

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

На правах рукописи

НОВИЧИХИН АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ

**ОЦЕНКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ И
ПОЛУЧЕНИЕ НА ИХ ОСНОВЕ ВЫСОКОГЕТЕРОЗИСНЫХ
РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ**

Специальность: 4.1.2. – селекция, семеноводство
и биотехнология растений

Диссертация

на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

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

Краснодар, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОЦЕНКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ И ПОЛУЧЕНИЕ НА ИХ ОСНОВЕ ВЫСОКОГЕТЕРОЗИСНЫХ РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	9
1.1 Происхождение и описание.....	9
1.2 Селекция кукурузы.....	13
1.2.1 Инбредная селекция.....	14
1.2.2 Селекция на гетерозис.....	20
1.2.3 Селекция на раннеспелость.....	23
1.2.4 Селекция на быструю отдачу влаги зерном при созревании.....	28
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	31
2.1. Почвенно-климатическая характеристика условий проведения исследований	31
2.2. Исходный материал и методика проведения исследований.....	37
ГЛАВА 3. ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ.....	41
3.1. Классификация новых самоопыленных линий кукурузы посредством кластерного анализа.....	41
3.2. Основные селекционные признаки новых самоопыленных линий.....	47
3.2.1. Вегетационный период.....	47
3.2.2. Урожайность зерна	52
3.2.3. Высота растений.....	57
3.2.4. Высота прикрепления початка.....	61
3.3. Морфо-биологическая характеристика початка.....	65
3.4. Корреляционный анализ количественных признаков, элементов структуры урожайности у новых самоопыленных линий кукурузы.....	71

3.5. Динамика влагоотдачи зерном при созревании.....	76
ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ, ПОЛУЧЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕСТИРОВАНИЯ НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ.....	81
4.1. Анализ общей комбинационной способности новых самоопыленных линий по урожайности зерна.....	82
4.2. Анализ специфической комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы по урожайности зерна.....	88
4.3. Комбинационная способность по уборочной влажности зерна.....	92
4.4. Характеристика основных хозяйственно-ценных признаков новых тесткроссов.....	96
4.4.1. Оценка урожайности зерна тесткроссов.....	96
4.4.2. Уборочная влажность зерна тесткроссов.....	103
4.5. Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы.....	107
ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ СОРТОИСПЫТАНИЙ ПРОСТЫХ ГИБРИДОВ ПОЛУЧЕННЫХ В ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ.....	116
5.1. Оценка эффектов специфической комбинационной способности простых гибридов в системе диаллельных скрещиваний.....	116
5.2. Характеристика основных селекционных признаков выделившихся простых гибридов.....	121
5.3. Корреляционный анализ селекционно-ценных признаков у самоопыленных линий и гибридов кукурузы.....	127
5.4. Оценка экономической эффективности внедрения новых гибридов в производство.....	130
ВЫВОДЫ.....	134
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ.....	136
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	137
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	159

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В настоящее время кукуруза является одной из важнейших мировых хозяйственных культур. Так, она входит в пятерку лидеров по энергетическим запасам среди сельскохозяйственных растений и занимает одно из первых мест по валовому сбору зерна и приросту посевных площадей. Благодаря полезным свойствам спрос на зерно кукурузы сохраняет стабильно возрастающий рост. Одной из ключевых особенностей кукурузы является ее широкая разносторонность применения: используется как пищевой продукт, как корм для сельскохозяйственных животных, в перерабатывающей промышленности, как источник для производства биоэтанола и биогаза и т.д. Помимо этого кукуруза относится к растениям, практически не дающим отходов.

В Российской Федерации за последние десятилетия валовые сборы зерна (с 4 млн. тонн в 2009 году – до 14,2 млн. тонн в 2019 году) и посевные площади кукурузы так же стремительно растут (с 1361,6 тыс. га в 2009 году – до 2585,9 тыс. га в 2019 году) [119].

Одним из основных поставщиком зерна кукурузы является Краснодарский край, благодаря своим благоприятным климатическим и природным условиям.

Однако, в последние годы на юге Российской Федерации климатические условия резко изменились в неблагоприятную сторону для выращивания кукурузы. Так, максимальные температуры в основные биологические фазы развития кукурузы стали значительно выше на фоне снижения количества осадков и общей влажности воздуха. Данное обстоятельство требует внедрение в производство раннеспелых гибридов, биологические фазы которых приходятся на более оптимальные погодные условия.

Более того, 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.

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: Провести сравнительное изучение и оценку нового исходного материала для селекции раннеспелых гибридов кукурузы с потенциально высокой урожайностью и низкой уборочной влажностью зерна.

Основные задачи исследований:

1. С участием новых самоопыленных линий провести гибридизацию в системе топкроссных и диаллельных скрещиваний, и по результатам испытания полученных гибридов определить их ОКС и СКС;
2. Выявить биометрические характеристики новых линий и полученных тесткроссов;
3. Методом кластерного анализа провести идентификацию линий на их принадлежность к гетерозисной группе зародышевой плазмы;
4. Оценить экологическую пластичность и стабильность выделившихся гибридов кукурузы;
5. Установить корреляционные связи между урожайностью зерна и основными хозяйственно ценными признаками у полученных гибридов;
6. Изучить динамику снижения уборочной влажности зерна выделившихся линий кукурузы при созревании;
7. Определить экономическую эффективность полученных новых гибридов кукурузы при выращивании в различных зонах.

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. Созданные с участием

диссертанта гибриды кукурузы Ладожский 202 и Ладожский 251 с 2022 г. внесены в госреестр Российской Федерации, а также гибриды ЛД 2003 и ЛД 5888 с 2021 проходят государственное испытание.

Практическая значимость результатов исследований. В процессе анализа большого объема нового исходного материала были выделены новые инбредные линии, обладающие высокими показателями урожайности зерна и пониженной уборочной влажности, отличающиеся высокой комбинационной способностью и, обладающие большим потенциалом к созданию на их основе высокогетерозисных гибридов. Лучшие из исследованных линий переданы в рабочую коллекцию отдела.

Весь набор новых инбредных линий был включен в систему топкроссных скрещиваний, получены новые раннеспелые высокоурожайные трехлинейные гибриды, часть из которых проходила экологическое сортоиспытание в разных климатических зонах. Выделившиеся по комбинационной способности линии были испытаны в диаллельных скрещиваниях для оценки специфической комбинационной способности.

Личный вклад автора. Диссертантом проведены разработки селекционных программ, планирование исследований и непосредственное участие в их проведении, сбор аналитических данных в полевых условиях и их последующая статистическая обработка, публикация научных статей, написание диссертационной работы и автореферата.

Методология и методы исследования. Диссертационная работа выполнена с применением лабораторных и полевых методов. Опыты по оценке и исследованию новых линий и гибридов кукурузы были проведены по методике полевых опытов, принятых во ВНИИ кукурузы [87], с учетом принятой для данной зоны технологии возделывания с использованием методических указаний по изучению и поддержанию образцов коллекции сельскохозяйственных культур. Полученные данные проходили статистическую обработку 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 диссертации, выносимые на защиту:

1. Новый исходный материал линии кукурузы и его биометрические и генетические характеристики для селекции высокоурожайных гибридов;
2. Характеристика новых инбредных линий в системе топкроссных скрещиваний по основным селекционным показателям;
3. Показатели общей и специфической комбинационной способности исходного материала по основным селекционным признакам;
4. Результаты испытаний экологической пластичности и стабильности новых тесткроссов по норме реакции признака урожайности зерна на изменение условий выращивания;
5. Экономическая эффективность производства новых гибридов.

Степень достоверности. Соискателем выполнен большой объем исследовательских работ по скрещиванию линий на селекционном участке с целью получения новых гибридов кукурузы, а также проведены работы по сортоиспытанию полученных гибридов на опытном поле НЦЗ. Все выполненные работы были проведены с использованием современных методов. Большой объем цифровых данных подтверждает достоверность полученных результатов. С целью обработки полученных данных соискателем были проведены различные статистические анализы с применением компьютерных программ. Полученные результаты имеют высокую статистическую достоверность. По результатам проведенных исследований приведены корректные выводы и рекомендации для практики.

Апробация работы и публикация результатов. 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: Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых (г. Краснодар, КубГАУ, 2015 и 2016 гг.);

Международная научно-практическая конференция (Персиановский ДонГАУ, 2018 г.); Международная научно-практическая конференция (г. Краснодар, ВНИИ риса, 2018 г);

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 11 научных статьях, в том числе 2 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 177 страницах, выполнена в компьютерном наборе и состоит из введения, пяти глав, заключения, предложений для селекции, списка использованной литературы и приложений.

Экспериментальные данные приведены в 66 таблицах, 27 рисунках и 11 приложениях. Список использованной литературы содержит 231 источников, в том числе - 58 иностранных.

ГЛАВА 1. ОЦЕНКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ И ПОЛУЧЕНИЕ НА ИХ ОСНОВЕ ВЫСОКОГЕТЕРОЗИСНЫХ РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ (Обзор литературы)

1.1 Происхождение и описание

Кукуруза, как одна из важнейших сельскохозяйственных культур в мире. Она занимает первое место в мире по валовым сборам зерна и третье место по посевным площадям, после пшеницы и риса.

Самые ранние записи в истории кукурузы известны только после открытия Америки. По-видимому, первое письменное упоминание об этом растении датируется 5 ноября 1492 года. В этот день два испанца, посланные Колумбом во внутренние районы Кубы, возвратились с сообщением о «сорте зерна, именуемом маис, которое имеет приятный вкус при обжарке, высушивании и идущем для изготовления муки». В Америке, когда она была открыта Колумбом, выращивалась зубовидная, крахмалистая, сахарная, кремнистая и лопающаяся кукуруза. Позже эта культура распространилась по всему миру [193, 194].

Родственные кукурузе растения были рассмотрены Jenkins M.T. [200], Мангельсдорф П. К. [207, 171, 155]. Кукуруза - это травянистое растение, принадлежащее к большому и важному семейству злаковых. Она принадлежит к трибусу *Maydeae*, которое включает восемь родов. Пять из них имеют восточное происхождение и не представляют особой сельскохозяйственной ценности *Coix*, *Schlerachne*, *Poly-toca*, *Chlnonachne*, *Trilobachne*. Территория произрастания этих родов простирается от Индии и Бирмы через Ост-Индию до Австралии. Самый распространенный род в этой группе - *Coix*. Три американских рода: *Zea* - имеющий наибольшую сельскохозяйственную значимость; *Tripsacum*, имеющий некоторую ценность как кормовая культура, но не как зерновая; *Euchlaena* (теосинте), который, по всей видимости, является ближайшим диким родственником кукурузы. Род *Zea* представлен единственным видом *Zea mays* - кукурузой. Его сельскохозяйственные группы: зубовидная, лопающаяся, мучнистая, кремнистая, сахарная и восковидная кукуруза [196, 156]. Каждая

группа может быть значительно модифицирована путем селекции. *Tripsacum* встречается в районах от Мексики до Бразилии, а также в восточной и западной частях Соединенных Штатов. Диплоидная форма трипсакума содержит 18 пар хромосом, а тетраплоидная форма - 36 пар. Это растение, вероятно, никогда не использовалось в пищу индейцами, но оно имеет некоторую ценность как кормовая культура. *Euchlaena*, или теосинте, встречается в Мексике и Гватемале. Однолетняя форма, как и кукуруза, имеет 10 пар хромосом и является наиболее распространенной [216, 217, 218]. Многолетнее теосинте имеет 20 пар хромосом и встречается в немногочисленных районах Мексики. Однолетняя форма теосинте используется как кормовое растение. Wilkes H. G. [230] указал, что теосинте и *Tripsacum* имеют большое значение для понимания эволюции при окультуривании кукурузы, самого важного пищевого растения в Новом Свете. *Tripsacum* можно скрещивать с кукурузой в экспериментальных условиях, а теосинте скрещивается с ней и в естественных условиях. Wilkes H. G. считает, что большую часть гибридной силы кукурузы можно отнести к интрогрессивной гибридизации с теосинте. Он выразил беспокойство по поводу генетической эрозии теосинте [187, 188, 229].

Ближайший родственник кукурузы - теосинте, становится все более важным для современного понимания происхождения и эволюции одомашнивания кукурузы. В настоящее время теосинте постепенно исчезает из районов, где он скрещивался с кукурузой на протяжении двух тысячелетий. Важность исчезновения этих естественных популяций теосинте очень высока как с точки зрения потери зародышевой плазмы, так и с точки зрения будущей интрогрессии, поскольку это предотвратит внедрение посторонней зародышевой плазмы в местные сорта (расы) кукурузы, производство которых сильно зависит от гибридной силы. Теосинте ($2n = 20$) - очень изменчивое дикорастущее растение в Мексике и Центральной Америке, легко скрещиваемое с кукурузой ($2n = 20$). Теосинте и кукуруза - это перекрестно и ветроопыляемые растения. Гибриды F_1 теосинте с кукурузой являются мощными и плодовитыми и, по крайней мере 17 из 25 мексиканских рас кукурузы, показали последовательную интрогрессию

теосинте в результате возвратного скрещивания с кукурузой. Wilkes H.G. [230] также отметил, что кукуруза и теосинте очень похожи по внешнему виду. Цветки тычинок почти идентичны и собраны в метелки, а пестиковые цветки прикрыты оболочкой и расположены в пазухах листьев. Наиболее надежным показателем различия этих двух видов является женское соцветие: двухрядный колос у теосинте и многорядный початок у кукурузы. Теосинте также отличается от кукурузы тем, что его семена распространяются как отдельные осевые сегменты распадающегося колоса. Способность к распространению семян, отсутствующая у кукурузы, характеризует теосинте как дикорастущее растение [228].

Общепринято, кукурузу делят на семь групп, отличающихся по структуре эндосперма, и включают зубовидную, кремнистую, сахарную, крахмалистую, лопающуюся, восковидную и пленчатую кукурузу. Данная классификация является искусственной, и не указывает на естественные связи.

Зубовидная кукуруза наиболее широко распространена в США. Отличительным признаком данной группы является небольшое углубление на верхушке эндосперма в виде «конского зуба». Роговидный крахмал расположен в боковых сторонах семени, мягкий крахмал – в верхней части. Характерные зубцы возникают в результате быстрого высыхания и сжатия мягкого крахмала в зерне. Зубовидная кукуруза из кукурузного пояса Соединенных Штатов происходит из смеси разновидностей северных кремнистых сортов и южных зубовидных форм кукурузы [175, 176].

Кремнистая форма кукурузы относительно широко распространена в Европе, Азии, Центральной Америке и Южной Америке. В доисторические и колониальные времена она выращивалась в Соединенных Штатах более широко, чем сегодня. В целом зерна кремнистой кукурузы твердые и гладкие и содержат мало мягкого крахмала. Однако соотношение количества мягкого и роговидного крахмала у разных сортов неодинаково. В зонах с умеренным климатом кремнистая кукуруза созревает раньше, лучше прорастает, дает более продуктивные растения и имеет больше побегов, чем зубовидная кукуруза. Колумб и его последователи высадились в странах, где широко выращивали

кремнистую кукурузу. В связи с чем можно сделать вывод, что первой формой кукурузы, которую увидели европейцы, вероятно, была кремнистая [178, 179, 180, 181].

Зерна незрелой сахарной кукурузы полупрозрачные и роговидные, а зрелые - морщинистые. Сахарная кукуруза выращивается в основном в США. Она отличается от зубовидной кукурузы только одним рецессивным геном (*su*), который предотвращает преобразование части сахара в крахмал. В настоящее время в южной части США выращивается большое количество сахарной кукурузы несмотря на то, что ранее она выращивалась лишь в северных районах [227, 228].

Крахмалистая кукуруза выращивалась в засушливых районах Соединенных Штатов, а также в Андах, в Южной Америке. Данный тип кукурузы является одной из древнейших форм кукурузы, выращивалась еще древними ацтеками и инками. Ее зерна по большей части состоят из мягкого крахмала и использовалась коренным населением для приготовления муки [189, 190].

Лопашая кукуруза является подвидом кремнистой, а ее эндосперм содержит лишь небольшое количество мягкого крахмала. По сравнению с зубовидной, площадь под лопающейся кукурузой относительно мала. В Соединенных Штатах лопающейся кукурузой засеяно примерно 0,1% от общей площади. Эта культура в основном используется в пищу людьми в виде «взорванных» воздушных зерен и является основой для приготовления сладостей из воздушной кукурузы. Способность лопаться связана с роговидным эндоспермом, в котором зерна крахмала покрыты плотным эластичным коллоидным материалом, который ограничивает давление водяного пара до достижения в процессе нагревания достаточной силы, чтобы произошел «взрыв».

Восковидная кукуруза получила свое название из-за воскообразного вида зерен. Первоначальным источником гена восковидности был Китай, но мутации восковидности уже наблюдались и в американских линиях зубовидной кукурузы. Гибриды восковидной кукурузы, созданные в Соединенных Штатах, в настоящее

время занимают небольшие промышленные районы для производства особого типа крахмала [172].

Пленчатая кукуруза - это необычный тип кукурузы, в котором каждое зерно обернуто пленкой. Початок также покрыт листовой пленкой, как и у других подвидов кукурузы. Пленчатая кукуруза в промышленных масштабах не выращивается, но она представляет значительный интерес для изучения происхождения кукурузы [169].

Мировое производство кукурузы в настоящее время превышает 1 миллиард тонн. В период с 1993 по 2013 гг. мировое производство кукурузы увеличилось примерно на 530 млн. тонн, что составляет 100% прирост мировых запасов. Более 50% всех посевных площадей кукурузы в мире расположено в Латинской Америке, Африке, а также в Южной и Юго-Западной Азии [212].

1.2 Селекция кукурузы

Повышение урожайности зерна остается одной из наиболее важных задач в селекции кукурузы. Современные гибриды превосходят по урожаю сорта свободного опыления примерно на 60—80%. Это следует считать в большей степени результатом эффекта гетерозиса [54, 55, 153, 67].

