перца сладкого в пленочных теплицах //Генетика. – 1983. – Т. 19. – №. 12. – С. 2037-2043.

40. Драгавцев В. А., Дяков А. Б. Проблема идентификации генотипов по фенотипам по количественным признакам в растительных популяциях //Генетика. – 1982. – Т. 18. – №. 1. – С. 84-89.

41. Дронов А.В., Ланцев В.В. Оценка результатов экологического сортоиспытания гибридов кукурузы различных групп спелости в условиях Брянской области //Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №. 4 (62).

42. Дронов А. В., Бельченко С. А., Ланцев В. В. Адаптивность и урожайность гибридов кукурузы различных по скороспелости в условиях Брянской области //Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №. 4 (68).

43. Жужукин В. И. Кластерный и факториальный анализ морфологических параметров кукурузы / В.И. Жужукин // Генетика. – 1994. –№ 30. – С.51-61.

44. Жужукин В. И. и др. Селекционная ценность исходного материала кукурузы в условиях нижнего Поволжья //Кукуруза и сорго. – 2011. – №. 1. – С. 16-19.

45. Задорин А. М. Изучение комбинационной способности гетерофильной формы гороха двухтестерным методом //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – №. 3 (7).

46. Зайцев С. А. и др. Эффективность возделывания сорговых культур в чистых и смешанных посевах с амарантом в условиях Поволжья //Кукуруза и сорго. – 2009. – №. 4. – С. 13-15.

47. Зезин Н. Н., Панфилов А. Э., Кравченко В. В. Экологическая пластичность гибридов кукурузы и ее связь с продуктивностью в условиях Среднего и Южного Урала //Кукуруза и сорго. – 2015. – №. 3. – С. 3-8.

48. Зазуля А. Л., Бондаренко Л. В., Литун П. П. Стратегия создания гибридов кукурузы с высоким адаптивным потенциалом //Сборник научных трудов. – 1991. – С. 85-88.

49. Ильин В. С. и др. Экологическое испытание новых гибридов кукурузы, созданных с участием омских инбредных линий, с использованием селекционных индексов //Успехи современного естествознания. – 2017. – №. 12. – С. 61-65.

50. Ильинская И. Н., Рычкова М. И. Экологическая устойчивость ярового ячменя сорта прерия на черноземах обыкновенных ростовской области //Зерновое хозяйство России. – 2018. – №. 3. – С. 12-22.

51. Иващенко В. Г., Сотченко Е. Ф., Сотченко Ю. В. Совершенствование системы оценок кукурузы на устойчивость к засухе и фузариозу початков //Вестник защиты растений. – 2006. – №. 1. – С. 16-20.

52. Иващенко В. Г. Продуктивность кукурузы, устойчивость к засухе и стеблевым гнилям //Кукуруза и сорго. – 2000. – №. 2. – С. 17-22.

53. Иващенко В. Г., Сотченко Ю. В. Экологическая пластичность и стабильность скороспелых гибридов кукурузы //Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – 1999. – С. 121-127.

54. Иващенко В. Г. и др. Диаллельный анализ комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы по устойчивости к стеблевым гнилям в различных условиях выращивания //Сельскохозяйств. биол. – 1983. – Т. 5. – С. 77-78.

55. Кагермазов А. М. и др. Повышение засухоустойчивости тетраплоидных популяций кукурузы //Вестник аграрной науки. – 2011. – Т. 30. – №. 3.

56. Казыдуб Н. Г. и др. Отбор перспективных образцов для селекции фасоли с использованием кластерного анализа в условиях южной лесостепи Западной Сибири //Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2014. – №. 4 (16).

57. Календарь Р. Н., Глазко В. И. Типы молекулярно-генетических маркеров и их применение //Физиология и биохимия культурных растений. – 2002. – Т. 34. – №. 4. – С. 279-296.

58. Капустин А. А. Оценка районированных сортов и гибридов сахарной кукурузы на пригодность к механизированной уборке //Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. Л.: ВИР. – 1981. – Т. 70. – №. 1. – С. 113-117.

59. Капустян М. В., Чернобай Л. Н., Сикалова Е. В. Анализ комбинационной способности новых линий кукурузы различного происхождения в тестерных скрещиваниях //Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №. 3.

60. Карабатова Г. П., Гульняшкин А. В. Изучение экологической пластичности и стабильности новых раннеспелых гибридов кукурузы // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. – 2017. – С. 870-871.
61. Кедров-Зихман О. О. Поликросс-тест в селекции растений. – Наука и техника.-1974.
62. Китаева С. С., Кириченко В. В., Чернобай Л. Н. Генетический анализ инбредных линий кукурузы в системе топкроссных скрещиваний // Вестник. Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – №. 3.
63. Кириченко, К.С. Почвы Краснодарского края / К.С. Кириченко // Краснодар, 1953. – С. 240.
64. Кобелева Э. Н., Кобелев Ю. К. Классификация самоопыленных линий по фенотипу // Кукуруза. – 1970. – Т. 3.
65. Кожухова Н. Е. Генетика кукурузы та його поліпшення // Вісник аграрної науки. – 2011. – №. 2. – С. 26-29.
66. Козубенко, В.Е. Из работ по селекции кукурузы / В.Е. Козубенко. // – М.: Сельхозгиз, 1960. – С. 97-108.
67. Козубенко, В. Е. Селекция кукурузы / В.Е. Козубенко. – М.: Колос – 1965. – С. 205.
68. Козубенко Л. В., Чупикова Н. М., Камышан Т. М. Генетико-селекционные аспекты гетерозисной селекции кукурузы // Труды по фундаментальной и прикладной генетике. –Х.: Штрих. – 2001. – С. 183-196.
69. Козубенко В.Е. Методы и результаты работы по селекции кукурузы. Кукуруза, № I, 1965. – С. 27-29
70. Константинов П.Н. Избранные сочинения. М., 1963. Из-во с.-х. лит-ры, журналов и плакатов. – С. 696.
71. Котов, М.М. Генетика и селекция / М.М. Котов // В 2-х ч. Ч. 1.– Йошкар-Ола: МарГТУ. – 1997. – С.280.

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

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

74. 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.

75. Кравченко Р.В., Адаптивность и стабильность проявления урожайных свойств гибридов кукурузы на фоне антропогенных факторов // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 77

76. Кривошеев Г. Я. Оценка комбинационной способности тестеров и новых самоопыленных линий кукурузы в топкроссных скрещиваниях //Зерновое хозяйство России. – 2009. – №. 1. – С. 19-23.

77. Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С., Игнатьева Н. Г. Селекционная ценность и адаптивность образцов подвида крахмалистой кукурузы //Кукуруза и сорго. – 2014. – №. 4. – С. 12-19.

78. Кривошеев Г. Я., Горбачева А. Г., Ветошкина И. А. Реакция родительских форм гибридов кукурузы на засушливые и влагообеспеченные условия выращивания //Кукуруза и сорго. – 2013. – №. 4. – С. 18-23.

79. Кривошеев Г. Я., Игнатъев А. С., Буин Н.П. Изменение климатических условий в южной зоне Ростовской области в период вегетации кукурузы //Зерновое хозяйство России. – 2014. – №. 1. – С. 44-50.

80. Кривошеев Г. Я., Игнатъев А. С. Экологическое испытание новых гибридов кукурузы в условиях различной влагообеспеченности //Зерновое хозяйство России. – 2018. – №. 4. – С. 47-51.