Современные гибриды отличаются хорошим качеством и вполне удовлетворительны по многим хозяйственным признакам. Однако, широкое внедрение гибридов кукурузы в производство и отбор линий на комбинационную способность постоянно уменьшает генетическое разнообразие используемых линий, что часто сопровождается возрастанием уязвимости вида. По оценке специалистов, лишь 3 – 8% огромного разнообразия признаков и свойств от всего генофонда кукурузы затронуто современным селекционным процессом [9, 10, 139]. Нет сомнения, что взято самое лучшее, однако, в оставшихся 96 % найдется что-нибудь, способное привлечь селекционеров.

Большинство современных гибридов, возделываемых в кукурузном поясе США получено из таких сортов как Желтая зубовидная Рейде, Круг, Остерлэнд, Голден Глоу, Миннесота 13, и т. д. Другими словами, первоначальной их основой

был материал, районированный в кукурузном поясе. В наши дни в современные гибриды включены многие хозяйственно-ценные признаки, обнаруженные в этих сортах [192].

Основная задача селекции современных гибридов направлена на повышение урожайности зерна, которая осуществляется путем отбора по отдельным признакам, влияющим на формирование урожая, таких как длина початка, количество зерен в ряду, масса зерна и т.д. Один путь получения более урожайных растений заключается в нахождении возможности увеличить число зерен в початке, сохраняя при этом массу зерна. Другой — это сохранение имеющегося в числа зерен в початке и увеличение их массы. Но основным положением в селекции было создание материала, обладающего всеми основными признаками [23, 41, 43].

1.2.1 Инбредная селекция

Селекционная работа по улучшению и созданию новых сортов открытого опыления началась в конце 1800-х начале 1900-х годов, до того, как началось развитие инбредных линий. Эти работы включали гибридизацию сортов, массовый отбор и селекцию по индивидуальным признакам. Но несмотря на то, что некоторые сорта давали большее количество родительских форм, массового распространения эти работы не получили [208, 209, 210].

Инбредная селекция кукурузы начала быстрое развитие после окончания Второй мировой войны. Кукуруза оказалась весьма гибкой культурой, поддающейся отбору, в связи с чем был достигнут прогресс в создании сортов, адаптированных к условиям в областях, где ранее кукуруза вообще не выращивалась, либо давала очень низкие урожаи. Прекрасным примером является колоссальная экспансия в некоторые европейские страны, ставшая возможной благодаря отбору более ранних, лучше адаптированных сортов, которые стало возможным успешно выращивать в районах, где это нельзя было сделать 40 лет назад [224].

Некоторые инбредные разработки и оценки исходного материала проводились в нескольких европейских странах до 1940 г., а после 1945 г. такие программы были значительно расширены. В первый период этого расширения оценивались материалы из США, а также использовались некоторые гибриды США. Впоследствии были разработаны европейские и американские гибридные комбинации линий, которые помогли значительно расширить площади выращивания кукурузы и были способны давать более высокие урожаи [154, 152]. Европейские линии обладали устойчивостью к пониженной температуре и были адаптированы к более ранним срокам созревания, а линии из США имели повышенную урожайность и устойчивость к болезням. Эти комбинации позволили распространить гибриды кукурузы по большой территории Центральной Европы. Во Франции, например, посевные площади увеличились более чем в пять раз с довоенного периода (до Второй мировой войны). И сейчас Франция является одним из ведущих производителей кукурузы в Европе. Таким образом, кукуруза стала самой важной кормовой культурой в южной и центральной Европе, а также занимает второе место после пшеницы по общему объему производства среди зерновых культур в мире [183].

Инбредная селекция — это наиболее широко используемый метод создания чистых линий используемых в качестве родительских форм для получения высокопродуктивных гибридов. Популяции, методы отбора и признаки, по которым ведется отбор, менялись со временем, но основные принципы селекции чистых линий используются в настоящее время. Первоначально линейная селекция велась на местных сортах открытого опыления, которые были адаптированы к местным условиям. Наиболее ценные инбредные линии (например, L317, L289, 1205, Os420, WF9 и т. д.) были выведены из местных сортов, но вскоре стало очевидно, что линии, полученные из одних и тех же сортов, имеют низкую продуктивность. Логическим продолжением было скрещивание пар ценных инбредных линий, дополняющих друг друга по признакам, получение поколения F_2 и отбор родительских форм из этих популяций [11, 49, 75, 98].

Инбридинг – близкородственное скрещивание, разлагает популяцию на множество индивидуальных, отличных друг от друга линий, гомозиготных по большинству аллелей [123].

Вообще же инбридинг определяется как любая система скрещивания, приводящая к повышению уровня гомозиготности. Обычно перекрестноопыляющиеся культуры, не являющиеся самостерильными, могут быть инбредированы путем принудительного самоопыления, которое обеспечивает наиболее быстрое достижение гомозиготности [128].

Опыты по инбридингу кукурузы, начатые независимо Истом и Шеллом в начале XX века и продолженные многими другими исследователями, позволили получить огромное количество информации об инбридинге у этой культуры [11].

Для характеристики степени инбридинга служит коэффициент инбридинга (F). Величина F позволяет определить вероятность того, что две аллели любого гена данной особи идентичны по происхождению, т.е. были получены от общего предка.

$$F = (0,5)^n, \quad (1)$$

где n – число особей в линии родословной, идущей от инбредного потомка к общему предку и обратно [122].

В первых поколениях после начала инбридинга появляется много вредных качественных признаков. Наиболее часто наблюдаются растения, страдающие недостаточностью хлорофилла. Нехватка хлорофилла может касаться как маленькой области листа, так и всего растения. К числу других признаков, встречающихся при инбридинге, относятся дефекты эндосперма, образование семян в метелке и уязвимость к таким болезням, как головня, ржавчина, гельминтоспориоз. Следует отметить, что некоторые из этих признаков полезны, причем большинство, если не все из названных, были уже известны селекционерам кукурузы. Инбридинг лишь увеличил их частоту [112].

Вторым результатом инбридинга является развитие однородных линий в результате повышения уровня гомозиготности. У кукурузы это выражается в

появлении линий, однородных по таким признакам, как высота растений, сроки выбрасывания пыльников при цветении и внешний вид початка [84].

Третьей особенностью инбридинга, наиболее существенной для селекционера, является уменьшение жизнеспособности и сопутствующее снижение продуктивности растений. Это снижение жизнеспособности и урожайности происходит параллельно с уменьшением высоты растений, длины початка и изменением других подобных признаков, но урожайность при инбридинге продолжает падать и тогда, когда не наблюдается дальнейшего уменьшения размеров растения. Д.Р. Джонс параллельно изучал высоту растений и урожайность в трех инбредных линиях кукурузы в течение 30 поколений инбридинга. Измерения проводились с пятилетними интервалами. К пятому поколению высота растений уменьшилась с 304,8 см до 203,2 см. В течение последующих 25 поколений инбридинга высота растений осталась такой же. Наблюдались лишь незначительные различия между линиями и некоторые колебания по данному признаку в период измерения. Наиболее быстрое снижение урожайности произошло в первые пять лет. Урожайность двух из трех изучаемых линий упала с 50,8 до 25,4 ц/га, но урожайность третьей линии снизилась до этого уровня лишь к десятому году инбридинга. По истечении 20-ти лет урожайность линий снизилась до 12,7 ц/га и лучшая линия в течение последующих 10-ти лет опыта не проявляла дальнейшего снижения урожайности. Однако две другие линии, хотя и в меньшей мере, чем раньше, продолжали снижать урожайность. Подобная реакция на инбридинг является характерной чертой всех программ по селекции кукурузы [131, 137, 138].

Инбредные линии получают путем самоопыления свободно опыляемых форм, которые могут быть сортами или продуктами скрещивания инбредных линий [159].

Получение инбредных линий было не очень эффективным методом. Гибриды кукурузы, производимые во всем мире, связаны с относительно небольшим количеством инбредных линий, которые дали миллионы гибридных комбинаций. Но с каждым годом становится все труднее создавать сорта, которые

определенно превосходят по всем характеристикам лучшие из существующих, поскольку игнорировались методы улучшения селекционных популяций [39, 40].

Линдстром [170] предположил, что по крайней мере четыре фактора не позволяют получить чрезвычайно продуктивные линии: большое количество генов; непредвиденное влияние внешней среды в программах отбора; сложное и запутанное взаимодействие генов; отсутствие методик по выделению этих линий. Большинство используемых в настоящее время инбредных линий были выведены путем отбора внутри и среди самоопыленных линий. Для этого использовались такие методы как стандартный и гнездовой.

Стандартный метод получения инбредных линий заключается в отборе растений в период инбридинга на основе внешнего вида растений в ряду, выращенных с одного початка. Этот метод оказался одним из наиболее эффективных для производства инбредных линий [167].

В первый год самоопыляются несколько сотен или более растений, выбранных из желаемых свободно опыляемых, синтетических или гибридных сортов. Неудовлетворяющие по внешним показателям растения, а также пораженные вредителями и болезнями, подвергаются браковке.

На второй год из каждого самоопыляемого початка выращивают по 10- 30 растений в ряду. В каждом ряду самоопыляются 3-5 растений, наиболее отвечающих селекционным требованиям. Отбор проводится как среди потомства с разных початков, так и среди потомства с одного початка. Из каждого выбранного ряда собирают початки с 1 – 3 лучших растений.

На третий год от одного до трех початков из каждой выбранной семьи сеют отдельными рядами. Лучшие по внешним признакам растения самоопыляют. В каждой семье выбирается лучшая линия. 1 – 3 лучших початка с желаемых растений в выбранном ряду сохраняют. Эту технику повторяют до тех пор, пока каждая линия не станет гомозиготной (5- 7 лет).

Такие методики как отбор гамет, обратное скрещивание и конвергентное улучшение могут быть использовать для улучшения уже имеющихся инбредных линий [168].

Бэкресинг (обратное скрещивание) — это скрещивание гибрида с одним из его родителей. Метод обратного скрещивания особенно полезен при передаче одной или двух характеристик, унаследованных от одного родителя к другому, который постоянно используется в таких скрещиваниях. Этот родитель обычно является удовлетворительной по многим показателем чистой линией, которая, однако, не удовлетворяет селекционера по одному или нескольким признакам. Таким образом, инбредная линия, нуждающаяся в улучшении, повторно используется в обратном скрещивании, в то время как другой родитель передает ей желаемые признаки. Для закрепления доминирующего генотипа используется самоопыление. Если желаемый признак рецессивен, обратное скрещивание с другим родителем и самоопыление позволяют определить этот признак до следующего обратного скрещивания [76].

Успеху обратного скрещивания может препятствовать сцепленность генов.

Если скрещиваемые линии растут рядом и пространственно изолированы от других посевов кукурузы, для кастрации и скрещивания достаточно удалить на растениях материнского сорта мужские метелки. Перекрестное опыление осуществляется благодаря переносу ветром пыльцы с расположенного рядом отцовского сорта.

Если же вблизи расположены другие посевы кукурузы, то до начала цветения необходимо изолировать початки материнской и метелки отцовской линий. Перед самым появлением нитей рылец на початках материнского сорта срезают концы листьев обертки початка (примерно на 2 см) через 1-3 дня, когда длина появившихся из обертки початка нитей рылец достигнет нескольких сантиметров, их снова срезают, чтобы затем можно было равномерно произвести опыление. Пыльцу получают из изолированной метелки отцовского сорта и наносят на рыльца материнского сорта, после чего початки снова изолируют. Или же срезанную метелку мужского сорта вносят под изолятор для более приближенного к естественному опыления. В увлажненной зоне через 10-12 дней изоляторы снимают, а в засушливой зоне их можно оставить до уборки [14, 164].

1.2.2 Селекция на гетерозис

При выведении гетерозисных урожайных гибридов кукурузы основную роль играет правильный подбор родительских пар – самоопыленных (инбредных) линий.

В связи с тем, что инбредные линии обладают высокими показателями комбинационной способности, есть возможность их широкого применения не только как исходный материал для создания новых высокогетерозисных гибридов, но и для улучшения тех или иных признаков у уже имеющихся, распространенных гибридов.

Основным критерием для оценки той или иной самоопыляющейся линии является ее способность давать в скрещиваниях высокогетерозисное гибридное потомство. Принято различать два типа комбинационной способности: общую и специфическую. Общая комбинационная способность (ОКС) линий — это способность давать гетерозисные гибриды при скрещивании с различными генотипами, независимо от их наследственных достоинств. Специфическая же комбинационная способность (СКС) определяется только по отношению к конкретной родительской форме или к определенному генотипу, который характеризуется какими-то конкретными свойствами [6, 28, 83, 173].

Оценка комбинационной способности линий при их получении стандартным методом обычно начинается с 3-го – 4-го поколения. Однако изучение линий на комбинационную способность в ранних поколениях инбридинга позволяет идентифицировать высокопотенциальные гетерозисные комбинации. Использование этой техники позволяет значительно ускорить процесс создания высокопродуктивных гибридов. Эффективность работы во многом зависит от выбора подходящего тестера. Поскольку тестеры являются основными компонентами будущих гибридов, они должны обладать высокой комбинационной способностью, урожайностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам окружающей среды [160, 134, 121].

ОКС линии определяется эмпирически по урожаю гибридов, полученных от скрещивания этой линии с тестерами, далее, по урожайности гибридов от парных

скрещиваний с другими линиями определяется СКС. По результатам скрещивания подбираются лучшие гетерозиготные гибридные комбинации [225, 226].

Впоследствии простые и двойные гибриды с высокой продуктивностью стали использоваться для создания новых самоопыленных линий с высокими ОКС и СКС [1, 110, 111].

Классификация исходного материала на ранних этапах селекции является неотъемлемой частью в современных селекционных программах, поскольку позволяет заведомо определить наиболее подходящие гибридные комбинации, исключая лишние экономические затраты [101].

Так, в нашей работе были использованы новые самоопыленные линии, полученные из синтетических популяций таких гетерозисных групп как *Lancaster*, *Stiff Stalk Synthetic*, *Iowa Dent* и *European* [35].

Линии гетерозисной группы зародышевой плазмы *Lancaster* чаще всего относятся к среднеспелым и позднеспелым формам, растения высокорослые и имеют устойчивость ко многим заболеваниям. Початки линейных растений данной группы длинные, имеют от 12 до 14 рядов, зерно зубовидной формы, желтое. Из литературных источников известно, что наилучшие показатели комбинационной способности линии группы *Lancaster* показывают в скрещиваниях с такими группами, как *Reid* и *Lacaune*, и ненамного меньшие - с *Iodent*.

Гетерозисная группа *Stiff Stalk Synthetic*, посредством различных циклов отбора и модификаций, была получена из группы *Reid*, которая в свою очередь берет начало от свободно опыляемого сорта *Reid Yellow Dent*.

Растения данной группы средне и высокорослые, зерно зубовидное, початок средний. Линии данной группы имеют устойчивость ко многим болезням, таким как корневая и стеблевая гнили, пыльная головня.

Наилучшие эффекты гетерозиса линии группы *Stiff Stalk Synthetic* показывают в скрещиваниях с линиями группы *Lancaster*.

Гетерозисная группа *Iowa Dent* берет свое начало от свободно опыляемого сорта кукурузного пояса США с начала 20-го столетия. В состав данной группы входят известные линии фирмы *Pioneer*, такие как P343 и P101.

Линии гетерозисной группы *Iowa Dent* среднеспелые, отличаются выраженной зубовидностью зерна. Початки, обычно, средних размеров, имеют 14-16 рядов зерен. Хозяйственной ценностью линий данной группы является высокая устойчивость к вредителям и болезням.

Высокий гетерозис линии группы *Iowa Dent* проявляют в скрещиваниях с линиями групп зародышевой плазмы *Lancaster*, *Mindszenpuszta*, *Lacaune*.

Известно, что для определения генетического родства, зачастую, используется метод кластерного анализа [97]. Одним из основных достоинств кластерного анализа заключается в возможности проведения оценки объектов по набору признаков, а не только лишь по одному. В конечном итоге, генотипы дифференцируются по максимально схожим группам [99].

Основной задачей кластерного анализа является разделение большой выборки исследуемых объектов, которые характеризуются совокупностью различных признаков, на однородные в соответствующем понимании группы (кластеры). Положительным свойством кластерного анализа является возможность сжатия большого объема информации, ее систематизация, построение научно-обоснованной классификации, выявление внутренней связи между единицами исследуемой совокупности [48, 57, 89].

В селекции, наиболее частое применение кластерный анализ находит при идентификации, выявлении генетического родства, формировании баз данных хозяйственных культур [148, 149].

Так, на базе института растениеводства им. Юрьева В.Я. (г. Харьков) Капустяным М.В. была проведена оценка 49 новых самоопыленных линий кукурузы различных генетических плазм по основным элементам продуктивности. В ходе исследований были выявлены пути формирования элементов продуктивности, определены источники наиболее ценных признаков, а

также, в ходе тестирования, были получены перспективные гибриды, включенные в селекционную программу дальнейших исследований [58, 60, 202].

В настоящее время кластерный анализ все чаще используют в селекции кукурузы с целью идентификации нового селекционного материала на принадлежность к гетерозисным группам зародышевых плазм. Так, в селекционно-генетическом институте УААН был разработан эффективный метод, основанный на кластерном анализе по классификации линий по группам зародышевых плазм [26, 27, 131]. Также работы по идентификации нового исходного материала проводились в других селекционных учреждениях: НИИ кукурузы и сорго Республики Молдова – Мустьяца С.И., С.И. Мистрец С.И. [Мустьяца, С. И. 2014]; НИИ Зернового хозяйства УААН –Дзюбецким В.Ю., Черчель Б.В. (г. Днепропетровск) [35]; Полтавской ГАА – Чекалин Н.М., Тищенко В.Н. [162], а также многими зарубежными учеными в различных организациях [199, 205, 206, 222].

Основываясь на данных, полученных из литературных источников, нами была проведена оценка нового исходного материала с использованием приведенных выше методов.

1.2.3 Селекция на раннеспелость

В настоящее время на российском рынке, а в частности в Южных регионах, всё большим спросом пользуются раннеспелые гибриды.