81. Курсанов А.Л. Физиологические основы засухоустойчивости растений // Проблемы борьбы с засухой и рост производства сельскохозяйственной продукции. М., 1974. С. 80-86.

82. Лавриненко Ю. А., Марченко Т. Ю., Нужна М. В. Морфо-физиологические и гетерозисные модели гибридов кукурузы групп спелости FAO 180-390 для условий орошения //Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №. 3.

83. Левакова О. В. Результаты изучения адаптивно-экологических показателей новых сортов и перспективных линий озимой мягкой пшеницы в условиях рязанской области //Зерновое хозяйство России. – 2019. – №. 2. – С. 13-16.

84. Лемешев Н. А. и др. Отбор исходного материала линий кукурузы с высокой комбинационной способностью по уборочной влажности зерна //Инновационные технологии отечественной селекции и семеноводства. – 2018. – С. 247-250.

85. Лемешев Н. А., Гульяшкин А. В., Земцев А. А. Оценка параметров адаптивности и стабильности проявления хозяйственно ценных признаков новых гибридов кукурузы //Координационный совет по селекции и семеноводству зернофуражных культур. – 2019. – С. 55-60.

86. Лемешев Н. А., Новичихин А. П., Гульяшкин А. В. Оценка новых линий кукурузы на комбинационную способность по признаку" уборочная влажность зерна" //Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – №. 77. – С. 117-121.

87. Лемешев Н. А. и др. Отбор исходного материала линий кукурузы с высокой комбинационной способностью по уборочной влажности зерна //Иновационные технологии отечественной селекции и семеноводства. – 2018. – С. 247-250.

88. Леонова Е. П., Мельниченко Т. В. Оценка комбинационной способности сортообразцов моркови в условиях Украины //Наука и Мир. – 2014. – Т. 1. – №. 4. – С. 147-150.

89. Мадякин Е. В., Кривов Н. В. Комбинационная способность линий кукурузы по урожайности и уборочной влажности зерна в условиях Среднего Поволжья //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск: Развитие научного наследия академика Николая Максимовича Тулайкова. – 2008. – Т. 2008. – С. 142-147.

90. Мадякин Е. В. Подбор исходного материала для создания гибридов кукурузы, адаптированных к условиям Среднего Поволжья: дис. – Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2009.

91. Малютов М. П., Говердов Д. В., Пятаева А. В. Некоторые результаты селекции самоопыленных линий кукурузы на высокую комбинационную способность //Проблемы аридизации Юго-Востока Европейской части России. – С. 124.

92. Маматов Т.М. Комбинационная способность самоопыленных линий и сортов кукурузы / Т.М. Мамантов // Докл. Акад. наук. Респ. Узбекистан. - 2003. -№1.-С. 99-103.

93. Мамедова П. М. Влияние основных факторов при выращивании силосной кукурузы на структурные элементы ее урожая //Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – №. 4. – С. 120-123.

94. Мамсиров Н. И. Продуктивность гибридов кукурузы зарубежной селекции в Адыгее //Новые технологии. – 2015. – №. 2.

95. Мангельсдорф, П. Гибридная кукуруза / П. Мангельсдорф // Гибридная кукуруза. – М.: И. Л. ,1955. – С. 3-27.



96. Манятина, Л.А. Мексиканские популяции кукурузы – ценный исходный материал для селекции / Л.А. Манятина // С. - х. за рубежом, 1988. - № 8. – С. 16-20.

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

98. Методические указания по комплексной оценки засухоустойчивости самоопыленных линий и гибридов кукурузы / ВАСХНИЛ, ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова; [составители Т. В. Олейникова, Ю. В. Скляр]. - Ленинград: ВИР. – 1985. – С. 17.

99. Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды // Под ред. Г.В. Удовенко. Л. –1976. – С. 318.

100. Методические рекомендации по проведению опытов с кукурузой. – Днепропетровск: ВНИИ кукурузы. – 1980. –С. 36.

101. Миков С. В., Щербак В. С., Волчков Ю. А. Перспективы прогнозирования комбинационной способности линий кукурузы по комплексу морфологических признаков //Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – 1999. – С. 227-237.

102. Миков С. В. Создание линий и гибридов кукурузы с использованием экзотических рас Латинской Америки (Методические аспекты проблемы). – 2005.

103. Мустяца С. И., Мистрец С. И. Использование зародышевой плазмы гетерозисных групп БССС и Рейд Айодент в селекции скороспелой кукурузы //Кукуруза и сорго. – 2007. – №. 6. – С. 8-12.

104. Мустяца С.И. Комбинационная способность исходного материала для создания раннеспелых гибридов кукурузы / С.И. Мустяца, Л.П. Нужная, В.Н. Пожога // Урожай и адаптивный потенциал экологической системы поля. - Киев, 1991.-С. 88-93.

105. Мустяца С. И., Мистрец С. И., Брума С. Г. Сравнительный анализ критериев определения отличимости у родственных линий кукурузы //Кукуруза и сорго. – 2009. – №. 6. – С. 18-24.

106. Мустяца, С. И. Создание, оценка, классификация и использование само-опыленных линий скороспелой кукурузы / С.И.Мустяца, П. А. Борозан, С.Г. Брума // Paskani, 2014. – С. 70–98.

107. Мухина Ж. М. Эффективность методов молекулярного маркирования в селекции, семеноводстве сельскохозяйственных культур и для изучения биоразнообразия растительных ресурсов //Автореферат дисс... докт. биол. наук, Краснодар. – 2012.

108. Новоселов С. Н. Сахарная кукуруза: история, селекция, экономика //Пятигорск, РИА КМВ. – 2007.

109. Новоселов С. Н. Философия идеотипа сельскохозяйственных культур. I. Методология и методика //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2006. – №. 24.

110. Новоселов С. Н. Основные закономерности проявления гетерозиса у сахарной кукурузы. / С. Н. Новоселов // Современные проблемы науки и образования. - 2007, №2. - С. 18-22.

111. Новоселов С. Н. Комбинационная способность у сахарной кукурузы при проведении рекуррентного реципрокного отбора //Сельскохозяйственная биология. – 2010. – Т. 45. – №. 1. – С. 33-39.

112. Новичихин А. П., Лемешев Н. А., Гульняшкин А. В. Изучение комбинационной способности новых раннеспелых линий кукурузы //Рисоводство. – 2019. – №. 1. – С. 54-57.

113. 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.

114. Орлянский Н. А., Орлянская Н. А. Селекция ультрараннеспелых гибридов кукурузы зернового типа //Кукуруза и сорго. – 2001. – №. 5. – С. 7.
115. Орлянский Н. А. Селекция и семеноводство зерновой кукурузы на повышение адаптивности в условиях Центрального Черноземья: дис. – Воронежский государственный аграрный университет им. КД Глинки, 2004.
116. Орлянский Н. А., Орлянская Н. А. Создание и изучение самоопыленных линий кукурузы при селекции на раннеспелость //Кукуруза и сорго. – 2008. – №. 3. – С. 2-5.
117. Орлянский Н. А., Орлянская Н. А., Зубко Д. Г. Эффективность возделывания гибридов кукурузы различных групп спелости в условиях Центрального Черноземья //Кукуруза и сорго. – 2008. – №. 1. – С. 20-22.
118. Орлянский Н.А., Орлянская Н.А. / Оценка результатов экологического испытания гибридов кукурузы с использованием селекционных индексов // Кукуруза и сорго. – 2016. – № 2. – С. 4–5.
119. Орлянский Н.А. Влажность зерна новых самоопыленных линий кукурузы плазм айодент и ланкастер / Орлянский Н.А., Орлянская Н.А. / Кукуруза и сорго. 2019. № 4. С. 3-12.
120. Пакудин В. З. Оценка комбинационной способности линий кукурузы в диаллельных и анализирующих скрещиваниях: дис. – Краснодар: Автореф. дис. канд. с.-х. наук, 1972. - С. 141-146.
121. Пакудин В.З. Оценка комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы в диаллельных скрещиваниях / В.З. Пакудин // Сб. науч. тр. Краснодар. НИИСХ. - 1977. - Вып.4. - С. 141-146.
122. Пакудин В. З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов //Теория отбора в популяциях растений.– 1976.– С. 178-189.
123. Пакудин В. З., Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур //Сельскохозяйственная биология. – 1984. – Т. 4. – С. 109-113.

124. Паритов А. Ю. Использование диаллельных скрещиваний для анализа генетической природы гетерозиса // Актуальные проблемы генетики. - М., 2003. - Т.1. - С. 194-195.

125. Паритов А. Ю., Керефова М. К., Айыдова А. А. Генетический анализ самоопыленных линий кукурузы по признаку «высота растений» // Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета. Серия: Биологические науки. – 2004. – №. 6. – С. 14-16.

126. Паритов А. Ю., Керефова М. К. Методы определения генетических параметров, на основе данных диаллельных скрещиваний // Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета. Серия: Биологические науки. – 2006. – №. 8. – С. 109-112.

127. Паритов А. Ю., Шогенова С. Х. Изучение гетерозиса у кукурузы в системе диаллельных скрещиваний // Материалы научной конференции аспирантов и студентов агрономического факультета КБГСХА, посв. – 2007. – Т. 95. – С. 24-26.

128. Панфилов А. Э., Цымбаленко И. Н. Оценка гибридов кукурузы по параметрам адаптивности в условиях Зауралья // Кукуруза и сорго. – 1998. – №. 2. – С. 2-4.

129. Пафилова О. Н. Отбор толерантных к засухе инцухт-линий для селекции засухоустойчивых гибридов кукурузы в условиях Северо-Запада Волгоградской области // Каменная Степь. – 2007. – Т. 25.

130. Полуэктов Е. В., Цвылев Е. М. Почвенно-земельные ресурсы Ростовской области. – 1999. – 201 с.

131. Попов А. С. и др. Особенности погодных условий в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. – 2012. – №. 3. – С. 56-59.

132. Петрова Л.В. и др. Кластерный анализ коллекционных сортообразцов овса посевного // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2014. – №. 6. – С. 43-48.

133. Потанин В. Г., Алейников А. Ф., Степочкин П. И. Оценка экологической пластичности сортов пшеницы //Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2014. – №. 6. – С. 96-102.

134. Редькин Н. Е. Агрохимические особенности и водно-физические свойства черноземов Кубани //Тр./КСХИ. – 1968. – №. 19. – С. 261-280.

135. Савченко В. К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов родительских форм //Методика генетико-селекционного и генетического экспериментов. – 1973. – С. 48-77.

136. Савченко В. К. Оценка общей и специфической комбинационной способности полиплоидных форм в системах диаллельных скрещиваний //Генетика. – 1966. – Т. 1. – С. 29-41.

137. Савченко В.И. Ассоциативная комбинационная способность растений и ее оценка // С.-х. биология. Сер. Биология растений. 1991.- №5.- С.31-40.

138. Салфетникова Е.М. Оценка комбинационной способности инбредных линий кукурузы, полученных из F<sub>2</sub> и беккроссных популяций//Кукуруза и сорго. – 2011. – №. 1. – С. 20-23.

139. Сатарова Т. Н. и др. SNP-анализ в паспортизации и идентификации линий кукурузы //Plant Varieties Studying and Protection. – 2014. – №. 3. - С. 4-9.

140. Семенютина А. В., Подковыров И. Ю., Таран С. С. Эффективность использования кластерного метода при анализе декоративных достоинств озеленительных насаждений //Глобальный научный потенциал. – 2014. – №. 7. – С. 21-27.

141. Сеферова И. В. и др. Результаты изучения образцов сои на Адлерской опытной станции ВИР в 2010-2012 г.г.//Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2014. – Т. 175. – №. 3. – С. 34-41.

142. Симакин А. И. Агрохимическая характеристика кубанских черноземов и удобрения //Краснодар: Краснодарское книжное изд-во. – 1969. –С. 277.

143. Симакин, А.И. Удобрение, плодородие почв и урожай // Краснодар: Краснодарское книжное изд-во –1988. – С. 269.
144. Система земледелия Краснодарского края (Методические рекомендации) /Коллектив авторов, Краснодар – 2009. – 268с.
145. Соколов В. М. и др. Селекционная оценка элитных самоопыленных линий кукурузы из основных гетерозисных групп зародышевой плазмы //Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – 1999. – С. 92-96.
146. Соколов, Б.П. К вопросу селекции кукурузы на двухпочатковость // Мат. 9 заседания ЕУКАР-ПНИИ, секции кукурузы и сорго. Ч.2. Краснодар – 1979. –С. 221-227.
147. Соколов Б.П. Инбридинг в применения к селекции кукурузы. //Тр. ин-та кукурузы, вып. 6/1, Днепропетровск –1930. –С. 1-25.
148. Соколов Б.П. Гибриды кукурузы// М. Сельхозгиз – 1955. –С.140
149. Сотченко, В.С. Оценка комбинационной способности среднепоздних исходных форм сахарной кукурузы при межсортовых скрещиваниях //Кукуруза и сорго. – 1995. – №. 3. – С. 2-4.
150. Сотченко В. С. и др. Об оценке простых гибридов кукурузы в разных экологических условиях //Селекция и семеноводство.– 2006. – №. 1. – С. 19-22.
151. 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. -2009. -№1. –С.56-43.
152. Сотченко В. С. Сравнительная оценка методов изучения комбинационной способности линий кукурузы //Югенхеймер РУ.–1970.–С. 24.
153. Соколов Ю. В. и др. Урожайность, химический состав и питательность зерна кукурузы гибрида Делитопа в условиях южной зоны Оренбуржья //Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 4. – №. 32-1.