Как отмечают некоторые исследователи, необходимость раннеспелых гибридов возникает в связи с тем, что средне и позднеспелые формы не способны раскрыть свой потенциал урожайности зерна в силу изменений климата. Общее повышение температуры, частые почвенные и воздушные засухи, а также повышение цен на топливо – все это негативно сказывается на производстве позднеспелого материала. В результате, все большее предпочтение производители семян кукурузы отдают гибридам, обладающим более коротким вегетационным периодом и способным быстро отдавать влагу зерном при созревании,

выращивание которых становится экономически более выгодным в сложившихся условиях [122].

За последние годы селекционерами было проведено значительное количество исследований и разработаны программы селекции кукурузы на раннеспелость.

В своих исследованиях Вавилов Н.И. [15] утверждает, что продолжительность вегетационного периода является одним из основных признаков, лимитирующих возможность выращивания некоторых гибридов кукурузы в определенных регионах.

Время цветения початка, как считают некоторые исследователи, является признаком, позволяющим дать характеристику продолжительности периода вегетации. В то же время, по мнению большинства авторов, данный признак практически не имеет связи с процессом созревания, а также сильно зависит от условий выращивания. Данный метод рекомендуют использовать при больших объемах работ, поскольку он не трудоемок и легко реализуем на первичных этапах селекции.

Побурение оберток початка – является следующим признаком, но он также носит условный характер в силу высокой степени вариабельности в зависимости от условий среды.

Наиболее важным для характеристики скороспелости образцов кукурузы признаком является влажность зерна при уборке [31, 32, 38, 90,161].

Рядом исследователей была установлена положительная связь между числом листьев на главном стебле растений и продолжительностью вегетационного периода [5, 65, 74,129]. Однако, другие авторы опровергли данную идею, доказав на практике, что у одних и тех же гибридов число листьев на главном стебле может варьировать в зависимости от условий выращивания. Наиболее значительное влияние на данный признак оказывают экстремальные условия.

Продолжительность вегетационного периода и количество листьев на стебле растений не могут дать полной картины, характеризующей скороспелость кукурузы.

Одним из ключевых методов, позволяющих оценить скорость созревания кукурузы является расчет суммы эффективных температур. Данный метод стал активно применяться в мировой практике с 1958 г. и был основан на сумме среднесуточных температур в период вегетации растений. В дальнейшем данный метод был модифицирован в сумму эффективных температур, который оказался наиболее полезным при определении скороспелости гибридов кукурузы [24].

Для определения сроков созревания в 1954 г. было принято использовать трехзначные индексы ФАО (*Food and Agricultural Organization* – организация по вопросам продовольствия и сельского хозяйства при ООН) от 100 до 999, характеризующие скороспелость. Первая цифра определяет группу спелости гибрида, вторая - указывает на положение внутри группы, а третья – характеризует окраску зерна. Как оказалось, ФАО также может сильно варьировать от климатических условий и места выращивания, в связи с чем показатели для одних и тех же гибридов различались в разных пунктах испытаний. В результате было принято решение включать в каждую группу стандарт, позволяющий дать более точную оценку группы ФАО для каждого отдельного пункта.

Как показывает практика, точное установление продолжительности вегетационного периода весьма затруднительно, поскольку требуется точное установление времени наступления спелости зерна, как физиологической, так и полной.

Рядом исследователей было установлено, что при приближении физиологической спелости зерна происходит отмирание проводящих тканей в месте прикрепления к стержню початка, с постепенным образованием черного слоя. В это время зерно еще находится в фазе восковой спелости, его влажность приблизительно составляет 37% [33, 120, 182, 185, 219].

Другими авторами было предложено использовать положение молочной линии как критерий для определения фазы спелости зерна [177].

Многими исследователями было проведено изучение наследственных признаков родительских форм, отвечающих за продолжительность вегетационного периода [91, 52].

Так, было установлено, что гибриды обычно занимают промежуточное положение между сроками вегетации у родительских форм или ближе к раннеспелой форме. В трехлинейных гибридах положение скороспелого родителя не имело влияния на продолжительность периода вегетации у гибрида.

Установлено, что на продолжительность вегетационного периода кукурузы влияние оказывают как аддитивные, так и неаддитивные взаимодействия. Причем влияние аддитивных было преимущественно выше [197].

Как известно, культурной родиной кукурузы является тропическая часть Мексики. С этим фактом связывают ограниченное количество раннеспелого исходного материала, обладающего необходимыми признаками и высокой комбинационной способностью.

Для решения данной проблемы были начаты селекционные программы на создание раннеспелого исходного материала в таких странах как США, Канаде, Германии и Франции. В частности, для расширения генофонда раннеспелых форм кукурузы в Канаде была запущена программа «*HOPE*» (*Hierarchical, Open-ended System for Broadening the Breeding Base of Maize* - иерархическая открытая система расширения селекционной базы кукурузы) [201].

В России и странах СНГ также уделяется большое внимание созданию нового раннеспелого селекционного материала кукурузы. Так, в НИИ кукурузы и сорго Республики Молдова осуществляется программа на расширение генофонда скороспелого материала кукурузы [95]. Одно из направлений в программе – это использование позднеспелых зародышевых плазм групп Рейд и Ланкастер, с целью повышения продуктивности нового селекционного материала [92].

В рамках данной программы были получены новые линии ФАО 200-250, для создания которых были использованы 8 линий подгруппы С103 и 17 линий

ОН43. В качестве доноров скороспелости были использованы 4 линии группы СМ7 и линия Д1. В дальнейшем, посредством беккроссирования и использования рекуррентного отбора в популяциях с узкой генетической основой, планируется выведение более раннеспелого материала группы плазмы Ланкастер.

Особый интерес для селекции на скороспелость представляют раннеспелые гибриды гетерозисной группы Рейд. Данная группа показывает хорошую адаптивность к засушливым условиям, благодаря широкой генетической основе, полученной от кремнистой раннеспелой и позднеспелой зубовидной форм. Исследователями [93] проводилась закладка исходного материала на основе гибридов фирмы Pioneer с закрытой родословной таким образом, чтобы в полученной синтетической популяции преобладала плазма Рейд (>75%). В дальнейшем из популяции, полученной от скрещиваний раннеспелых и позднеспелых форм, отбирались наиболее скороспелые и устойчивые к недостатку влаги гибриды с целью последующего их самоопыления.

Получение нового раннеспелого материала также проводилось на базе Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. В качестве родительских форм служили раннеспелые гибриды, а также средне и позднеспелые элитные линии. С целью сокращения продолжительности вегетационного периода проводился отбор на ранее цветение растений. В дальнейшем в течении двух поколений проводили размножение и отбор растений, отличающихся наиболее ранним цветением, с последующим их самоопылением [163].

Таким образом, были получены линии (Кр 714, Кр 716, Кр 710, Кр 709 и др.), вошедшие в 12 районированных в 1992 году раннеспелых гибрида. Скороспелая линия Кр801 была получена из позднеспелой популяции BS 3 посредством 12-и циклов отбора [143].

Во ВНИИ кукурузы так же была создана коллекция раннеспелого материала. При получении новых линий были использованы различные методы и источники, такие как: вовлечение в скрещивания гибридов с закрытой родословной, скрещивания раннеспелых форм с позднеспелыми, использование экзотических рас. При создании материала учитывались такие признаки как

устойчивость к стеблевым гнилям и кукурузному мотыльку. В результате были получены перспективные скороспелые линии с высокими иммунологическими показателями (РН 25, РН 30, РН 32) [132].

Подводя итоги, можно сделать вывод, что несмотря на значительные достижения в создании и изучении раннеспелого материала кукурузы, в литературе нет единого мнения по значительной части основных вопросов. Из этого следует, что в настоящее время сохраняется необходимость в дальнейших исследованиях, касательно получения нового скороспелого, высокоурожайного материала кукурузы.

1.2.4 Селекция на быструю отдачу влаги зерном при созревании

Как известно, при возделывании кукурузы возникают дополнительные расходы, связанные с сушкой зерна, имеющим высокую уборочную влажность. Так, при сушке одной тонны кукурузы с начальной влажностью 24%, расход жидкого топлива составит от 12 до 15 л на 1 тонну.

В этой связи возникает острая необходимость в создании гибридов, имеющих высокую скорость потери влаги зерном при созревании. Помимо этого гибриды, обладающие данным экономически-ценным признаком, позволяют проводить механизированную уборку зерна в более ранние сроки.

Вопросом быстрой отдачи влаги зерном при созревании занимались большое количество исследователей. Однако, в связи со сложностью данного физиологического процесса, ученые так не пришли к единому мнению.

Так, Овчаров в своих исследованиях отмечал три основные этапа созревания зерна: молочная спелость, налив зерна и, непосредственно, созревание зерна. Первый этап характеризуется высокими показателями влажности зерна – 65-70%. На втором этапе продолжают активные метаболические процессы в зерне, накапливаются запасные вещества, влажность падает до 30-40%. На третьем этапе прекращается поступление пластических веществ в зерно, и его влажность резко снижается [104].

Многими авторами была изучена зависимость урожайности зерна со скоростью накопления сухого вещества и продолжительностью созревания. По мнению одних исследователей, наибольшую урожайность зерна показывают формы, имеющие более продолжительный период созревания и, соответственно, более длительный срок налива [184, 186, 213]. Другими же исследователями было установлено, что скорость накопления сухого вещества – признак, имеющий наибольшую значимость при формировании урожайности зерна. Мнение последней группы сводится к важности обоих признаков, поскольку наиболее урожайные гибриды были получены от материала, имеющего быструю скорость накопления сухого вещества и более продолжительный период налива зерна [198].

Поскольку скорость отдачи влаги зерном является многофакторным признаком, учеными были проведены исследования по выявлению показателей, косвенно связанных с влагоотдачей. Так, рядом исследователей было отмечено значимое влияние длины оберточных листьев початка, степень их высыхания на момент спелости зерна и уровень свисания початка на динамику отдачи влаги зерном [64, 214, 215]. Также было отмечено влияние диаметра початка на влагоотдачу и формы зерна: ширина и толщина. По утверждению авторов, наиболее эффективно теряют влагу гибриды и линии кукурузы, имеющие к моменту физиологической спелости длинный не толстый початок с большим количеством рядов зерен и короткими, подсохшими оберточными листьями.

Т. Георгиев [18] отмечает, что влажность стебля и листьев не влияет на влагоотдачу зерном. Таким образом, в селекции были предложены следующие направления:

- 1) отбор материала, имеющего на початке 9 или меньше листьев;
- 2) отбор зерновок, имеющих более тонкий перикарп (~80);
- 3) отбор початков, имеющих 18 – 20 рядов мелких, удлинённых зерновок, обеспечивающих увеличенную, испаряющую влагу, поверхность.

В ранних исследованиях было проведено изучение генетической наследуемости влагоотдачи зерном при созревании.

Так, было отмечено, что по уборочной влажности зерна у многих линий наблюдается заметное разделение по степени проявления ОКС и СКС по признаку низкой влажности зерна. Быстрая влагоотдача зерном является полигенным признаком и зависит, по большей части, от аддитивных генов [3].

Также, было проведено изучение связи реципрокного эффекта с уборочной влажностью зерна. Одними авторами было отмечено существенное различие гибридов от реципрокных скрещиваний, причем с уклоном как к материнским формам, так и к отцовским. Данное обстоятельство свидетельствует о ядерно-цитоплазматическом типе наследования данного признака [51]. Однако, другие исследователи опровергали данный факт и утверждали, что комбинирование родительских форм не влияет на уборочную влажность потомства.

В исследованиях Домашнева П.П., Дзюбецкого Б.В. и Костюченко В.И. [37] проведено условное разделение форм кукурузы по влагоотдаче зерном в период зрелости: быстро отдающие влагу на протяжении всего периода вегетации (линии данной группы имеют мелкие зерна, и более пригодны в северных районах); относительно медленно отдающие влагу в начальный период развития зерна и очень быстро к наступлению момента физиологической зрелости (такие линии более пригодны для южных районов, поскольку требуют более продолжительный период высоких температур).

В результате проведенных исследований на базе различных научно-исследовательских организаций были получен материал, обладающий пониженной уборочной влажностью зерна на момент уборки и, позволяющий вести селекцию на улучшение по данному признаку. Наиболее важными линиями являются: РН 43, РН А, НС 2 (ВНИИ кукурузы) [136]; СМ 48, Со 125, Вс 252, (Молдавский НИИ кукурузы и сорго) [94]; Р 092, ГК 26, Fe 393, (Всесоюзный селекционно-генетический институт) [3]; ИКВ 211-5, ИКВ 234-1, Б 225 (Воронежская опытная станция ВНИИК) [20, 106].

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.

2.1. Почвенно-климатическая характеристика условий проведения исследований

В сельском хозяйстве одним из самых важных факторов для обеспечения сельскохозяйственных культур достаточным количеством положительных температур являются агроклиматические ресурсы региона выращивания.

Сумма положительных температур в период вегетации влияет на многие факторы в растениеводстве и является своеобразной границей при размещении природных зон для различных типов сельскохозяйственных культур.

Экспериментальные посевы были выполнены на полях ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко». Работы проводились с 2015 по 2018 годы. Для характеристики метеоусловий в период исследований были использованы данные метеостанции, расположенной на территории самого национального центра.

На опытных полях почвы были представлены малогумусными тяжелосуглинистыми черноземами, так как количество гумуса в слое пахоты меньше 4%, (от 2,7 до 3,1 %). Несмотря на небольшое количество самого гумуса, его слой достаточно мощный - 145-175 сантиметров, поэтому в целом его запасы достигают от 500 до 700 тонн с гектара.

На опытных участках почва преимущественно однородная с небольшим количеством песка. Однако количество глинистых частиц достигает 73%, при этом илистых частиц из них до 40%.

Что касается минерального состава данных почв, то в основном они представлены выщелоченными черноземами, которые были образованы на лессовидных суглинках четвертичного периода, в составе которых присутствует небольшое количество кварца и каолинита [126].

На полях НЦЗ преобладают комковатые и комковато-зернистые почвы, с плотностью пахотного слоя 1,25-1,29 г/см³, при этом почвы достаточно неоднородны и присутствуют участки с плотностью слоя до 1,4-1,6 г/см³.

Почвы на исследовательских участках обладают достаточно высокой скважностью, до 55%, при отношении порозности капиллярной 85% к некапиллярной 15% [127, 145]. Еще одной особенностью данных почв является высокая водопроницаемость, но небольшая влагоемкость. Также данный тип почв способен длительное время удерживать в корнеобитаемом слое достаточное количество влаги для развития большинства видов культурных растений [13].

Что касается содержания минеральных питательных веществ, то содержание валового азота в таких почвах среднее и составляет 0,23%, а минерального азота до 25 мк/кг. Количество подвижных фосфатов 1,0-1,5 мг на 100 г почвы, что соответствует низкой обеспеченности. Валового калия содержится от 1,7 до 2%, в том числе обменного – от 20 до 30 мг на 100 г почвы. С глубиной количество подвижных форм фосфора и калия уменьшается [62].

По мнению ряда авторов, выщелоченные черноземы относительно богаты основными элементами питания, так как в пахотном слое данных почв содержится 0,19-0,25% азота, 0,19-0,22% фосфора и 1,5-2,2% калия [62, 7, 118]. Так же одной из особенностей таких черноземов является нейтральная реакция почвенного раствора, рН которого составляет 6,8-7,2, при этом сумма поглощенных оснований составляет 34,5-40,3 мг-экв. /100г, из них до 80% приходится на долю кальция [103].

Значительная часть края находится в зоне континентального климата. Количество осадков за год в среднем 600-650 мм. Для данной территории характерными условиями является достаточно теплая зима и засушливое лето. Осень довольно продолжительная с большим количеством осадков. Также для данной зоны характерна ранняя весна, при этом зачастую в начале и середине апреля случаются возвратные заморозки.

Национальный центр зерна им П.П. Лукьяненко находится между двумя различными по влагообеспеченности зонами. К таким зонам относятся зоны

недостаточного и умеренного увлажнения. Из литературных источников известно, что данная часть края в летний период относится к зоне неустойчивого увлажнения, так как нередки периоды засухи [22].

Количество осадков значительно разнится по годам. В среднем в крае выпадает от 520 до 760 мм, но при этом в период вегетации кукурузы выпадает около 300 мм. При этом осадки по месяцам распределены неравномерно. Значительное количество осадков выпадает в конце мая и начале июня, тогда как в июле и августе осадков практически нет, что вносит свои коррективы в технологии возделывания многих культурных растений края.

Так как скважность почвы достаточно высокая, то глубина промачивания может достигать 2 и более метров, что хорошо сказывается на обеспеченность растений влагой в благоприятные годы. Основным источником влаги в почве на территории края являются осадки.

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

Влажность воздуха на данной территории в среднем составляет 75%. Зима достаточно поздняя, первые холода начинаются в конце ноября. Однако, положительные температуры наблюдаются на протяжении всего декабря. Средняя зимняя температура 2°C . Абсолютным минимумом в крае является температура -33°C . Поскольку средняя температура зимы достаточно высокая, то зачастую наблюдаются оттепели, снежный покров неустойчив, а первый снег выпадает в середине декабря.

Для данной климатической зоны характерно быстрое нарастание температур, таким образом лето наступает уже в первой декаде мая. При этом лето зачастую достаточно засушливое и довольно жаркое. Максимальная температура достигает 43°C , при среднемноголетней температуре 24°C .

В летний период осадки преимущественно носят ливневый характер. За лето их выпадает 200-300 мм [12].

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

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

Метеорологические условия в годы исследований (2016-2018 гг.) были различными.

2016 год сложился достаточно благоприятным для развития кукурузы. Посев кукурузы проходил 20 апреля, всходы получены 28 апреля.

Весна в этом году была достаточно жаркой и засушливой. При температуре на уровне среднегодовых осадков в апреле было на 19 мм меньше нормы. (Таблица 1).

Май характеризовался большим количеством осадков, особенно в третьей декаде. В данном месяце выпало 83 мм осадков при среднегодовых данных в 69 мм.