154. Сотченко Ю. В., Галговская Л. А. Изучение исходного материала в селекции кукурузы //Кукуруза и сорго. – 2008. – №. 1. – С. 9-11.
155. Сотченко Е.Ф. Оценка комбинационной способности линий кукурузы по продуктивности и устойчивости к болезням и вредителям // С.-х. биол. сер. Биол. раст. - 2003. - №3. - С.72-77
156. Статистический и биометрико-генетический анализ в растениеводстве и селекции. Пакет программ AGROS, версия 2.09.: руководство пользователя//Пакет программ AGROS, версия.–1999.–Т.2.–С. 90.
157. Супрунов А. И. Селекционная ценность раннеспелых гибридов кукурузы по результатам экологических испытаний //Кукуруза и сорго. – 2006. – №. 4. – С. 10-12.
158. Супрунов А. И. Создание нового исходного материала для селекции различных подвидов кукурузы и его оценка в агроклиматических зонах России //Автореферат. Краснодар. – 2009. - С.401.
159. Супрунов А. И. и др. Создание нового исходного материала для селекции раннеспелых линий кукурузы //Кукуруза и сорго. – 2013. – №. 2. – С. 6-10.
160. Супрунов А. И. Успехи в селекции кукурузы //Земледелие. – 2014. – №. 3. – С. 5-6.
161. Тарасенко Б.И. Обработка почвы // – Краснодар –1987.–№.2.– С. 172.
162. Титок В.В. и др. – Минск. «Беларуская навука» – 2013. – С.173.
163. Тищенко В. Н., Панченко П. М. Использование кластерного анализа для идентификации и отбора высокопродуктивных генотипов озимой пшеницы в процессе селекции. – 2008.
164. Тищенко В. М. Кластерний аналіз як метод індивідуального добору високопродуктивних рослин озимої пшениці в F2 //Селекція і насінництво.– Харків. – 2005. – №. 89. – С. 125-137.
165. 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, 2005а.– С.67-74.

166. Тищенко В. Н., Панченко П. М. Использование кластерного анализа для идентификации и отбора высокопродуктивных генотипов озимой пшеницы в процессе селекции. – 2008. – С.364

167. Тищенко В. Н., Панченко П. М., Чернышева О. П. Идентификация сортов и селекционных линий пшеницы озимой по сбалансированности количественных признаков с использованием кластерного анализа //Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2013. – №. 3. – С. 28-35.

168. Тищенко В. Н., Панченко П. М., Чернышева О. П. Идентификация сортов и селекционных линий пшеницы озимой по сбалансированности количественных признаков с использованием кластерного анализа //Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2013. – №. 3. – С. 28-35.

169. Томов Н. Расширение и обогащение генетической базы для селекции кукурузы //Информ. Бюл. по кукурузе. –Мартонвашар: НИИ с.-х. ВАН. – 1985. – №. 4. – С. 315-334.

170. Томов Н. Нови направления и изисквания към селекцията на царевичката / Н. Томов. – София, 1987. – С. 131.

171. Тронева О.В., Кравченко Р.В., Прохода В.И. Продуктивность гибридов кукурузы в условиях различных агроклиматических зон Ставропольского края // Междунар. конф. молодых ученых и спец., посвящ. 145-летию РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева: Сборник статей. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева – 2010. Т. 1. – С. 127-130.

172. Трофимов В. А. Гетерозис межлинейных гибридов кукурузы в зависимости от биологических и хозяйственно-ценных особенностей родительских форм: дис. – Харьков: спец. 06.01. 05" Селекция и семеноводство». /ВА Трофимов, 1966.

173. Труфляк Е. В. Физико-механические свойства кукурузы. – 2007.



174. Турбин Н.В. О принципах и методах селекции на комбинационную способность у растений // Генетика. – 1966. – №8. – С. 17-25.
175. Турбин Н.В., Хотылева Л.В., Тарутина Л.А. Генетический анализ некоторых количественных признаков кукурузы / Н.В. Турбин, Л.В. Хотылева, Л.А. Тарутина // Вопр. мат. генетики. - Минск, 1969. - С. 47-58.
176. Турбин Н. В. Генетика гетерозиса и методы селекции растений на комбинационную способность //Генетические основы селекции растений. М. – 1971. – С. 112-155.
177. Турбин Н. В., Хотылева Л. В., Тарутина Л. А. Диаллельный анализ в селекции растений //Турбин НВ, Хотылева ЛВ, Тарутина ЛА. – 1974.
178. Тюрин А. Г., Зуев И. О. Кластерный анализ, методы и алгоритмы кластеризации //Вестник МГТУ МИРЭА. – 2014. – Т. 2. – №. 3. – С. 86.
179. Удовенко Г.В. Использование критериев физиологической оценки при селекции сортов на устойчивость к неблагоприятным условиям среды // Физиология и биохимия сорта – 1969. – С. 122-127.
180. Удовенко Г. В. Общие требования к методам и принципам диагностики устойчивости растений к стрессам //Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. – 1988. – С. 5-10.
181. Уильямс У. Генетические основы и селекция растений: Пер. с англ. – Колос, 1968. –С. 448.
182. Федько М. М. и др. Комбінаційна здатність інбредних ліній кукурудзи (ZEA MAIZE L.). – 2012 – №. 57. – С. 200-207.
183. Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Брагин Р. Н. Анализ экологической пластичности и стабильности сортов ярового ячменя в межстанционном сортоиспытании //Зерновое хозяйство России. – 2019. – №. 1. – С. 3-5.
184. Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа //Генетика количественных признаков с.-х. растений. М.: Наука. – 1978. – С. 111-116.

185. Ханиев М. Х., Шогенов Ю. М., Атажоков З. Б. Испытания гибридов кукурузы в Кабардино-Балкарии //Зерновое хозяйство.–2007.– №.3-4.–С.31-33.
186. Хаинев М. Х., Шогенов Ю. М., Гатажоков З. Б. Испытания раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы в Кабардино-Балкарии //Зерновое хозяйство. – 2007. – №. 2. – С. 18-19.
187. Хатефов Э. Б. и др. Корреляционные связи между семенной плодовитостью и морфобиологическими и цитологическими признаками тетраплоидной кукурузы //Вестник аграрной науки. – 2010. – Т. 26. – №. 5 (26) –С.77-82.
188. Хотылева Л.В. Селекция гибридной кукурузы.- Минск.–1965.– С.167.
189. Хотылева Л.В. Принцип и методы селекции на комбинационную способность / Л.В. Хотылева // Селекция гибридной кукурузы, Изд. АН БССР, - Минск. 1965.
190. Хотылева Л.В. Методы оценки комбинационной способности родительских форм при гетерозисе / Л.В. Хотылева, Л.А. Тарутина / Генет. анализ количеств, и качеств, признаков с помощью мат.-стат. методов. - М., 1973. - С. 63-74.
191. Хотылева Л.В., Тарутина Л.А. Генетический анализ самоопыленных линий кукурузы / Л.В. Хотылева, Л.А. Тарутина // Материалы IX заседания Еукарпии селекция кукурузы и сорго. - Краснодар, 1979. - 4.1. - С. 129-139.
192. Хотылева Л. В., Картель Н. А., Кильчевский А. В. Развитие генетических исследований в Национальной академии наук Беларуси //Вестник ВОГиС. – 2005. – Т. 9. – №. 4. – С. 463-471.
193. Хаджинов М.И. Селекция кукурузы. В кн.: Теоретические основы селекции растений, т. 2, М.-Л., 1935. – С. 379-446
194. Чекалин Н. М., Тищенко В. Н., Сидоренко В. С. Использование кластерного анализа как метода индивидуального отбора у проса (*Panicum miliaceum* L.) //СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО. – 2009. – №2. - С.56-58.

195. Чистяков С. Н., Супрунов А. И. Оценка комбинационной способности новых линий кукурузы по признакам «урожайность и уборочная влажность» в топкроссных скрещиваниях //Зерновое хозяйство России.-2013.- 1 (25).–С. – 2013. – С. 42-46.