Таблица 1 – Метеорологическая характеристика погодных условий по данным метеопоста «НЦЗ им П.П. Лукьяненко (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
	Среднегодовые	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
	Среднегодовые	12,2	17,0	21,0	23,5	22,8	12,2

Июнь выдался очень насыщенным осадками, так как выпало на 35 мм выше нормы, температура превышала на 2 °С среднегодовые данные.

Июль был очень теплым, температура была значительно выше нормы при обычном уровне осадков. Август был засушливым, но на налив зерна не повлиял.

Самым богатым на осадки характеризовался 2017 год, в течении весны осадков выпало на 50 мм выше нормы, что позволило получить ранние и достаточно дружные всходы в контрольном питомнике отдела. Так же благоприятные условия сложились и в летний период. Несмотря на то, что температура воздуха была на 4 градуса выше нормы, количество влаги за этот период было выше среднемноголетних. Такие условия в критические периоды развития растений кукурузы позволили получить хороший урожай, а август обеспечил равномерное высыхание и качественную уборку.

Самым неблагоприятным стал 2018 год. Посев проводился 28 апреля, в течении этого месяца осадков было на 23 мм ниже нормы, поэтому семена попали в сухую почву, что в дальнейшем сказалось на всходы и густоту в целом. Осадки в мае немного исправили ситуацию, количество влаги превышало норму на 10 мм. Июнь был очень жарким и практически без осадков - 14 мм против 82 среднемноголетних, при температуре выше нормы на 3⁰С. Июль так же был без осадков и жарким. Температура превышала норму на 4 градуса, а осадков было на 37 мм меньше нормы, эти факторы значительно повлияли на развитие кукурузы, что сказалось на урожайности в данном году. В августе осадков не было совсем (5, 5 мм), а температура была на 5⁰С выше среднемноголетних данных.

Подводя итоги, видно, что годы испытаний характеризовались различными условиями: 2018 год был крайне неблагоприятным и засушливым, тогда как 2017 достаточно благоприятным. Такие условия позволили оценить реакцию изучаемого материала в различных условиях выращивания.

Экологические испытания являются одним из самых распространенных методов для выявления генотипов с высокими показателями урожайности в различных условиях. Исходя из этого, в 2017 году были отобраны 20 перспективных высокоурожайных гибридов для изучения в 4 дополнительных пунктах: фирма «Отбор» - Кабардино-Балкарская республика (орошение); КБНИИСХ - Кабардино-Балкарская республика; ВНИИЗК – г. Зерноград; фирма

«Семеноводство Кубани» - ст. Ладожская, Краснодарский край. Стандартом служил гибрид Краснодарский 194 МВ. В качестве определяющего критерия был использован признак урожайности зерна.

В 2017 году экологические сортоиспытания проводились в центральной части Кабардино-Балкарской Республики (Нальчик).

Данная зона характеризуется достаточно влажным континентальным климатом, большое влияние на который оказывает близкое расположение гор. Температурный режим данного региона характеризуется значительными перепадами температур ночью и днем. Сумма активных температур 3100 °С, при этом в равнинной части региона зимой температура может опуститься до -25°С, а летом до + 27 °С. В предгорной части температура опускается до -25 °С.

Безморозный период в Кабардино-Балкарии составляет 190 дней и длится до конца октября. Осадки в данном регионе достаточно регулярны, за период вегетации кукурузы выпадает до 430 мм.

Метеорологические условия по основным параметрам в течение вегетационных периодов за годы проведения исследований в целом были средне благоприятными для формирования урожая.

Также экологическое испытание тесткроссов проводилось в Агрофирме «Отбор», расположенной в Прохладненском районе Кабардино-Балкарской Республики [157, 158].

Исследовательские поля Агрофирмы «Отбор» расположены в северо-восточной части Кабардино-Балкарии. Климат данной территории умеренный, влажный. Зимой температура довольно часто опускается до -10°С, летом от +25°С до +35°С. Коэффициент увлажнения составляет 0,26, что значительно ниже республики в целом (0,5) Лето часто бывает засушливым, сумма активных температур достигает 3200 °С, а осадков выпадает в период вегетации кукурузы до 350 мм.

Экологическое испытание новых гибридов в 2018 году проводилось в почвенно-климатических условиях Ростовской области во ВНИИЗК (г. Зерноград).

Климат региона достаточно засушливый. Несмотря на то, что осадков за год выпадает достаточное количество (до 500 мм), выпадают они крайне неравномерно и большая часть приходится на осенне-зимний период. Таким образом, на довольно продолжительное лето приходится малая часть от среднегодовой нормы (200-230 мм) при высоких температурах в летние месяцы (25-27⁰С). Почва данного региона представлена двумя различными фракциями - черноземы (62%) и каштановые почвы (23%). Преобладание черноземов вносит свой вклад в становлении данного региона как аграрного. Почвы региона богаты азотом (60-110 мг/кг почвы), по содержанию обменного калия почвы средне - и высокообеспечены [117].

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

Последним пунктом для проведения экологических испытаний выделившихся гибридов стала фирма ООО «НПО «Семеноводство Кубани» - станция Ладожская.

Климат региона умеренно-континентальный, лето довольно жаркое и продолжительное, температура поднимается до 31⁰С. Зима короткая и теплая, средняя температура января -3,1⁰С. Данный регион характеризуется большим количеством годовых осадков до 700 мм. На период вегетации кукурузы приходится 400 мм. Почвы представлены слабовыщелоченными черноземами, обладающими хорошей реакцией на внесение минеральных удобрений.

2.2. Исходный материал и методика проведения исследований

В качестве исходного материала, в наших исследованиях использовались 48 новых самоопыленных линий кукурузы, созданных в отделе селекции и семеноводства кукурузы в «НЦЗ им П. П. Лукьяненко».

При создании гибридов применялся метод тесткроссов, в качестве тестеров использовались простые гибриды. Все тестеры различались по периоду вегетации, а также относились к различным гетерозисным группам.

При скрещивании весь материал был поделен на 3 блока по 3 тестера в каждом. Скрещивание проводилось в 2015 году в селекционном питомнике отдела.

Основной целью опыта стало определение общей комбинационной способности линий, для этого при гибридизации каждая линия скрещивалась минимум с тремя тестерами различных гетерозисных групп.

Результатом данного опыта стало получение 178 трехлинейных гибридов.

Для определения СКС были проведены диаллельные скрещивания по неполной схеме. Для этого выбирались лучшие по ОКС гибриды. В результате скрещиваний были получены 78 простых гибридов.

Для оценки продуктивности полученного материала было проведено сортоиспытание всего набора тесткроссов и гибридов от диаллельных скрещиваний. Сортоиспытание 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 [87].

Весь изучаемый исходный материал возделывался на опытном участке в специальном севообороте, в условиях богары. В качестве предшественника на полях отдела служила озимая пшеница.

При осенней обработки использовали дискование стерни в двух направлениях, внесение удобрений (из расчета N60 P60 K60 д.в. на 1 га), вспашка на глубину 25 – 27 см с последующим дискованием. Что касается весенних работ, то почва была обработана на глубину 12 см, с последующей обработкой на 5-6 см. При обработке культиватором КПК-4 вносились и минеральные удобрения.

Посев проводился в середине апреля после прогревания почвы до 10⁰С на глубину 8-10 см навесной тракторной сеялкой Wintersteiger monoseed DT.

Площадь делянки составляла 9,8 м кв. при трехкратном повторении. Все блоки и делянки на участках были размещены рендомизированно, согласно методике полевого опыта по Доспехову Б.А. [85].

Все полученные гибриды проходили испытание в контрольном питомнике. В качестве стандартов были использованы гибриды селекции КНИИСХ им П. П. Лукьяненко: 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 дату начала посева, дату появления всходов, цветения метелок и початков кукурузы. Для определения вегетационного периода изучаемых линий определялись такие показатели, как длина периода всходы-цветение початков, всходы-цветение метелок, уборочная влажность зерна.

На протяжении изучения линейного и гибридного материалов делались необходимые промеры и учеты: проводился подсчет растений перед уборкой, процент полегших растений, процент неустойчивых к болезням, в частности учитывалось количество пораженных растений пузырчатой головней. Также были проведены оценки по морфологическим признакам, таким как высота растения и высота прикрепления верхнего 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 вручную отобрано по 10 початков, с последующим взвешиванием и добавлением к общей урожайности делянки.

Учеты, промеры и наблюдения проводились согласно методике полевых опытов с кукурузой ВНИИ кукурузы [87].

На селекционном питомнике уборка линейного материала проходила вручную. Гибридный материал убирался с помощью комбайна Wintershtager delta. Полученный урожай взвешивался и определялась уборочная влажность каждой делянки. Начинаясь уборка в третьей декаде августа.

Для определения достоверности различий количественных и морфологических признаков изучаемых гибридов и линий, данные их

коэффициентов вариации и корреляционных взаимосвязей были обработаны различными статистическими методами по Вульффу В.Г., Доспехову Б.А. [17, 42].

Оценка комбинационной способности новых самоопыленных линий в системе топкроссов проводилась по Савченко В.К. [123]. Результаты экологической пластичности и стабильности тесткроссов, прошедших экологическое сортоиспытание, определяли согласно методике S.A. Eberhart и W.A. Russell [191].

Для определения селекционной ценности гибридов и линий использовали формулы, предложенные Орлянским Н.А. [109]. Описание количественных признаков самоопыленных линий и гибридов проводили по широкому унифицированному классификатору СЭВ и международному классификатору [165].

Все статистические анализы были выполнены с помощью надстроек в программе для работы с электронными таблицами и статистическими данными Microsoft Excel. Также использовались специализированные компьютерные программы, такие как: программный пакет для статистического анализа, разработанный компанией StatSoft, реализующий функции анализа данных Statistica и пакет прикладных генетико-статистических программ AGROS версии 2.09 [140].

ГЛАВА 3. ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ

3.1. Классификация новых самоопыленных линий кукурузы посредством кластерного анализа

Немаловажную роль в создании новых, отличающихся по основным селекционным признакам гибридов, играет родительский материал. Правильный подбор родительских пар в скрещиваниях способствует получению высоких показателей комбинационной способности, что в свою очередь находит отражение в повышении урожайности зерна, быстрой влагоотдаче, устойчивости к засушливым условиям и болезням [16, 34, 44]. Создание перспективных гибридных комбинаций является основополагающей задачей перед селекционерами, что невозможно реализовать без имеющихся данных о родословной нового материала. К сожалению, многие новые линии, используемые селекционерами, имеют закрытую родословную, что затрудняет процесс правильного подбора гибридных комбинаций [46, 56, 58].

С целью решения данной проблемы многие исследователи используют метод кластерного анализа, позволяющий идентифицировать имеющийся линейный материал на принадлежность к той или иной гетерозисной группе.

Кластерный анализ, как способ разбивки больших групп цифровых значений, позволяет классифицировать имеющиеся данные на отдельные кластеры по изучаемому признаку, посредством определения (Эвклидовых) дистанций между переменными [72, 85, 205, 206].

В связи с тем, что кластерный анализ позволяет проводить исследование больших объемов данных с использованием компьютерных программ, он находит все большее применение в современных исследованиях [105, 125, 150, 222].

Поскольку большинство изучаемых линий имело закрытую родословную, нами были проведены скрещивания и дальнейшая статистическая обработка всего нового материала методом кластерного анализа. Каждая из 48 линий была скрещена с четырьмя тестерами-маркерами, с получением данных по

урожайности зерна тесткроссов, которые были использованы в качестве контрольного признака. Скрещивания проводились в 2018 г. на селекционном питомнике НЦЗ им. П.П. Лукьяненко. Тестерами в исследованиях служили линии с известными нам родословными и относились к следующим гетерозисным группам: Кр740 - Iodent, Кр7685 - Lancaster, NS-73 зМ - Stiff Stalk Synthetic, Кр0815 – European. Дисперсионный анализ полученных данных демонстрирует достоверность в различиях между тестерами (Таблица 2).

Таблица 2 - Результат дисперсионного анализа урожайности зерна по итогам исследования в 2018 г.

Линии	Межгрупповые	Степень свободы	Внутригрупповые	Степень свободы	F _ф	F ₀₅
Кр740 Id	1792,125	3	2570,415	41	9,52857	0,000067
Кр7685 Lc	4189,907	3	2971,114	41	19,27293	0,000000
Кр0815 Euro	1011,265	3	2738,443	41	5,04689	0,004557
NS-73 зМ SS	5711,203	3	2147,696	41	36,34271	0,000000

В дальнейшем, с помощью программы STATISTICA 7 был проведен непосредственно кластерный анализ полученных данных по урожайности, с вычислением Эвклидовых дистанций между новыми линиями и распределению их на отдельные кластеры. Каждый кластер имеет соответствие к той или иной группе зародышевой плазмы.

В результате проведенного кластерного анализа были получены матрица данных внутригрупповых дистанций (Таблица 3) и межгрупповых дистанций, связанных с гетерозисными эффектами между различающимися группами гетерозисных плазм.

Таблица 3 – Матрица внутригрупповых (Эвклидовых) дистанций, основанных на эффекте гетерозиса маркерных линий по итогам исследования в 2018 г.

Кл 1: Stiff Stalk Synthetic		Кл 2: European		Кл 3: Iodent		Кл 4: Lancaster	
Лн008	8,4	Лн0228зм	6,8	Лн0607	6,7	Лн0677	3,0
Лн0602	6,4	Лн0357	9,6	Лн0609	9,1	Лн0685	2,8
Лн0604	7,3	Лн0600	5,5	Лн0626	1,3	Лн0694	7,0
Лн0605	13,0	Лн0603	6,5	Лн0634	9,4	Лн0699	4,6
Лн0608	3,9	Лн0647	0,4	Лн0653	12,2	Лн0703	3,2
Лн0613	6,6	Лн0711	5,4	Лн0667	6,0	Лн0706	3,7
Лн0627	5,0	Лн0713	6,8	Лн0668	12,6	Лн0720	4,2
Лн0635	11,4	Лн0717	11,3	Лн0679	12,6		
Лн0681	9,8	Лн0718	5,2	Лн0691	6,2		
Лн0693	5,5			Лн0722	8,1		
Лн0695	6,7			Лн0723	7,9		
Лн0701	3,3			Лн0724	11,4		
Лн0716	5,9			Лн0725	4,2		
Лн0726	6,5			Лн0728	11,6		
Лн0729	7,4						

Полученные данные показывают незначительную Эвклидовую дистанцию во внутригрупповой дивергенции. Так, в группе линий, отнесенных к зародышевой плазме Stiff Stalk Synthetic (первый кластер) генетическая дистанция составила 3,3 – 13,0. В группе European (второй кластер) 0,4 – 11,3. В группе Iodent (третий кластер) 1,3 – 12,6. И в группе Lancaster (четвертый кластер) 2,8 – 7,0.

Полученные показатели межгрупповых Эвклидовых дистанций были значительно выше внутригрупповых, что позволяет сделать вывод о правильности разграничения изучаемых линий на отдельные группы зародышевых плазм. В результате наших исследований 15 из 48 новых раннеспелых самоопыленных линий кукурузы с неизвестной родословной можно отнести к группе зародышевой плазмы Stiff Stalk Synthetic, 9 – к группе European, 14 – к группе Iodent и 7- к группе Lancaster.

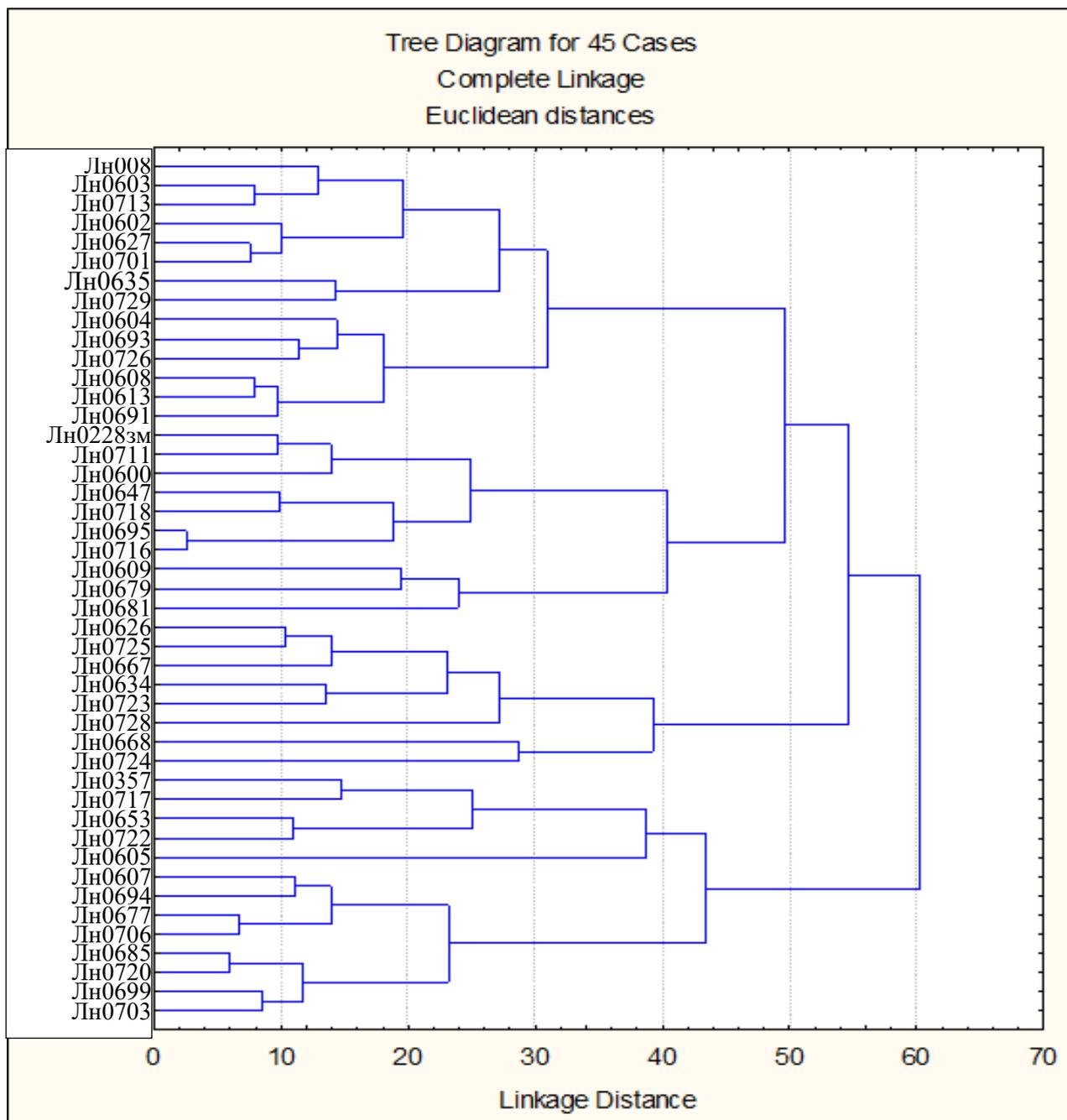


Рисунок 1 - Дендрограмма кластерного распределения новых инбредных линий кукурузы по итогам исследования в 2018 г.

Для более наглядного распределения новых изучаемых линий на отдельные группы зародышевых плазм посредством Эвклидовых дистанций приводится древо распределения на кластеры (Рисунок 1).

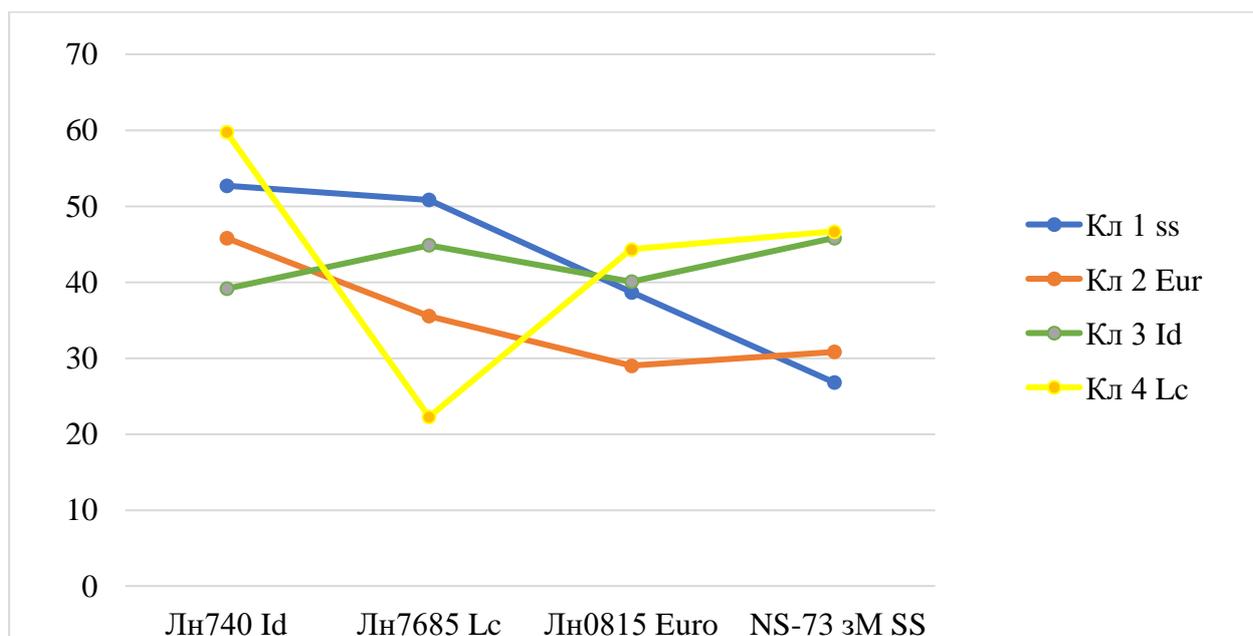


Рисунок 2 – Взаимосвязь отдельных групп зародышевых плазм с маркерными линиями по урожайности зерна (2018 г.)

Графическое отображение взаимосвязи тестеров и кластеров новых линий по продуктивности приводится на рисунке 2. На графике видно, что значительное число линий приходится на кластер 1. Данная группа, состоящая из 15 новых самоопыленных линий, имеет наименьший показатель урожайности зерна в скрещиваниях с тестерной линией NS-73 зМ, относящейся к гетерозисной группе зародышевой плазмы Stiff Stalk Synthetic, что свидетельствует о близком родстве этих линий. Кластер 2, состоящий из 9 новых линий, имел ближайшее родство с группой зародышевой плазмы European, о чем свидетельствует наименьший показатель признака урожайность зерна в скрещиваниях с тестерной линией Ln0815. Кластер 3, относящийся к гетерозисной группе Iodent, включает в себя 14 самоопыленных линий, так как данная группа при скрещивании с маркерной линией Ln740 (Iodent) имеет минимальные показатели урожайности зерна. Следующая группа, состоящая из 7 новых самоопыленных линий, вошла в 4й кластер, отнесенный к группе зародышевой плазмы Lancaster. Данная группа линий показала наименьшую урожайность зерна в скрещиваниях с тестером Ln7685, так как имеет с ним родственное происхождение и наибольший

показатель урожайности в скрещиваниях с тестерной линией Лн740 Iodent, что не противоречит теоретическим данным.

По итогам проведенного кластерного анализа можно сделать вывод: 48 новых самоопыленных линий с закрытой родословной были идентифицированы и разделены на 4 основные группы зародышевых плазм (таблица 4). Это обстоятельство позволяет находить наиболее удачные гибридные комбинации на основе эффекта гетерозиса, с получением максимальных показателей по основным селекционным признакам.

Таблица 4 - Классификация исходного материала по гетерозисным группам

Линии	Гетерозисная группа	Условное обозначение	Количество линий
Лн008, Лн0602, Лн0604, Лн0605, Лн0608, Лн0613, Лн0627, Лн0635, Лн0681, Лн0693, Лн0695, Лн0701, Лн0716, Лн0726, Лн0729	Stiff Stalk Synthetic	SSS	15
Лн0607, Лн0609, Лн0626, Лн0634, Лн0653, Лн0667, Лн0668, Лн0679, Лн0691, Лн0722, Лн0723, Лн0724, Лн0725, Лн0728	Iodent	I	14
Лн0677, Лн0685, Лн0694, Лн0699, Лн0703, Лн0706, Лн0720	Lancaster	L	7
Лн0228зм, Лн0357, Лн0600, Лн0603, Лн0647, Лн0711, Лн0713, Лн0717, Лн0718	European	Euro	9

3.2. Основные селекционные признаки новых самоопыленных линий

3.2.1. Вегетационный период

Урожайность той или иной линии зависит от ее способности наиболее полно использовать благоприятные условия внешней среды и определенным образом противостоять неблагоприятным [174].

Изучение растений в непосредственной связи с конкретными климатическими условиями позволяет выявить основные признаки, определяющие урожайность культуры. Многими селекционерами была установлена положительная взаимосвязь между отдельными морфологическими и биологическими признаками и продуктивностью растений [96, 151].

Выявление фенотипических различий между самоопыленными линиями, по утверждению некоторых исследователей, имеет важную роль в выборе родительских компонентов при создании высокопродуктивных межлинейных гибридов. Было доказано, что для выведения высокопродуктивных гибридов необходимо скрещивать самоопыленные линии, отличающиеся между собой по количественным и качественным признакам. Так доказано, что снижение степени фенотипических различий ведет к снижению гетерозисного эффекта [147, 149].

Для представления наиболее целой и полной картины качества новых самоопыленных линий были изучены их основные селекционные признаки и элементы продуктивности [231, 77].

Так, продолжительность вегетационного периода, как считают многие исследователи, является одним из основных селекционных признаков, который необходимо исследовать с целью успешного подбора исходного материала при создании новых гибридов, отвечающих требованиям производства для различных условий возделывания [166, 167, 78].

Определение длины вегетационного периода позволяет достаточно точно подобрать родительские пары для гибридизации, не опасаясь серьезного расхождения в сроках цветения отцовских и материнских форм.

Коэффициент вариации по признаку «период от всходов до цветения початков» у исследуемых нами новых самоопыленных линий раннеспелой группы имел малый показатель – 2,7% в среднем за 2 года исследований (таблица 5). Данное обстоятельство свидетельствует о высокой выравненности нашего материала по данному признаку.

Таблица 5 – Значения варьирования показателя периода всходы-цветение початков у новых раннеспелых инбредных линий кукурузы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Период всходы-цветение початков, дней		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
№	30	30	30
Среднее, дн.	43	55	49
X_{\min} , дн.	40	53	46
X_{\max} , дн.	46	61	51
$Lim (X_{\max} - X_{\min})$, дн.	6	8	5
Стандартное отклонение (S)	1,8	1,9	1,3
Коэффициент вариации (CV), %	4,2	3,4	2,7
Доверительный интервал \pm	0,7	0,7	0,5

Представленное на рисунке 3 распределение новых линий по признаку «количество дней от всходов до цветения початков», показывает, что в среднем за 2 года исследований большинство линий (15 образцов) вошли в диапазон 47 – 49 дней, 6 линий – в диапазон 49 – 50 дней, 6 линий – в диапазон 50 – 52 дня и 3 линии – в диапазон 46 – 47 дней.

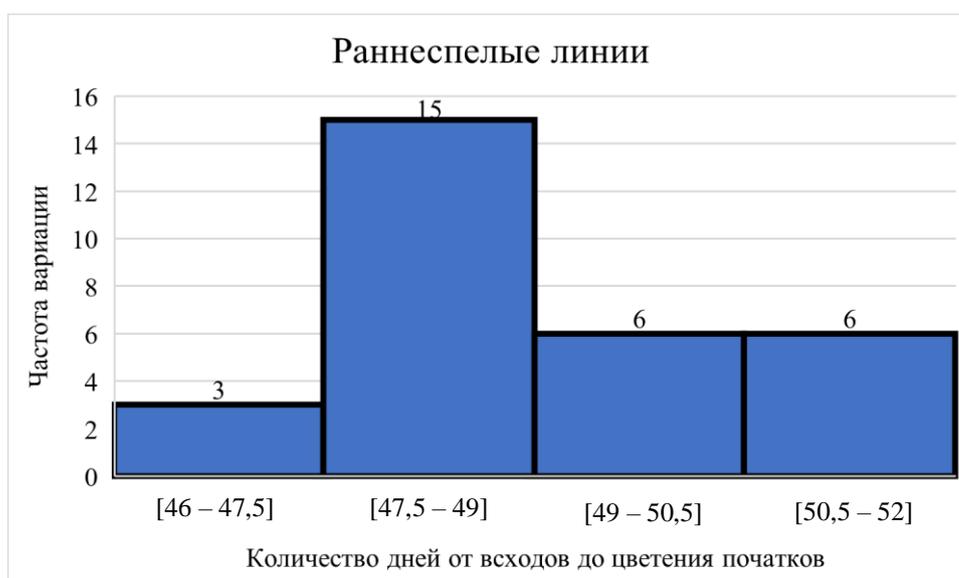


Рисунок 3 – Распределение новых раннеспелых инбредных линий по показателю количества дней от всходов до цветения початков по результатам исследований в 2017-2018 гг.

Таблица 6 – Вегетационный период 10 лучших новых самоопыленных линий кукурузы раннеспелой группы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Линия	Период всходы-цветение початков, дней		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
Лн0716	56	44	50
Лн0685	61	42	52
Лн0718	55	43	49
Лн0681	54	42	48
Лн0717	56	45	51
Лн0695	59	40	50
Лн0626	57	45	51
Лн0635	55	41	48
Лн0627	56	43	50
Лн0679	54	41	48
Среднее по опыту	56,3	42,6	49,5
Доверительный интервал \pm	0,7	0,7	0,5

Лучшие 10 по урожайности зерна анализируемых линий кукурузы раннеспелой группы (таблица 6) имели разброс по вегетационному периоду в 4 дня, что свидетельствует о высокой выравненности самоопыленных линий данной группы спелости.

Варьирование признака количество дней от всходов до цветения початков в среднеранней группе новых линий (таблица 7) была незначительной, как и в случае раннеспелой группы. Коэффициент вариации в среднеранней группе составлял в среднем 3,7% за 2 года исследований.

Таблица 7 – Значения варьирования показателя периода всходы-цветение початков у новых среднеранних инбредных линий кукурузы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Период всходы-цветение початков, дней		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
№	18	18	18
Среднее, дн.	47	61	54
X_{\min} , дн.	43	57	52
X_{\max} , дн.	53	63	58
$Lim (X_{\max} - X_{\min})$, дн.	10	6	6
Стандартное отклонение (S)	6,70	2,58	3,42
Коэффициент вариации (CV), %	4,1	3,6	3,7
Доверительный интервал \pm	1,56	0,79	0,92

Из представленного графика распределения (рисунок 4) видно, что подавляющее большинство новых среднеранних линий находилось в интервале 52 – 54 дня от всходов до цветения початков.

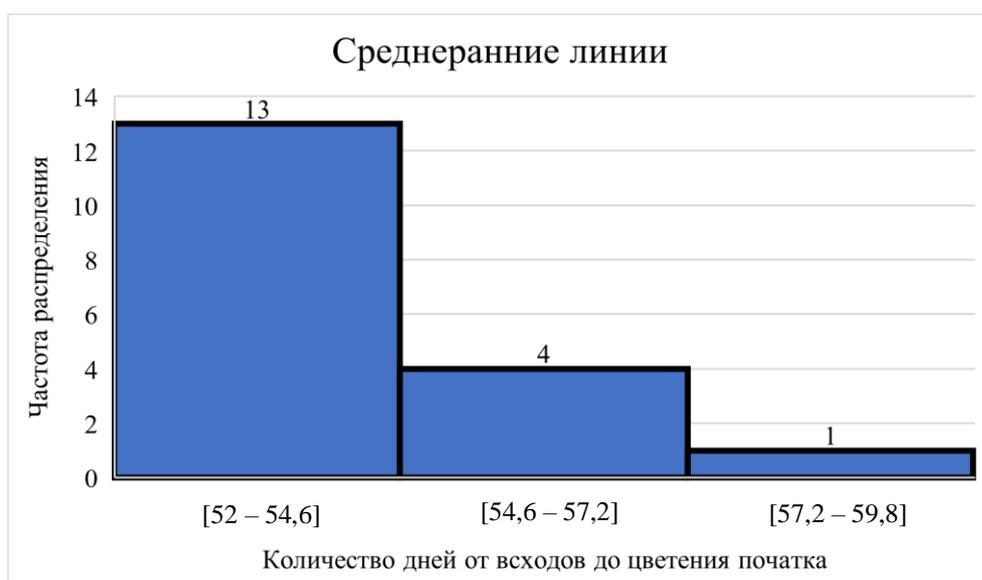


Рисунок 4 – Распределение новых среднеранних инбредных линий по показателю количества дней от всходов до цветения початков по результатам исследований в 2017-2018гг.

Таблица 8 – Вегетационный период 10 лучших новых инбредных линий кукурузы среднеранней группы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Линия	Период всходы-цветение початков, дней		
	2017 г	2018 г	Среднее
Лн0728	63	53	58,0
Лн0724	59	50	54,5
Лн0723	62	50	56,0
Лн0731	61	51	56,0
Лн0722	63	52	57,5
Лн0634	61	44	52,5
Лн0711	61	45	53,0
Лн0703	61	46	53,5
Лн0608	62	46	54,0
Лн0604	63	45	54,0
Среднее по опыту	62	48	54,9
Доверительный интервал \pm	1,6	0,8	0,9

Как отмечалось выше, отклонения показателя «количество дней от всходов до цветения початков» были не велики. Так, на примере представленных лучших по урожайности среднеранних линий (таблица 8) видно, что разница в показателях по данному признаку составляла 6 дней.

В результате оценки продолжительности вегетационного периода было выявлено, что новые линии имели заметную разницу в количестве дней от всходов до цветения початка, в связи с чем весь исходный материал был разделен на раннеспелые и среднеранние группы (Таблица 9). Данное разделение носит поверхностный характер. Так как для более точного разделения линий на группы спелости необходимы отдельные, более основательные исследования.

Таблица 9 – Разделение исходного материала по группам спелости.

Линии	Группа спелости	Дней от всходов до цветения початка	Количество
Лн0726, Лн0720, Лн0679, Лн0635, Лн0681, Лн008, Лн0228зм, Лн0357, Лн0600, Лн0653, Лн0647, Лн0718, Лн0627, Лн0667, Лн0677, Лн0695, Лн0713, Лн0725, Лн0706, Лн0716, Лн0729, Лн0691, Лн0701, Лн0717, Лн0613, Лн0626, Лн0668, Лн0685, Лн0693, Лн0694	Раннеспелая (ФАО 100-199)	45-55	30
Лн0602, Лн0605, Лн0633, Лн0634, Лн0603, Лн0699, Лн0711, Лн0609, Лн0703, Лн0604, Лн0607, Лн0608, Лн0724, Лн0723, Лн0731, Лн0660, Лн0722, Лн0728	Среднеранняя (ФАО 200-250)	55-60	18

3.2.2. Урожайность зерна

Как известно, для большинства исследователей наиболее важным признаком при оценке нового исходного материала является урожайность зерна.

Поскольку основным селекционным признаком в большинстве анализов исследователями берется показатель урожайности – характеристику начнем именно с этого признака [47, 88].

Урожайность зерна, наряду с уборочной влажностью зерна – являются многофакторными показателями, в разной степени зависящими от других признаков. Данный признак, бесспорно, является наиболее важным и значимым в селекционной работе, поскольку оценка материала по признаку урожайность зерна показывает степень качества гетерозисных скрещиваний, приспособленность и устойчивость к стрессовым условиям [61].

В таблице 10 представлены результаты варьирования признака «урожайность зерна» у нового исходного материала раннеспелой группы за 2 года изучения.