196. Чистяков С. Н., Супрунов А. И., Чилашвили И. М. Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы с быстрой влагоотдачей зерна при созревании //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №. 88. –С.1 – 10.

197. Чилашвили И. М., Супрунов А. И., Слащев А. Ю. Изучение комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы в условиях центральной зоны Краснодарского края //Зерновое хозяйство России. – 2018. – №. 4. – С.46-50.

198. Чуприна М. А. Создание линий кукурузы на основе двух генетически различных синтетических популяций методом реципрокного рекуррентного отбора: дис. – Краснодар: Автореф. дис. канд. с.-х. наук, 2008.

199. Чучмий И. П., Моргун В. В. Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы //К.: Наукова думка. – 1990. – С.282.

200. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ видов *Zea mays* L. – Л., 1977. –С. 80.

201. Шмараев Г.Е., Тараканов П.С. Экзотические расы кукурузы Латинской Америки и их использование в селекции. Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции. ВИР: Классификация и селекция кукурузы и крупяных культур, т. 69, вып. I, Л., 1980. – С. 3-7

202. Шмараев Г. Е. и др. Генетика количественных и качественных признаков кукурузы //СПб: изд. ВИР. – 1995.–С. 168.

203. Шмараев Г. Е. Генофонд и селекция кукурузы //СПб.:ВИР. – 1999.– С. 389.

204. Шогенова С. Х. Типы взаимодействия генов при изучении биоразнообразия гетерозиса в диаллельных скрещиваниях самоопыленных линий кукурузы. / С. Х Шогенова, М. К. Керефова, А. Ю. Паритов // Биологическое разнообразие Кавказа: Материалы 8 Международной конференции. Нальчик. 2006, - С.109-111.
205. Щелокова З.И., Солонецкая Е.В., Николенко Р.В. Значение и пути создания синтетических популяций кукурузы. Селекция и семеноводство, вып. 37, К., 1979, с. 66-71
206. Щелокова З.И., Солонецкая Е.В., Николенко Р.В., Чепенко А.Т. К проблеме улучшения кукурузного растения. Селекция и семеноводство, вып. 40, К., 1978. — С. 8—11
207. Щербак В.С. Использование экзотической плазмы в селекции кукурузы / В.С. Щербак // Информ. бюлл. по кукурузе. – Мартонвашар, 1985. - № 4. – С. 357-370.
208. Щербак В. С., Забирова Э.Р. Изучение наследуемости отдельных компонентов урожая при скрещивании экзотических рас кукурузы с элитными линиями. В сб.:Науч. тр. Краснодарского НИИСХ, вып. 21,1979.—С. 113—119
209. Югенхеймер Р. У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование //М.: Колос. – 1979. – С. 519
210. Aguila C. A., Viol M. A., Gebauer B. J. E. Effects of plant density and inter-row spacing on the yield and other characteristics of two maize hybrids (*Zea mays* L.) //Agricultura Tecnica Chile. – 1971. – Т. 31. – №. 11.
211. 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.
212. Bertoia L. M., Aulicino M. B. Maize forage aptitude: Combining ability of inbred lines and stability of hybrids //The Crop Journal. – 2014. – Т. 2. – №. 6. – С. 407-418

213. Cortez-Mendoza H., Hallauer A. R. Divergent Mass Selection for Ear Length in Maize 1 //Crop Science. – 1979. – T. 19. – №. 2. – C. 175-178.
214. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Science. 1966. № 1 (6). P. 36-40.
215. Finley K.W., Wilkinson Q.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme // Austr. J. Agric, 1963. Vol. 14. P. 742-754.
216. Geiger H.H. Breeding methods in diploid rye (*Secale cereale* L.) // Tag. - Ber.Akad. Landwirtsch. -Wiss. DDR, Berlin, 1982, 198, 305-332.
217. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallet crossing systems/ B.Griffing. // Austr. J. Biol. Sci. 9. – 1956. – P. 463-493.
218. Griffing B.A. Study of the combining abilities of corn inbreds having proportions of Corn Belt and non-Corn Belt germplasm / B. Griffing, E.W. Lindstrom // Agron. J. – 1954. – 46. – P. 545-552.
219. 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.
220. Hallauer A.R. Quantitative genetics in maize breeding / A.R. Hallauer, I.B. Miranda // Iowa State University Press, Ames. 1981. – 468 p.
221. 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.
222. 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.
223. 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.

224. 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.

225. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // *Heredity*, 1954, 8, 333-356.

226. 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.

227. Livini C, Ajmone-Marsan P., Melchinger A.E., Messmer M.M., Motto M. Genetic diversity of maize inbred lines with and among heterotic groups revealed by RFLPs. *Theoretical and Applied Genetics*, 1992, № 82, p.17-25.

228. 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.

229. 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.

230. Mock J.J. An ideotype of maize / J.J. Mock, R.B. Pearce // *Euphytica*. – 1975. – 24, 3. – P. 613-623.

231. 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.

232. 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.

233. 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).

234. Tardieu F. Plant tolerance to water deficit: physical limits and possibilities for progress // *Com. Rend. Geosci.* – 2005. – Vol.337. – P. 57- 67.
235. Tomov N., Slavov N. Dependence between some biological properties of inbred maize lines // *Rastenievudni nauki... Plant science.* – 1973.
236. Troyer A.F. Persistent and popular germplasm in seventy centuries of corn evolution. "Corn: origin, history, technology, and production". Ed. C.W. Smith, USA, 2004, p. 133-233.
237. Troyer A.F. Temperate Corn: background, behavior, and breeding. "Specialty Corns". Ed. A.R. Hallauer (second edition), CRC Press, USA, 2000, p.393-466.
238. Smith J.S.C, Smith O.S., Bowen S.L., Tenborg R.A., Wall S.J. Description and assessment of distances between inbred lines of maize. III. A revised scheme for the testing of distinctiveness between inbred lines utilizing DNA RFLPs. *Maydica*, 1991, V.36, p.213-226.
239. Sprague G. F., Brimhall B., Hixon R. M. Some effects of the waxy gene in corn on properties of the endosperm starch // *Journal of the American Society of Agronomy.* – 1943.
240. Sughroue J. R. Analysis of the diallel mating design for maize inbred lines / J.R. Sughroue, A.R. Hallauer // *Crop Science* March 1, 1997.
241. Venugopal M. Correlation and path analysis in maize / M. Venugopal, M.A. Ansari, T. Rajanikanth // *Crop Research Hissar*, 25 (3), 2003 –P.525-529.
242. 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.
243. 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.

244. Yau S.K. Variance of relative yield as an agronomic type of stability measure / /Proceeding of the eight Meeting EUCARPIA Section, Biometrics on Plant Breeding, 1-6 Juli 1991, Brno, p. 12-16.

245. Yin X., McClure M. A., Hayes R. M. Improvement in regression of corn yield with plant height using relative data //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2011. – T. 91. – №. 14. – C. 2606-2612.



## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Линии рабочей коллекции, используемые в диссертации

№	Название линии	Гетерозисная группа
1	Лл002	Stiff Stalk Synthetic
2	Лл004	Stiff Stalk Synthetic
3	Лл008	Lancaster
4	Лл0159	Iodent
5	Лл0600	Lancaster
6	Лл0601	Stiff Stalk Synthetic
7	Лл0602	Lancaster
8	Лл0603	Lancaster
9	Лл0604	Lancaster
10	Лл0608	Stiff Stalk Synthetic
11	Лл0610	Stiff Stalk Synthetic
12	Лл0614	Iodent
13	Лл0619	Lancaster
14	Лл0622	Iodent
15	Лл0627	Lancaster
16	Лл0630	Lancaster
17	Лл0631	Lancaster
18	Лл0633	Stiff Stalk Synthetic
19	Лл0634	Iodent
20	Лл0635	Stiff Stalk Synthetic
21	Лл0637	Mindszenpuszta
22	Лл0647	Lancaster
23	Лл0660	Lancaster
24	Лл0664	Iodent
25	Лл0667	Mindszenpuszta
26	Лл0668	Iodent
27	Лл0671	Lancaster
28	Лл0677	Mindszenpuszta
29	Лл0679	Iodent
30	Лл0681	Iodent
31	Лл0682	Stiff Stalk Synthetic
32	Лл0690	Stiff Stalk Synthetic
33	Лл0691	Iodent
34	Лл0693	Stiff Stalk Synthetic
35	Лл0694	Mindszenpuszta
36	Лл0696	Mindszenpuszta
37	Лл0701	Lancaster
38	Лл0706	Mindszenpuszta

окончание приложения 1		
39	Лл0710	Stiff Stalk Synthetic
40	Лл0713	Lancaster
41	Лл0718	Lancaster
42	Лл0720	Mindszenpuszta
43	Лл0726	Iodent
44	Лл0730	Stiff Stalk Synthetic
45	Лл0731	Stiff Stalk Synthetic

## Приложение 2

Оценка фенотипической стабильности гибридов кукурузы на основе экологической регрессии по признаку «урожайность зерна» (среднее по семи пунктам, 2016-2018 гг.)

Гибрид	$\bar{X}_i$	SS(RG)	SS(o)	S% (RG)	Отклонения от линии регрессии	Экорегрессия
Лл0693 x Лл0728	56,84	26,7	138	8,44	Сильные	Слабая
Лл0451 x Лл008	52,20	35,3	149,9	9,58	Сильные	Слабая
Лл0613 x Лл0610	45,05	43,5	402,1	18,17	Очень сильные	Очень слабая
Лл0613 x Лл0706	57,91	21,7	108,8	7,35	Средние	Средняя
Лл0610x Лл003	47,31	36,2	359,9	16,37	Очень сильные	Очень слабая
Лл0728 x Лл004	50,39	21,3	106,6	8,37	Сильные	Слабая
Лл0693 x Лл0724	52,07	20,8	387,5	15,43	Очень сильные	Очень слабая
Лл0728 x Лл008	61,77	12,4	540,9	15,37	Очень сильные	Очень слабая
Лл0479 x Лл0728	46,34	30,4	107,5	9,14	Сильные	Слабая
Лл0451 x Лл0717	41,98	37,3	112,6	10,32	Очень сильные	Очень слабая
Лл0479 x Лл0451	42,91	10,9	392,8	18,86	Очень сильные	Очень слабая
Лл0479 x Лл0613	48,85	16,0	328,4	15,15	Очень сильные	Очень слабая

окончание приложения 2						
Лл0706х Лл003	50,75	13,2	121,1	8,85	Сильные	Слабая
Лл0462 х Лл003	44,03	35,6	244,8	14,51	Очень сильные	Очень слабая
Лл0479 х Лл0610	45,13	23,1	26,0	4,62	Слабые	Сильная
Лл0720 х Лл0608	56,56	14,0	167,0	9,33	Сильные	Слабая
(Кр742мхЛл914) Лл0713	52,43	17,4	267,2	12,73	Очень сильные	Очень слабая
(Кр742мхЛл985) Лл0602	46,37	20,0	425,0	18,15	Очень сильные	Очень слабая
(Кр714мхЛл913) Лл0730	53,94	16,3	613,0	18,74	Очень сильные	Очень слабая
(Лл742мхЛл908) Лл0713	52,82	16,4	487,4	17,06	Очень сильные	Очень слабая
Кр194МВст	41,54	14,0	215,3	14,42	Очень сильные	Очень слабая

$\bar{X}_i$  – средняя урожайность зерна; SS(RG) -; SS(o) -; S% (RG) -

### Приложение 3

Оценка экологической пластичности гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна» (среднее по семи пунктам, 2016-2018 гг.)

Гибрид	B	bi	Sb	t
Краснодарский 194 МВ	0,85	0,82	0,14	1,24
Лл0693 х Лл0728	0,94	1,10	0,11	0,92
Лл0451 х Лл008	0,95	1,27	0,12	2,30
Лл0613 х Лл0610	0,90	1,42	0,19	2,16
Лл0613 х Лл0706	0,94	1,00	0,10	0,03
Лл0610х Лл003	0,89	1,30	0,18	1,67
Лл0728 х Лл004	0,94	1,00	0,10	0,02
Лл0693 х Лл0724	0,81	0,96	0,19	0,20
Лл0728 х Лл008	0,65	0,77	0,22	1,02
Лл0479 х Лл0728	0,96	1,19	0,10	1,88
Лл0451 х Лл0717	0,97	1,32	0,10	3,13
Лл0479 х Лл0451	0,68	0,71	0,19	1,53

окончание приложения 3				
Лл0479 х Лл0613	0,80	0,88	0,17	0,69
Лл0706х Лл003	0,90	0,79	0,11	2,00
Лл0462 х Лл003	0,92	1,28	0,15	1,84
Лл0479 х Лл0610	0,99	1,04	0,05	0,82
Лл0720 х Лл0608	0,87	0,81	0,12	1,56
(Кр742мхЛл914) Лл0713	0,69	0,60	0,16	2,57
(Кр742мхЛл985) Лл0602	0,80	0,98	0,20	0,10
(Кр714мхЛл913) Лл0730	0,68	0,88	0,24	0,50
(Лл742мхЛл908) Лл0713	0,73	0,88	0,21	0,56

B - коэффициент адекватности;  $b_i$  – коэффициент регрессии (пластичность);  
 $S_b$  - ошибка коэффициента регрессии; t - критерий значимости отклонения от

#### Приложение 4

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа топкроссов по признакам «урожайность» и «влажность», 1 блока (2016-2018 гг.)

Источник варьирования	df	SS	ms	Дисп.	Доли	$F_\phi$	$F_{05}$
Урожайность							
Общая	755,00	223140,38					
Повторений	2,00	29,62					
Фактор А (густоты)	2,00	139883,20	69941,60	280,86	0,63	8124,26	3,01
Фактор В (генотип)	83,00	47566,32	573,09	94,08	0,21	66,57	1,30
Взаимодействие АхВ (генотип х густоты)	166,00	31339,52	188,79	60,06	0,14	21,93	1,22
Остаток (ошибка)	502,00	4321,71	8,61	8,61	0,02		
Влажность							
Общая	791,00	32418,06					
Повторений	2,00	7,89					
Фактор А (густоты)	2,00	8024,25	4012,13	15,31	0,29	237,89	3,01
Фактор В (генотип)	83,0083,00	8418,31	96,76	13,32	0,25	5,74	1,29
Взаимодействие АхВ (генотип х густоты)	174,00	7096,24	40,78	7,97	0,15	2,42	1,22
Остаток (ошибка)	526,00	8871,37	16,87	16,87	0,32		

Приложение 5

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа топкроссов по признакам «урожайность» и «влажность», 2 блока (2016-2018 гг.)

Источник варьирования	df	SS	ms	Дисп.	Доли	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Урожайность							
Общая	458,00	133172,56	-	-	-	-	-
Повторений	2,00	44,92	-	-	-	-	-
Фактор А (густоты)	2,00	81906,63	40953,31	272,94	0,62	3404,33	3,03
Фактор В (генотип)	50,00	26645,08	532,90	86,81	0,20	44,30	1,39
Взаимодействие АхВ (генотип х густоты)	100,00	20918,88	209,19	65,72	0,15	17,39	1,30
Остаток (ошибка)	304,00	3657,05	12,03	12,03	0,03		
Влажность							
Общая	494,00	11967,95					
Повторений	2,00	60,02					
Фактор А (густоты)	2,00	3614,37	1807,19	11,14	0,31	805,99	3,02
Фактор В (генотип)	50,00	5813,06	107,65	17,57	0,49	48,01	1,38
Взаимодействие АхВ (генотип х густоты)	108,00	1745,06	16,16	4,64	0,13	7,21	1,28
Остаток (ошибка)	328,00	735,44	2,24	2,24	0,06	-	-

Приложение 6

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа топкроссов по признакам «урожайность» и «влажность», 3 блока (2016-2018 гг.)

Источник варьирования	df	SS	ms	Дисп.	Доли	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Урожайность							
Общая	449,00	136509,19					
Повторений	2,00	11,90					
Фактор А (густоты)	2,00	49410,94	24705,47	167,98	0,37	2077,68	3,03
Фактор В (генотип)	49,00	56044,52	1143,77	188,65	0,41	96,19	1,40
Взаимодействие АхВ (генотип х густоты)	98,00	27498,34	280,60	89,57	0,20	23,60	1,30
Остаток (ошибка)	298,00	3543,49	11,89	11,89	0,03		
Влажность							
Общая	467,00	11622,50					
Повторений	2,00	0,38					
Фактор А (густоты)	2,00	4172,69	2086,34	13,63	0,36	1740,75	3,02
Фактор В (генотип)	49,00	4502,07	88,28	14,51	0,39	73,65	1,39
Взаимодействие АхВ (генотип х густоты)	102,00	2575,81	25,25	8,02	0,21	21,07	1,29
Остаток (ошибка)	310,00	371,55	1,20	1,20	0,03		

Данные хозяйственно-ценных признаков новых раннеспелых самоопыленных линий кукурузы (НЦЗ им П. П. Лукьяненко 2017-2018 гг.)

Название линии	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Количество во рядов зерен, шт	Количество во зерен в ряду, шт	Масса початка, г	Масса зерна с початка, г	Выход зерна, %
Лл002	14,5	3,2	12,5	24,0	57,8	40,9	64,8
Лл004	13,8	3,5	13,0	23,2	62,7	42,9	80,7
Лл008	14,8	3,7	15,0	26,0	84,1	55,0	69,4
Лл0159	13,8	3,6	14,0	29,5	94,6	62,0	80,3
Лл0600	15,4	3,4	11,5	27,7	69,5	48,6	76,6
Лл0601	14,6	3,7	15,0	26,5	89,7	58,1	82,4
Лл0602	13,9	3,5	18,0	25,7	71,8	48,7	64,0
Лл0603	14,6	3,3	14,5	27,0	71,0	49,0	79,8
Лл0604	14,4	3,5	13,5	24,2	58,3	41,2	82,8
Лл0608	14,4	3,2	13,0	29,5	112,0	70,7	79,0
Лл0610	14,0	3,4	13,5	24,7	86,2	55,5	84,6
Лл0614	14,2	3,9	14,5	25,5	76,2	50,8	74,0
Лл0619	14,2	3,6	15,5	29,5	102,3	65,9	83,3
Лл0622	17,3	3,5	15,5	26,0	63,2	44,6	63,8
Лл0627	15,7	3,0	12,5	29,0	73,2	51,1	85,3
Лл0630	12,9	3,1	15,5	26,7	71,0	48,8	72,3
Лл0631	13,4	3,5	16,5	26,5	83,2	54,8	79,9
Лл0633	15,3	3,5	16,5	27,7	88,3	58,0	78,3
Лл0634	17,3	3,7	17,5	26,5	91,1	58,8	84,8
Лл0635	13,8	3,2	12,0	26,5	60,0	43,2	77,2
Лл0637	14,8	3,5	13,0	26,0	92,7	59,3	77,6
Лл0647	14,3	3,5	17,0	31,0	80,0	55,5	72,1
Лл0660	15,6	3,6	12,5	28,7	88,3	58,5	79,1
Лл0664	14,0	3,4	13,5	27,0	79,9	53,1	76,5
Лл0667	14,7	3,8	15,5	25,5	76,1	50,8	73,4
Лл0668	17,8	3,7	16,0	26,7	113,1	69,9	76,8
Лл0671	15,3	3,5	13,5	35,2	89,0	62,1	78,4
Лл0677	14,7	3,5	14,5	28,5	84,2	56,3	83,4
Лл0679	12,2	3,7	16,5	25,5	56,8	41,1	61,9
Лл0681	15,3	3,8	16,5	30,5	113,0	72,0	92,0
Лл0682	14,8	3,7	13,5	24,2	74,7	49,5	58,1
Лл0690	12,7	3,5	12,5	24,0	78,7	51,3	80,4
Лл0691	14,5	3,3	14,5	29,7	73,7	51,7	79,7
Лл0693	16,5	3,3	12,0	35,0	112,9	73,9	84,3
Лл0694	16,2	3,2	12,0	31,0	81,5	56,2	75,2
Лл0696	13,2	3,4	12,5	25,0	52,9	38,9	82,3
Лл0701	15,8	3,5	15,0	33,7	101,5	67,6	82,5
Лл0706	14,7	3,5	12,0	27,5	83,4	55,4	86,8

окончание приложения 7							
Лл0710	14,8	3,1	14,0	26,7	67,6	47,2	77,3
Лл0713	14,1	3,4	12,5	27,7	75,4	51,5	83,9
Лл0718	13,4	3,2	13,5	26,2	66,8	46,5	83,2
Лл0720	14,5	3,4	14,0	25,5	70,8	48,1	78,1
Лл0726	14,1	3,2	15,5	28,0	61,6	44,8	72,1
Лл0730	14,5	3,4	12,5	28,2	75,8	52,0	79,0
Лл0731	14,8	3,5	15,0	31,0	103,0	67,0	74,4

## Приложение 8

Данные хозяйственно-ценных признаков гибридов кукурузы от ДС (НЦЗ им П. П. Лукьяненко 2017-2018 гг.)