Таблица 10 – Значения варьирования показателя урожайности зерна у новых раннеспелых инбредных линий кукурузы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Значение варьирования	Урожайность зерна, ц/га		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
№	30	30	30
Среднее, ц/га	20,6	11,9	16,3
X_{\min} , ц/га	10,5	3,9	8,6
X_{\max} , ц/га	30,7	23,1	26,9
$Lim (X_{\max} - X_{\min})$, ц/га	20,2	19,2	18,3
Стандартное отклонение (S)	5,8	4,6	4,9
Коэффициент вариации (CV), %	27,9	38,6	30,2
$НСР_{05}$	3,1	2,9	1,8

Из представленных данных видно, что коэффициент вариации в раннеспелой группе имел значение 27,9% - выше среднего в 2017 году и 38,6% в 2018 году. Столь высокие показатели коэффициента вариации (30,2%)

свидетельствуют о разнородности изучаемого материала и позволяют вести наиболее качественный отбор лучших новых линий.

Аналогичная ситуация состояла и с среднеранней группой. Показатели коэффициента вариации составили 26,6% и 40,5%, в 2017 и 2018 годах соответственно (таблица 11).

Таблица 11 – Значения варьирования показателя урожайности зерна у новых среднеранних инбредных линий кукурузы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Значение варьирования	Урожайность зерна, ц/га		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
№	18	18	18
Среднее, ц/га	23,2	15,5	19,4
X_{\min} , ц/га	13,6	4,6	9,2
X_{\max} , ц/га	34,1	25,6	29,8
$Lim (X_{\max} - X_{\min})$, ц/га	20,4	21,1	20,6
Стандартное отклонение (S)	6,2	6,3	6,1
Коэффициент вариации (CV), %	26,6	40,5	31,3
$НСР_{05}$	3,2	3	1,9

Размах варьирования (Lim) для обеих групп спелости (порядка 20 ц/га) был значительным, связано это как с разницей в условиях выращивания от года исследований, так и с разницей генотипов новых самоопыленных линий.

На рисунке 5 представлено графическое распределение раннеспелых и среднеранних линий по признаку урожайность зерна. Из графиков видно, что в раннеспелой группе большинство линий (12 образцов) находилось в интервале 8,6 – 14,2 ц/га, 9 линий – в интервале 14,2 – 19,8 ц/га, 8 линий – 19,8 – 25,4 ц/га, и 1 линия – 25,4 – 31 ц/га. В среднеранней группе значительная часть линий (14 образцов) располагалась в интервалах 9,2 – 17,3 ц/га, 17,3 линий – 25,4 ц/га, и 4 линии – в интервале 25,4 – 33,5 ц/га.

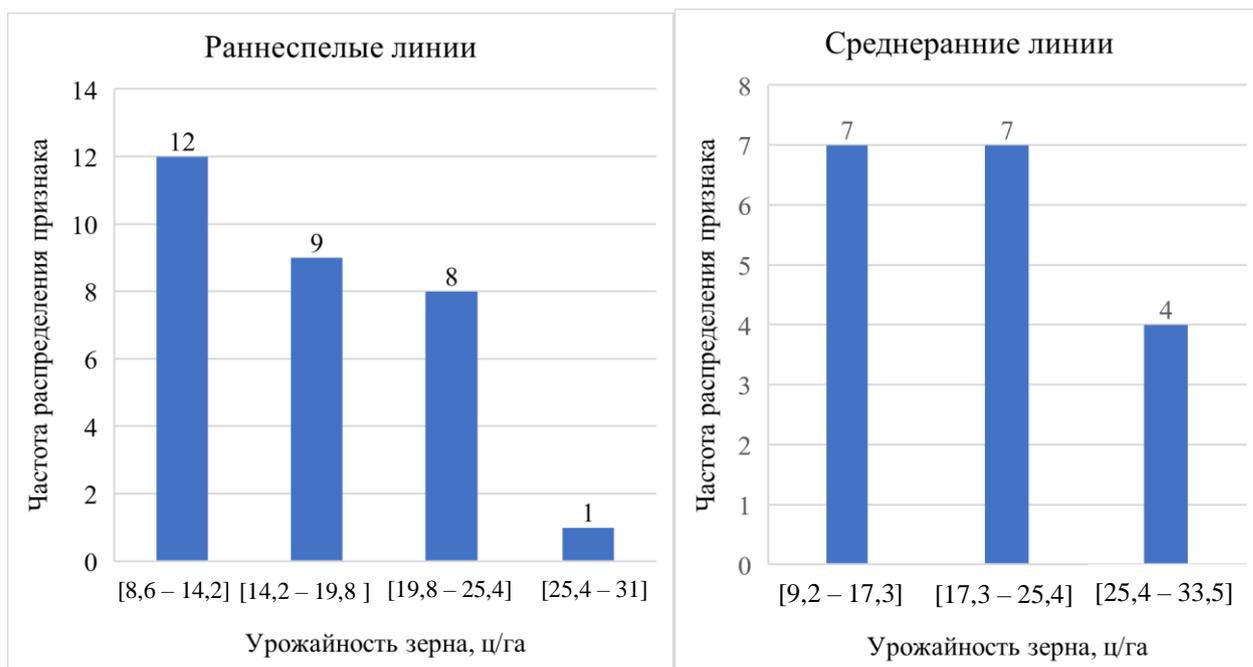


Рисунок 5 – Распределение новых раннеспелых и среднеранних инбредных линий по показателю урожайности зерна по результатам исследований в 2017-2018 гг.

В таблице 12 представлены лучшие по урожайности зерна раннеспелые линии. Как видно из таблицы, показатели урожайности в 2017 году были выше, чем в 2018. Такая значительная разница обусловлена неблагоприятными условиями выращивания кукурузы, сложившимися в 2018 году. Представленные 10 лучших по урожайности зерна новых линий имели высокие показатели по этому признаку, что позволяет делать вывод о высоком потенциале использования их в гетерозисных скрещиваниях. Следует отметить линию Лн0685, имеющую один из наибольших по величине показателей урожайности зерна и наивысший показатель общей комбинационной способности в системе топкросных скрещиваний. Линия Лн0681 имела одни из самых высоких показателей специфической комбинационной способности в схеме диаллельных скрещиваний в 2017 -2018 гг. Данное обстоятельство говорит о ценности этих линий и позволяет использовать это в дальнейшей работе по получению высокоурожайных гибридов.

Таблица 12 – Урожайность зерна 10 лучших новых инбредных линий кукурузы раннеспелой группы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Линия	Урожайность зерна, ц/га		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
Лн0716	30,7	23,1	26,9
Лн0685	29,9	17,7	23,8
Лн0718	28,9	16,7	22,8
Лн0681	26,0	18,6	22,3
Лн0717	26,1	17,5	21,8
Лн0695	26,5	16,1	21,3
Лн0626	26,4	16,2	21,2
Лн0635	27,2	13,5	20,4
Лн0627	24,5	15,9	20,2
Лн0679	27,1	11,1	19,1
Среднее по опыту	27,3	16,6	22,0
НСР ₀₅	3,1	2,9	1,8

Среднеранняя группа, равно как и раннеспелая, имела в 2017 году более высокие средние показатели урожайности зерна чем в 2018 (Таблица 13).

Таблица 13 - Урожайность зерна 10 лучших новых инбредных линий кукурузы среднеранней группы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Линия	Урожайность зерна, ц/га		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
Лн0728	34,1	25,6	29,8
Лн0724	30,5	24,5	27,5
Лн0723	32,5	22,4	27,5
Лн0731	28,9	24,7	26,8
Лн0722	26,0	20,5	23,3
Лн0634	25,0	19,5	22,3
Лн0711	24,7	17,3	21,0
Лн0703	27,5	14,1	20,8
Лн0608	24,0	14,9	19,4
Лн0604	22,9	15,0	18,9
Среднее по опыту	27,6	19,9	23,7
НСР ₀₅	3,0	2,7	1,7

Также следует отметить линии Лн0724 и Лн0633, которые при высокой урожайности зерна имели и высокий показатель ОКС в топкроссных скрещиваниях.

3.2.3. Высота растений

Высота растений кукурузы является важным хозяйственным признаком, связанным с другими признаками, такими как высота прикрепления початка, вегетационным периодом, количеством листьев, полеганием стеблей. Наиболее тесную связь высоты растений отмечают с признаком высоты прикрепления верхнего початка [167].

Высота растений является непостоянной величиной и может сильно варьировать в пределах одной линии либо гибрида, а также находится в тесной зависимости от агротехнических и климатических условий. В частности, показатель почвенной и воздушной влажности оказывает существенное влияние на высоту растений [114].

Из приведенных в таблице 14 значений варьирования признака «высота растений» у нового исходного материала раннеспелой группы видно, что коэффициент вариации по высоте растений имел среднее значение – 12% и был актуален для обоих годов изучения. Варьирование данного признака (Lim) в среднем за 2 года изучения составило 59,7 см.

Таблица 14 – Значения варьирования показателя высоты растений у новых раннеспелых инбредных линий кукурузы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Значение варьирования	Высота растений, см		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
№	30	30	30
Среднее, см	166,9	153,2	160,0
X_{min} , см	131,4	119,2	131,6
X_{max} , см	206,6	200,2	191,3
$Lim (X_{max} - X_{min})$, см	75,2	81,0	59,7
Стандартное отклонение (S)	21,2	19,6	18,8
Коэффициент вариации (CV), %	12,7	12,8	11,8
$НСР_{05}$	2,9	3,4	3,3

Из представленного графического распределения новых линий раннеспелой группы по высоте растений (рисунке 6) видно, что все линии практически равномерно разделились по частоте распределения на 3 группы: 10 линий – в

интервале 131,6 – 152,6 см, 11 линий – 152,6 – 173,6 см, 9 линий – 173,6 – 194,6 см.

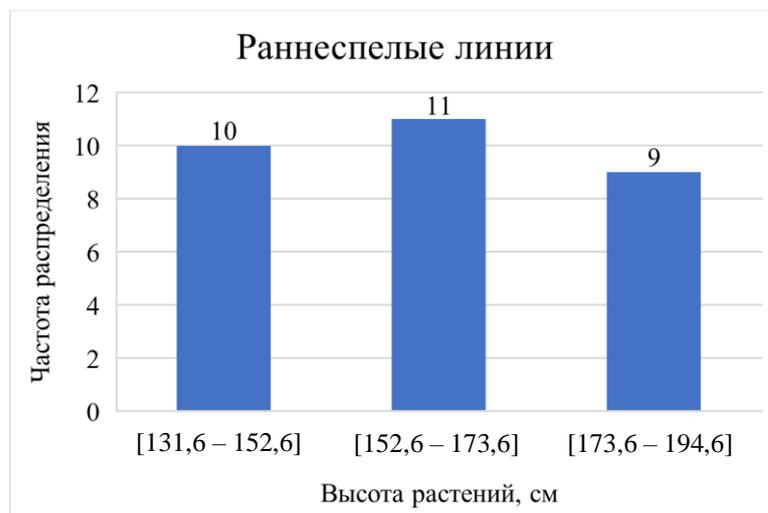


Рисунок 6 – Распределение новых раннеспелых инбредных линий по показателю высоты растений по результатам исследований в 2017-2018 гг.

Также, как и в раннеспелой группе линий, в среднеранней группе показатель коэффициента вариации высоты растений имел среднее значение – 11 – 12,2 % (таблица 15). Размах варьирования в данной группе составил 55,4 см в среднем за 2 года исследований.

Таблица 15 – Значения варьирования показателя высоты растений у новых среднеранних инбредных линий кукурузы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Высота растений, см		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
№	18	18	18
Среднее, см	171,3	152,1	161,7
X_{\min} , см	133,4	112,5	135,4
X_{\max} , см	209,4	182,0	190,8
$\text{Lim} (X_{\max} - X_{\min})$, см	76,0	69,6	55,4
Стандартное отклонение (S)	18,9	18,5	16,4
Коэффициент вариации (CV), %	11,0	12,2	10,2
НСР_{05}	2,9	3,4	3,3

Из графика на рисунке 7 видно, что большая часть среднеранних линий имели высоту растений в интервалах 135,4 – 157,4 см и 157,4 - 179,4 см, по 7 линий в каждой группе. 4 линии располагались в интервале 179,4 – 201,4 см.

Из представленных данных видно, что стабильность по признаку «высота растений», у раннеспелой и среднеранней групп характеризовались высокой однородностью при среднем коэффициенте вариации внутри групп. Данное обстоятельство позволяет сделать вывод о выровненности изучаемого нами линейного материала.

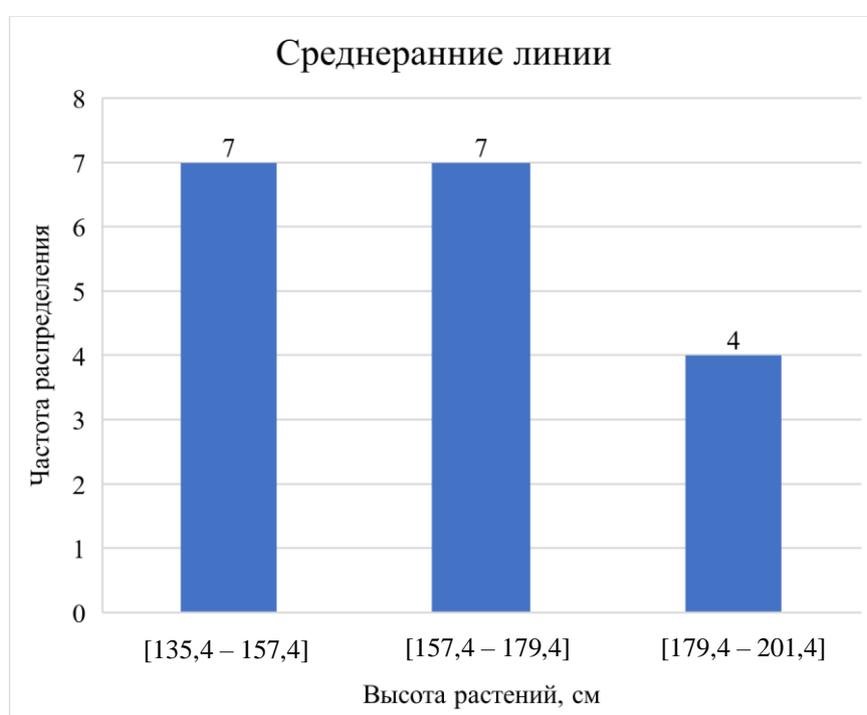


Рисунок 7 – Распределение новых среднеранних инбредных линий по показателю высоты растений по результатам исследований в 2017-2018гг.

Представленные лучшие по высоте растений линии раннеспелой (таблица 16) и среднеранней (таблица 17) групп соответствовали технологическим нормам возделывания. Так, в раннеспелой группе высота растений варьировала от 131,6 до 191,3 см и от 135,4 до 190,8 см в среднеранней группе.

Таблица 16 – Высота растений 10 лучших новых инбредных линий кукурузы раннеспелой группы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Линия	Высота растений, см		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
Лн0647	182,5	200,2	191,3
Лн008	206,6	173,8	190,2
Лн0668	195,5	174,0	184,8
Лн0685	189,7	172,4	181,1
Лн0681	185,8	169,4	177,6
Лн0627	195,1	159,9	177,5
Лн0729	186,9	166,1	176,5
Лн0716	182,7	169,8	176,2
Лн0635	182,5	168,6	175,6
Лн0725	181,5	162,3	171,9
Среднее по опыту	188,89	171,7	180,3
НСР ₀₅	2,9	2,2	4,1

Таблица 17 – Высота растений 10 лучших новых инбредных линий кукурузы среднеранней группы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Линия	Высота растений, см		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
Лн0634	209,4	172,3	190,8
Лн0699	187,3	182,0	184,7
Лн0724	183,3	180,9	182,1
Лн0731	198,4	160,7	179,5
Лн0633	177,0	171,6	174,3
Лн0602	185,4	160,1	172,8
Лн0703	182,0	156,3	169,1
Лн0604	174,5	150,0	162,3
Лн0723	163,9	156,2	160,0
Лн0728	164,9	150,8	157,8
Среднее по опыту	152,6	157,1	161,2
НСР ₀₅	1,7	2,6	5,4

3.2.4. Высота прикрепления початка

Как отмечают многие исследователи, высота прикрепления початка является важным признаком, поскольку от него зависит технологичность и пригодность к комбайновой уборке производственных гибридов. Высота прикрепления верхнего початка в разной степени коррелирует непосредственно с признаком высоты растений [167, 21].

Размах варьирования в раннеспелой группе линий в среднем за 2 года исследований (таблица 18) имел высокий показатель: $Lim - 42,0$ см. Также в представленной группе высоким был и коэффициент вариации – 23,7%, в среднем за 2 года.

Таблица 18 – Значения варьирования показателя высоты прикрепления початка у новых раннеспелых инбредных линий кукурузы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Высота прикрепления початка, см		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
№	30	30	30
Среднее, см	54,6	53,9	54,3
X_{min} , см	33,3	33,9	34,4
X_{max} , см	80,0	78,9	76,4
$Lim (X_{max} - X_{min})$, см	46,7	45,0	42,0
Стандартное отклонение (S)	14,8	12,9	12,9
Коэффициент вариации (CV), %	27,2	23,9	23,7
$НСР_{05}$	2,1	2,2	2,5

Частота распределения раннеспелых линий, представленная на графике 8 показывает, что большая группа (13 линий) расположилась в интервале 34,4 – 49,4 см. Средний показатель признака «высота прикрепления початка» имели 9 линий и расположились в интервале 49,4 – 64,4 см. Наибольший показатель по данному признаку имели 8 линий – интервал 64,4 – 79,4 см.