Название гибрида	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Количество рядов зерен, шт	Количество зерен в ряду, шт	Масса початка, г	Масса зерна с початка, г	Масса 1000 зерен, г
Лл0479хЛл0706	20,8	4,2	16,0	42,5	176,2	151,8	256,5
Лл0479хЛл008	20,5	4,3	14,0	34,0	161,8	126,1	272,2
Лл0479хЛл0693	20,0	4,4	17,0	38,0	165,8	129,7	229,0
Лл0479хЛл0728	22,2	4,7	17,0	42,5	203,9	173,8	261,9
Лл0479хЛл0451	17,9	4,4	17,0	34,5	150,6	120,2	222,3
Лл0479хЛл0462	20,2	4,3	15,0	38,5	182,8	149,0	277,2
Лл0479хЛл0610	21,9	4,1	15,0	42,0	176,6	140,1	243,7
Лл0479хЛл003	20,5	4,9	15,0	39,0	208,6	166,0	306,2
Лл0479хЛл004	16,6	4,5	16,0	32,0	116,7	88,3	199,4
Лл0479хЛл0613	20,5	4,7	17,0	36,0	191,1	155,2	275,4
Лл0479хЛл0724	18,6	4,4	15,0	32,5	133,0	108,5	244,0
Лл0706хЛл0724	19,6	4,3	13,0	37,5	160,5	134,9	297,2
Лл0706хЛл0462	18,9	4,2	16,0	38,5	160,4	138,2	244,9
Лл0706хЛл0610	18,6	4,3	16,0	34,0	152,2	126,7	255,3
Лл0706хЛл004	19,3	4,0	16,0	32,5	142,9	121,2	256,6
Лл0706хЛл003	19,9	4,3	16,0	40,0	173,3	145,0	242,8
Лл0717хЛл0479	18,3	4,0	17,0	32,0	123,3	97,1	192,6
Лл0717хЛл0706	16,3	3,8	15,0	36,5	118,6	101,0	206,6
Лл0717хЛл008	22,1	4,2	18,0	36,5	158,5	125,5	214,1
Лл0717хЛл0613	17,1	4,2	21,0	32,0	130,6	108,7	184,1
Лл0717хЛл0693	20,4	4,2	15,0	43,0	166,6	135,2	232,2
Лл0717хЛл0728	20,4	4,1	15,0	39,5	150,3	129,1	242,2
Лл0717хЛл004	19,5	3,9	14,0	36,5	138,5	116,6	249,9
Лл008хЛл0706	20,7	4,0	15,0	35,0	147,8	118,0	240,6
Лл008хЛл004	19,3	3,7	12,0	30,5	94,2	72,4	217,8
Лл0613хЛл0706	19,8	4,4	17,0	38,0	191,2	159,8	265,0
Лл0613хЛл0693	19,4	4,6	17,0	40,0	176,3	139,6	227,4
Лл0613хЛл0728	21,1	4,6	15,0	34,0	159,7	129,4	277,5



окончание приложения 8							
Лл0613хЛл0724	20,9	4,5	16,0	44,5	223,4	178,8	274,2
Лл0613хЛл0462	19,8	4,6	17,0	36,5	169,0	138,6	244,0
Лл0613хЛл0610	19,7	4,4	16,0	37,5	166,5	137,9	255,7
Лл0613хЛл003	17,6	4,4	17,0	31,5	136,6	105,2	220,9
Лл0613хЛл004	18,3	4,3	15,0	32,5	131,0	106,4	240,4
Лл0613хЛл008	20,5	4,6	17,0	33,5	164,9	129,7	248,5
Лл0613хЛл0451	19,2	4,5	19,0	36,0	183,3	155,4	245,7
Лл0693хЛл0706	20,8	4,0	14,0	38,0	137,9	111,3	235,6
Лл0693хЛл0728	21,8	4,4	16,0	20,2	184,2	153,1	244,5
Лл0693хЛл0724	20,2	4,8	16,0	38,0	176,5	141,6	252,7
Лл0693хЛл0610	21,4	4,2	17,0	41,5	152,9	119,5	191,1
Лл0693хЛл003	20,5	4,4	16,0	37,0	166,0	124,9	231,9
Лл0693хЛл004	17,4	3,7	13,0	31,5	96,0	72,9	200,7
Лл0693хЛл008	19,7	3,9	14,0	38,5	136,7	107,3	222,4
Лл0728хЛл0706	19,8	4,0	14,0	36,0	144,3	123,3	264,5
Лл0728хЛл003	21,1	4,4	14,0	42,0	180,9	143,5	264,8
Лл0728хЛл004	21,9	4,4	16,0	39,5	181,7	153,2	262,4
Лл0728хЛл008	24,4	4,2	13,0	36,0	159,9	128,5	295,6
Лл0451хЛл0706	19,6	4,0	15,0	41,0	155,9	129,5	241,7
Лл0451хЛл0717	16,9	3,6	15,0	36,5	130,1	111,0	224,0
Лл0451хЛл0693	19,6	4,3	16,0	41,5	153,5	127,8	211,0
Лл0451хЛл0728	19,7	4,2	13,0	38,0	164,5	136,4	297,6
Лл0451хЛл0724	17,3	4,2	14,0	34,0	135,5	112,8	257,7
Лл0451хЛл0462	18,7	4,1	16,0	42,0	165,4	140,8	230,8
Лл0451хЛл003	16,7	3,9	16,0	32,0	119,8	100,2	213,9
Лл0451хЛл004	16,5	4,0	15,0	30,0	96,9	77,1	182,3
Лл0451хЛл008	20,5	4,8	15,0	38,5	177,6	146,2	271,3
Лл0724хЛл0717	21,1	4,4	13,0	40,0	178,8	145,7	302,6
Лл0724хЛл0728	21,0	4,4	13,0	37,5	150,8	124,8	278,1
Лл0724хЛл004	21,4	4,7	16,0	38,0	190,0	152,3	278,5
Лл0724хЛл008	22,8	4,5	12,0	37,0	185,0	141,5	338,4
Лл0462хЛл0717	19,8	4,2	16,0	38,5	159,9	134,3	236,1
Лл0462хЛл0693	17,6	4,2	16,0	36,5	124,1	117,8	221,5
Лл0462хЛл0728	21,4	4,3	14,0	35,5	148,0	125,2	271,1
Лл0462хЛл0724	19,1	4,4	14,0	35,0	164,3	133,7	293,3
Лл0462хЛл003	18,2	4,2	16,0	32,5	141,1	111,7	226,5
Лл0462хЛл004	16,3	3,7	14,0	29,5	119,9	95,1	248,7
Лл0462хЛл008	18,0	4,1	14,0	28,0	114,0	92,7	253,5
Лл0610хЛл0717	18,8	4,0	19,0	38,0	150,0	123,7	191,9
Лл0610хЛл0728	22,3	4,1	14,0	43,0	188,3	156,5	280,4
Лл0610хЛл0451	18,9	4,1	16,0	36,0	130,0	106,3	208,0
Лл0610хЛл0724	20,9	4,3	15,0	36,0	163,8	129,6	265,0
Лл0610хЛл0462	19,0	4,2	16,0	34,5	146,7	120,4	242,0

окончание приложения 8							
Лл0610хЛл004	20,3	4,1	15,0	35,5	138,4	113,1	233,6
Лл0610хЛл008	19,3	3,8	18,0	35,0	125,3	101,8	185,1
Лл0610хЛл003	18,6	4,3	14,0	39,0	153,0	122,6	234,4
Лл003хЛл0717	17,4	4,0	17,0	37,0	149,3	122,2	223,0
Лл003хЛл004	19,1	4,1	15,0	34,5	137,7	106,0	222,1
Лл003хЛл0724	17,1	4,2	15,0	35,5	156,5	123,7	256,1
Лл003хЛл008	18,5	4,3	18,0	36,0	164,7	134,5	229,5