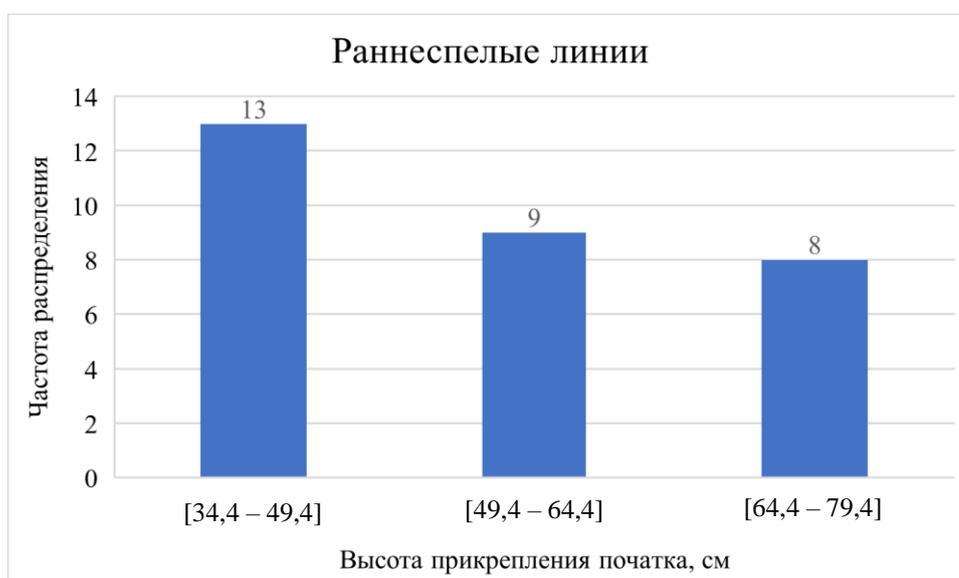


Рисунок 8 – Распределение новых раннеспелых инбредных линий по показателю высоты прикрепления початка по результатам исследований в 2017-2018 гг.

Размах варьирования лучших раннеспелых линий по признаку «высота прикрепления початка» (таблица 19) составил от 63,0 до 76,4 см за 2 года исследований, что соответствует требованиям механизированной уборки.

Таблица 19 – Высота прикрепления початка 10 лучших новых инбредных линий кукурузы раннеспелой группы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Линия	Высота прикрепления початка, см		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
Лн0635	73,9	78,9	76,4
Лн0691	62,2	78,6	70,4
Лн0668	70,3	73,1	71,7
Лн0693	79,4	67,6	73,5
Лн0725	59,1	67,2	63,1
Лн0685	59,8	66,2	63,0
Лн0729	74,5	64,9	69,7
Лн008	65,7	62,1	63,9
Лн0228зм	78,8	60,9	69,1
Лн0718	79,9	60,8	70,4
Среднее по опыту	70,3	68,1	69,2
НСР ₀₅	2,1	2,2	2,5

Размах варьирования признака «высота прикрепления початка» в среднеранней группе линий, как и в раннеспелой, был высоким – $Lim = 42,9$ см, в среднем за 2017 и 2018 гг. (таблица 20). Минимальное значение по данному признаку составило X_{min} , см = 30,2 см, максимальное - X_{max} , см = 73,2 см. Из чего следует высокий показатель коэффициента вариации – 21%.

Таблица 20 – Значения варьирования показателя высоты прикрепления початка у новых среднеранних инбредных линий кукурузы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Высота прикрепления початка, см		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
№	18	18	18
Среднее, см	60,7	57,7	59,2
X_{min} , см	35,4	36,0	35,7
X_{max} , см	102,4	89,1	95,7
$Lim (X_{max} - X_{min})$, см	67,0	53,1	60,0
Стандартное отклонение (S)	16,4	13,9	13,9
Коэффициент вариации (CV), %	27,0	24,1	23,5
$НСР_{05}$	2,1	2,2	2,5

Столь высокие показатели коэффициента вариации позволяют сделать вывод о высокой разнородности исследуемого материала по изучаемому признаку, что дает возможность проведения более качественного отбора ценных линий по данному признаку.

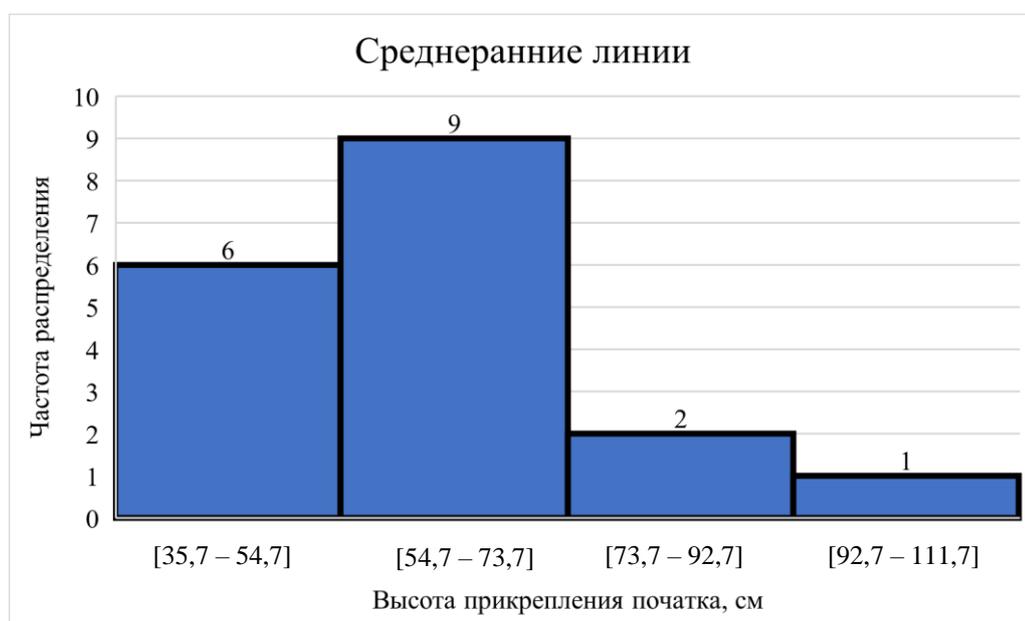


Рисунок 9 – Распределение новых среднеранних инбредных линий по показателю высоты прикрепления початка по результатам исследований в 2017-2018 гг.

Таблица 21 – Высота прикрепления початка 10 лучших новых инбредных линий кукурузы среднеранней группы, исследуемых в НИЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Линия	Высота прикрепления початка, см		
	2017 г.	2018 г.	Среднее
Лн0634	102,4	89,1	95,7
Лн0724	69,1	88,4	78,8
Лн0633	61,0	67,9	64,5
Лн0604	84,0	64,4	74,2
Лн0728	51,6	63,7	57,6
Лн0607	47,8	62,8	55,3
Лн0723	63,8	59,6	61,7
Лн0699	69,9	56,8	63,4
Лн0722	60,9	55,1	58,1
Лн0602	57,3	55,0	56,1
Среднее по опыту	66,8	66,3	66,5
НСР ₀₅	2,1	2,2	2,5

Большинство среднеранних линий вошло в 2 оптимальные группы по частоте распределения признака высота прикрепления початка (Рисунок 9). Так, 6 линий входило в диапазон распределения 35,7- 54,7 см, 9 линий – в диапазон 54,7

– 73,7 см. Лишь 3 линии имели высокие значения показателя «высота прикрепления початка»: 2 линии – 73,7 - 92,7 см и 1 линия – 92,7 – 111,7 см за 2 года исследований.

Лучшие новые линии кукурузы среднеранней группы, равно как и линии раннеспелой группы, имели оптимальные значения признака «высота прикрепления початка», необходимые при возделывании (таблица 21).

3.3. Морфо-биологическая характеристика початка

Эффективность селекции кукурузы на повышение урожайности зерна зависит от степени генетической изменчивости и связанных с ней показателей в селекционной популяции.

Помимо изучения основных селекционных признаков немало важную роль в селекционном процессе играет изучение основных элементов структуры урожая початка.

Урожайные качества початков считаются наиболее важными признаками при определении хозяйственного потенциала линий и гибридов кукурузы [8, 167].

Урожайность початков является количественным признаком, который зависит от других взаимосвязанных признаков, таких как длина початка, диаметр початка, масса 1000 зерен, количество рядов зерен и др. В этой связи, всестороннее изучение элементов продуктивности, непосредственно связанных с урожайностью линий, имеет важное практическое и теоретическое значение [71, 79].

Признак «длина початка» является одним из основных в исследовании структурных элементов урожайности зерна, несмотря на то, что данный признак очень изменчив и имеет сильную зависимость от условий выращивания. Данное обстоятельство несколько ни умоляет значимость «длинны початка» для селекционного отбора, поскольку, как сообщают многие источники, данный признак имеет связь с другими признаками, такими как «количество зерен в ряду» [19, 130].

Показатель «диаметр початка» также является немаловажным признаком початков. Как и «длина початка», данный признак имеет слабую фенотипическую стабильность и зависит от условий возделывания линий. Тесной связи диаметра и длины початка не было достоверно выявлено.

Такой селекционно- важный признак как «количество рядов зерен» является наиболее стабильным и в меньшей мере зависит от условий среды, поскольку является генетической чертой каждой линии. Наиболее тесную связь данный признак проявляет с признаком «диаметр початка» [36, 45].

«Количество зерен в ряду» также является значимым признаком, поскольку позволяет добиться увеличения показателя продуктивности. Данный признак имеет взаимосвязь с признаком «длина початка», является зависимым от условий возделывания.

«Вес зерна с початка» принято считать одним из основных элементов продуктивности, поскольку данный показатель по мнению других авторов имеет наиболее тесную связь с урожайностью линий. «Вес зерна с початка» тесно связана с «весом початка» и менее тесно с длиной початка и диаметром [53].

«Вес початка» складывается из веса зерна с початка и веса стержня и зависит как от фенотипических, так и от генетических предпосылок.

Для многих исследователей показатель «масса 1000 зерен» является одним из ключевых, поскольку свидетельствует о размере зерен. Данный признак тесно взаимосвязан с признаком «вес зерна с початка». По мнению некоторых исследователей, на массу 1000 зерен и, соответственно, на степень отдачи влаги зерном при созревании может оказывать влияние изменения нормы высева. Масса 1000 зерен — один из ключевых факторов, контролируя который, можно так или иначе влиять на качество урожайности зерна.

В таблице 22 представлены результаты вариационного анализа новых самоопыленных линий за 2017-2018 гг., а также в среднем за два года исследований по хозяйственно-ценным признакам початка. Как видно из таблицы, коэффициенты вариации по отдельным признакам резко отличались по

показателям в различные года исследования. Связано это с различием сложившихся погодных условиях на территории проведения испытаний.

Таблица 22 – Значения варьирования показателей хозяйственно-ценных признаков у новых раннеспелых инбредных линий кукурузы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Признак							
	Длина початка, см.	Диаметр початка, см.	Кол. зерен в ряду, шт.	Вес початка, г.	Вес зерна с початка, г.	Кол. рядов зерен, шт.	Масса 1000 зерен, г.	Выход зерна с початка, %
Год исследований	2017 г.							
№	30	30	30	30	30	30	30	30
Среднее	15,8	3,6	25,4	66,8	47,4	14,7	194,2	74,9
X _{min}	12,9	1,6	13,4	35,2	15,2	12,0	126,4	53,7
X _{max}	19,5	7,0	34,4	91,6	70,6	20,0	277,6	84,0
Lim	6,6	5,3	21,1	56,4	55,4	8,0	151,2	30,3
S	1,5	0,8	5,4	16,0	15,7	2,1	35,2	7,7
CV,%	9,3	22,2	21,1	23,9	33,1	14,5	18,1	10,3
НСР ₀₅	0,5	0,3	2,0	6,0	5,9	0,8	13,1	3,6
Год исследований	2018 г.							
№	30	30	30	30	30	30	30	30
Среднее	13,2	3,6	31,0	99,3	79,3	15,4	208,7	72,7
X _{min}	7,1	3,1	21,2	76,1	57,3	12,0	159,4	43,9
X _{max}	19,6	4,4	40,8	140,0	119,0	20,0	279,4	85,7
Lim	12,5	1,2	19,6	63,9	61,7	8,0	120,0	41,8
S	2,3	0,3	4,0	18,3	18,1	2,4	29,4	9,6
CV,%	17,7	8,0	12,8	18,4	22,8	15,3	14,1	13,3
НСР ₀₅	0,9	0,1	1,5	6,8	6,7	0,9	11,0	2,7
Год исследований	Среднее							
№	30	30	30	30	30	30	30	30
Среднее	14,5	3,6	28,2	83,1	63,3	15,0	201,4	74,9
X _{min}	11,3	2,4	21,1	62,5	42,6	12,0	151,2	53,7
X _{max}	19,5	5,4	36,8	108,8	88,0	20,0	278,5	84,0
Lim	8,3	3,0	15,7	46,2	45,4	8,0	127,3	30,3
S	1,7	0,5	3,8	15,2	14,9	2,0	29,8	7,7
CV,%	11,4	13,1	13,4	18,3	23,5	13,5	14,8	10,3
НСР ₀₅	0,6	0,2	1,4	5,7	5,6	0,8	11,1	2,9

Показатель коэффициента вариации за два года имел среднее значение (10 – 20%) по большинству изучаемых признаков. Высокий показатель вариации (20 – 30%) имел лишь признак «вес зерна с початка».

Данное обстоятельство позволяет сделать вывод об относительной однородности исследуемого материала по представленным признакам. Тем не менее полученные результаты не исключают ведение направленного отбора на улучшение хозяйственно ценных признаков.

Наилучшие результаты по представленным признакам в раннеспелой группе новых линий приведены в таблице 23. Так, линии Лн0716, Лн0627 и Лн0695 имели наилучшие результаты по признакам «вес зерна с початка» и «масса 1000 зерен», высоким у них было значение показателя «выход зерна с початка».

Таблица 23 – Результаты анализа количественных признаков, элементов структуры урожайности 10 раннеспелых линий кукурузы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Линия	Длина початка, см.	Диаметр початка, см.	Кол. зерен в ряду, шт.	Вес початка, г.	Вес зерна с початка, г.	Кол. рядов зерен, шт.	Масса 1000 зерен, г.	Выход зерна с початка, %
Лн0716	13,7	4,2	25,9	106,6	86,2	17,0	278,5	81,2
Лн0685	15,1	3,5	32,0	88,9	68,6	18,0	189,1	83,4
Лн0718	14,4	3,8	29,7	86,3	66,2	14,0	224,9	81,6
Лн0681	14,2	3,7	27,3	86,9	67,2	16,0	223,6	71,5
Лн0717	14,3	3,6	32,6	88,6	69,3	17,0	186,5	84,0
Лн0695	13,2	4,0	26,4	101,0	81,5	20,0	201,8	81,2
Лн0626	14,4	3,7	29,8	80,0	61,6	16,0	168,5	80,1
Лн0635	15,4	3,4	34,6	101,0	81,0	15,0	187,8	76,4
Лн0627	16,6	3,6	31,8	103,6	83,2	12,0	250,4	77,4
Лн0679	14,1	3,7	21,1	91,9	71,7	15,0	225,4	83,7
Среднее по опыту	14,5	3,6	28,2	83,1	63,3	15,0	201,4	74,9

Следует обратить внимание на линию Лн0635, имеющую высокий показатель «вес зерна с початка» - 81 г., при сниженном относительно остальных

линий показателе «масса 1000 зерен» (187,8 г.). Из этого следует вывод о мелком зерне при хорошей и плотной озерненности початка, о чем свидетельствует значение признака «количество зерен в ряду» - 34,6 шт.

Таблица 24 – Значения варьирования показателей хозяйственно-ценных признаков у новых среднеранних инбредных линий кукурузы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Значения варьирования	Признак							
	Длина початка, см.	Диаметр початка, см.	Кол. зерен в ряду, шт.	Вес початка, г.	Вес зерна с початка, г.	Кол. рядов зерен, шт.	Масса 1000 зерен, г.	Выход зерна с початка, %
Год исследований	2017 г.							
№	18	18	18	18	18	18	18	18
Среднее	15,8	3,6	26,8	69,6	49,5	14,5	213,0	78,5
X _{min}	12,8	3,1	21,8	46,2	26,4	12,0	149,5	68,4
X _{max}	18,8	4,4	32,8	107,8	88,0	20,0	314,6	89,9
Lim	6,0	1,3	11,0	61,7	61,6	8,0	165,1	21,5
S	1,9	0,4	3,7	16,7	16,4	2,4	43,8	5,2
CV,%	12,2	10,3	13,9	23,9	33,2	16,6	20,5	6,6
HCP ₀₅	1,0	0,2	1,8	8,3	8,2	1,2	21,8	2,6
Год исследований	2018 г.							
№	18	18	18	18	18	18	18	18
Среднее	14,5	3,8	31,7	108,1	88,0	15,7	236,8	78,4
X _{min}	11,4	3,2	26,7	72,6	52,4	12,0	164,0	59,8
X _{max}	19,1	4,4	38,3	149,1	128,1	20,0	342,6	92,8
Lim	7,7	1,2	11,5	76,5	75,6	8,0	178,6	33,0
S	2,0	0,3	3,7	26,3	25,8	2,3	46,9	8,6
CV,%	13,9	8,3	11,6	24,4	29,3	14,7	19,8	11,0
HCP ₀₅	1,0	0,2	1,8	13,1	12,8	1,1	23,3	4,3
Год исследований	Среднее							
№	18	18	18	18	18	18	18	18
Среднее	15,2	3,7	29,4	90,1	70,1	15,2	224,9	78,4
X _{min}	12,1	3,1	24,6	61,2	41,4	12,0	156,8	67,9
X _{max}	18,4	4,4	34,0	128,5	108,0	19,0	328,6	88,9
Lim	6,3	1,3	9,5	67,3	66,6	7,0	171,9	21,0
S	1,8	0,3	3,0	20,4	20,1	2,2	43,4	5,5
CV,%	11,8	8,7	10,2	22,6	28,7	14,5	19,3	7,1
HCP ₀₅	0,9	0,2	1,5	10,1	10,0	1,1	21,6	2,8

В среднеранней группе новых линий (таблица 24) высокий коэффициент вариации имели признаки «вес початка» и, тесно связанный с ним, «вес зерна с початка» - 22,6 % и 28,7 %, соответственно. Как и в случае раннеспелой группы, все исследуемые признаки имели различия по показателям в зависимости от сложившихся условий.

Представленные в таблице 25 лучшие среднеранние линии за 2017-2018 гг. имели высокие показатели по большинству признаков. Особое внимание обращает на себя линия Лн0724, имеющая невысокий относительно других линий показатель признака «вес зерна с початка» (88,9 г.) при самом высоком показателе признака «масса 1000 зерен». Данное обстоятельство говорит о достаточно крупном размере зерна и позволяет использовать линию Лн0724 как источник данного признака.

Таблица 25 – Результаты анализа количественных признаков, элементов структуры урожайности 10 среднеранних линий кукурузы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Линия	Длина початка, см.	Диаметр початка, см.	Кол. зерен в ряду, шт.	Вес початка, г.	Вес зерна с початка, г.	Кол. рядов зерен, шт.	Масса 1000 зерен, г.	Выход зерна с початка, %
Лн0728	14,0	4,2	33,3	113,9	94,3	19,0	192,9	81,2
Лн0724	16,5	3,8	27,7	109,4	88,9	14,0	284,3	79,5
Лн0723	18,4	3,6	30,7	95,7	75,1	16,0	228,3	84,5
Лн0731	17,0	4,4	31,0	117,5	95,2	16,0	272,6	79,5
Лн0722	14,0	3,9	29,6	104,1	83,7	15,0	254,6	81,4
Лн0634	14,3	3,4	28,1	85,6	64,9	15,0	197,8	81,5
Лн0711	15,3	3,9	27,8	88,4	67,8	14,0	257,2	84,1
Лн0703	15,8	3,9	34,0	128,5	108,0	15,0	227,1	76,6
Лн0608	12,8	3,6	27,2	78,1	58,4	12,0	252,8	88,9
Лн0604	13,9	3,4	27,6	74,1	54,7	13,0	192,0	80,3
Среднее по опыту	15,2	3,8	29,7	99,5	79,1	14,9	235,9	78,4

3.4. Корреляционный анализ количественных признаков, элементов структуры урожайности у новых самоопыленных линий кукурузы

Как отмечалось ранее, урожайность - один из сложных признаков, контролируемых несколькими взаимодействующими генотипическими факторами и факторами окружающей среды. Существует довольно мало компонентов урожайности, которые менее сложны и меньше подвержены влиянию изменений окружающей среды [23, 41]. Изучение взаимосвязей, существующих между урожайностью и составляющими ее компонентами, может значительно повысить эффективность селекционных программ сельскохозяйственных культур за счет использования надлежащих селекционных показателей. Прямой отбор для определения урожайности часто вводит в заблуждение, поскольку на него сильно влияют непредсказуемые факторы окружающей среды. Анализ коэффициента корреляции полезен при выборе нескольких признаков, одновременно влияющих на урожайность. Генетический корреляционный анализ использует степень ассоциации между важными количественными признаками. Используя генетические корреляции между признаками, вторичные признаки могут использоваться для улучшения первичных, которые имеют низкую наследуемость или трудны для измерения [66, 68, 146].

Таким образом, нами была проведена работа по выявлению связи урожайности зерна с основными селекционными и хозяйственно-ценными признаками всего набора новых самоопыленных линий кукурузы и определена взаимная корреляция между данными признаками на генотипическом уровне для получения значений, показывающих степень прямого и косвенного влияния различных биометрических признаков на урожайность зерна [86, 91].

Изучение значений коэффициентов корреляции в раннеспелой группе новых самоопыленных линий (таблица 26) показывает, что признак «урожайность зерна» с гектара давал высокую положительную корреляцию со всеми признаками, кроме «длина початка» и «количество дней от всходов до цветения початков». «Урожайность зерна» имеет самые высокие статистически значимые

корреляции с «вес початка» (0,70), «вес зерна с початка» (0,70), «выход зерна» (0,62). В литературе имеются исследования, в которых сообщается, что данные признаки положительно и значительно взаимосвязаны с урожайностью зерна [68]. Данное обстоятельство позволяет заключить, что гибриды с высокими показателями по отмеченным признакам обладают значительным потенциалом у высокой урожайности зерна.

Таблица 26 – Показатели корреляции между основными признаками растений раннеспелых инбредных линий, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

	Урожай- ность зерна	Длина початка	Диаметр початка	Кол-во зерен в ряду	Вес початка	Вес зерна с початка	Кол-во рядов зерен	Масса 1000 зерен	Высота растений	Высота прикреп. початка	Выход зерна
Длина початка	0,05										
Диаметр початка	0,22	-0,02									
Кол-во зерен в ряду	0,27	0,71	0,03								
Вес початка	0,70	0,33	0,43	0,42							
Вес зерна с початка	0,70	0,32	0,42	0,43	0,98						
Кол-во рядов зерен	0,53	-0,23	0,43	0,10	0,46	0,47					
Масса 1000 зерен	0,47	0,31	0,07	0,08	0,62	0,61	-0,07				
Высота растений	0,23	0,31	-0,13	0,10	0,09	0,08	-0,22	0,29			
Высота пр. Початка	0,18	0,13	0,27	0,10	-0,03	-0,05	-0,09	-0,03	0,66		
Выход зерна	0,62	0,00	-0,08	0,28	0,42	0,45	0,38	0,27	-0,20	-0,26	
Кол-во дней от всх. до цвет. початков	0,01	0,01	0,15	0,13	-0,09	-0,08	0,17	-0,19	0,03	0,20	0,06

В результате проведенных нами исследований, были получены высокие положительные показатели корреляции между признаками «высота растения» и «высота прикрепления початка» (0,66). Наивысшие показатели корреляции наблюдались между признаками «вес початка» и «вес зерна с початка» (0,98).

Подобные наблюдения описываются многими исследователями [41, 66, 221]. Они утверждают, что улучшение каждого из признаков приведет к общему улучшению генотипов, а нахождение корреляционных зависимостей помогают в принятии разумных решений при выборе признаков, контролируемых множеством генов, таких как урожайность зерна, которая, как количественный признак, контролируется полигенно. Эти результаты означают, что эффективное повышение урожайности зависит от одновременного улучшения всех компонентов урожая. Фактически, селекция, основанная только на урожайности зерна, часто менее эффективна и действенна, поэтому отбор должен производиться на основе различных характеристик урожая.

Исследования взаимосвязей признаков в среднеранней группе новых самоопыленных линий кукурузы за 2 года исследований показывают положительную корреляцию с признаком «урожайность зерна» (таблица 27).

Признаки, которые показали высокую корреляцию с «урожайностью зерна» были теми же, что и в раннеспелой группе новых линий - «вес початка» (0,69), «вес зерна с початка» (0,68) и «выход зерна» (0,67), за исключением признака «кол-во дней от всходов до цветения початков», который в среднеранней группе новых линий имел более высокий показатель (0,62), чем в раннеспелой группе (0,01).

Таблица 27 – Показатели корреляции между основными признаками растений среднеранних инбредных линий, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

	Урожай- ность зерна	Длина початка	Диаметр початка	Кол-во зерен в ряду	Вес початка	Вес зерна с початка	Кол-во рядов зерен	Масса 1000 зерен	Высота растений	Высота прикреп. початка	Выход зерна
Длина початка	0,22										
Диаметр початка	0,54	0,14									
Кол-во зерен в ряду	0,24	0,43	0,27								
Вес початка	0,69	0,37	0,69	0,57							
Вес зерна с початка	0,68	0,36	0,68	0,58	0,97						
Кол-во рядов зерен	0,10	-0,22	0,40	0,19	0,20	0,22					
Масса 1000 зерен	0,36	0,42	0,35	-0,24	0,42	0,41	-0,47				
Высота растений	0,18	0,28	-0,05	-0,04	0,28	0,26	-0,05	0,22			
Высота прикреп. Початка	0,22	0,13	-0,25	0,06	0,21	0,21	-0,05	-0,05	0,75		
Выход зерна	0,67	-0,11	0,21	-0,03	0,33	0,33	-0,16	0,34	-0,32	-0,05	
Кол-во дней от всходов до цветения початков	0,62	0,22	0,66	0,49	0,63	0,64	0,33	0,18	-0,17	-0,02	0,40

Графическая интерпретация взаимодействия между признаками раннеспелой группы новых линий за 2 года исследований представлены на рисунке 10. Графики рассеивания показывают, что с увеличением значений признаков «вес початка», «вес зерна с початка», «выход зерна» происходило увеличение урожайности зерна новых самоопыленных линий кукурузы в сложившихся условиях выращивания. Так, линия Лн0716, имеющая самый высокий показатель урожайности в своей группе (26,9 ц/га), имела одни из самых

высоких значений по признакам «вес початка» и «вес зерна с початка» - 106,6 и 86,2 г., соответственно. Также высоким у этой линии был показатель признака «выход зерна» - 81,2%.

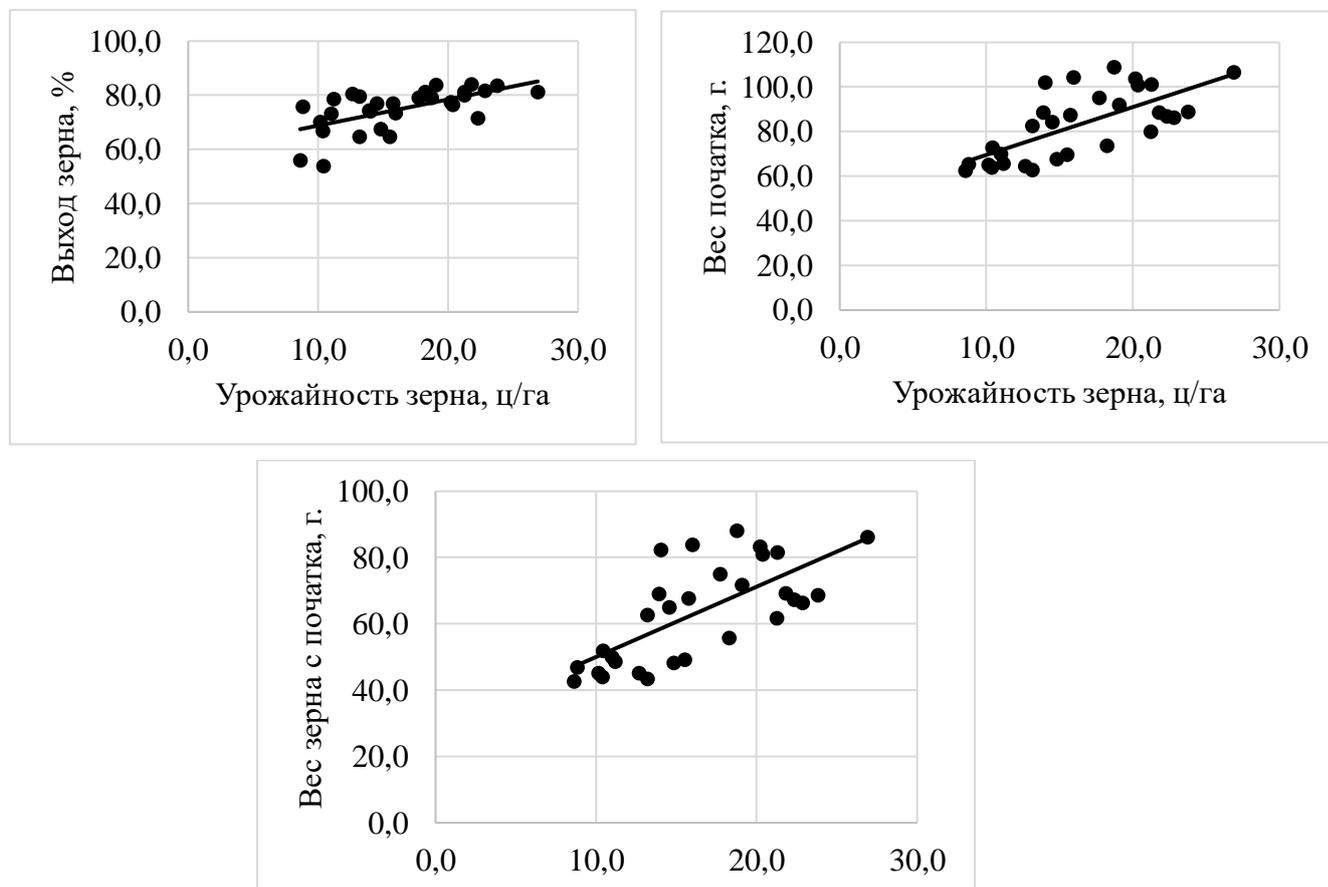


Рисунок 10 – Зависимость урожайности зерна самоопыленных линий кукурузы раннеспелой группы от признаков продуктивности, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

На рисунке 11 представлено графическое отображение корреляционных взаимодействий между урожайностью и признаками продуктивности среднеранней группы новых линий. Линия Лн0728, являясь самой урожайной в своей группе (29,8 ц/га), также была самой позднеспелой. Ее показатель «количество дней от всходов до цветения початков» составил 58 дней в среднем за 2 года исследований. Данное обстоятельство подтверждается многими ранними исследованиями, в которых отмечается тесная взаимосвязь поздних сроков созревания с высокими показателями урожайности зерна. Признаки «вес зерна с

початка» и «выход зерна» у линии Лн0728 также имеют высокие значения – 94,3 г. и 81,2%, соответственно.

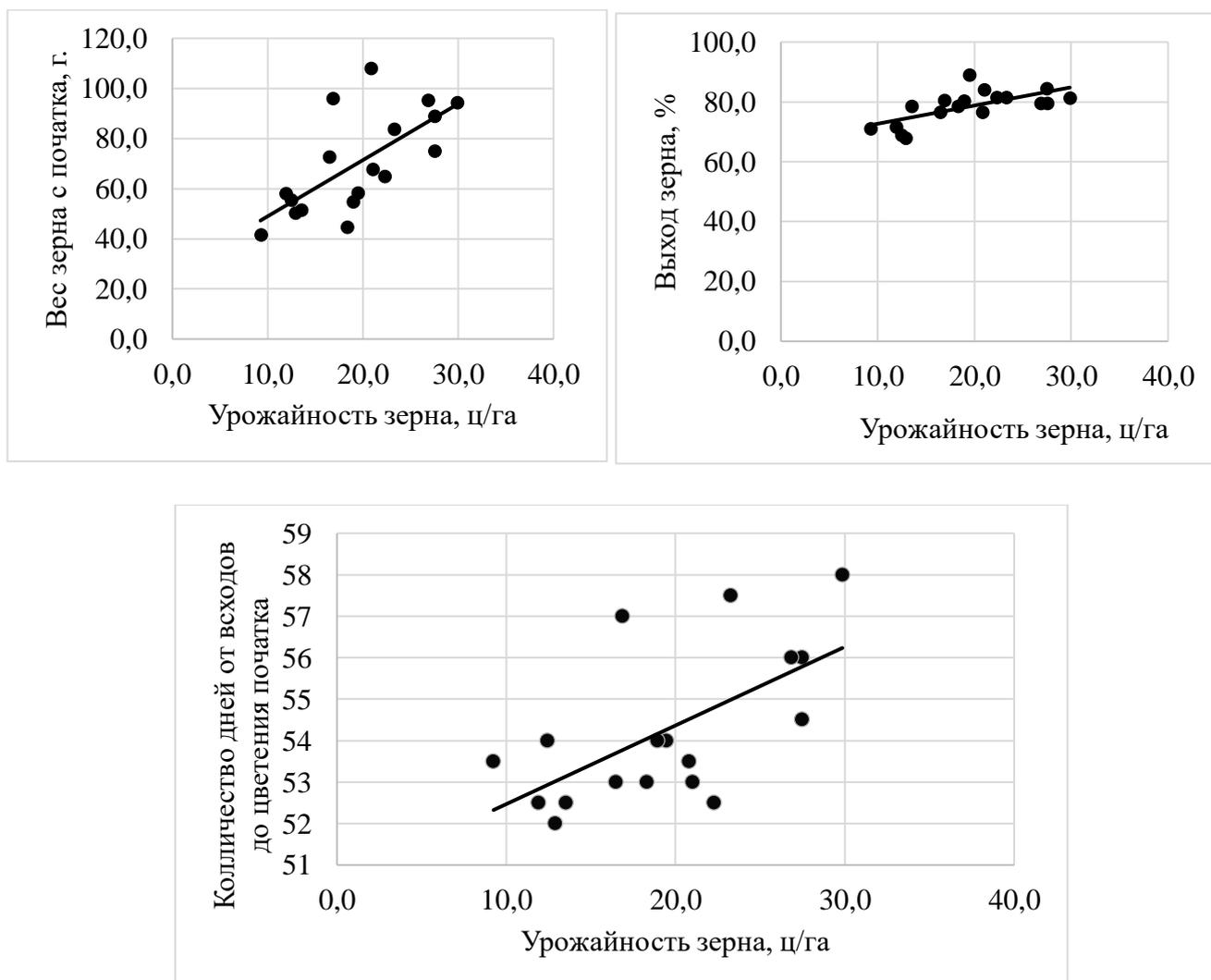


Рисунок 11 – Зависимость урожайности зерна самоопыленных линий кукурузы среднеранней группы от признаков продуктивности, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

3.5. Динамика влагоотдачи зерном при созревании

Динамика потери влаги зерном при созревании определялась в качестве дополнительной оценки нового исходного материала самоопыленных линий кукурузы. В 2017-2018 годах девять лучших по комбинационной способности линий были включены в опыт по изучению динамики потери влаги зерном при созревании [63, 107, 108]. Опыт проводился по следующей методике, принятой многими селекционерами: девять отобранных линий, высевались в селекционном

питомнике вместе с другим линейным материалом, все агротехнические приемы были общими и включали стандартные мероприятия. По мере развития растений и формирования початков до начала цветения все початки были заизолированы. В дальнейшем, при наступлении массового цветения, изоляторы были удалены и початки опылялись вручную [100, 141, 142]. Початки, не сформировавшиеся к моменту общего цветения, удалялись. Таким образом достигалось одновременное опыление всех растений на делянке. Для определения влажности зерна брались 3-4 початка с делянки. Первая проба влажности была проведена спустя 30 дней после опыления. В дальнейшем взятие проб проводилось каждые 7 дней до наступлений полной спелости зерна [223]. Отобранные початки обмолачивались вручную, влажность зерна определялась на влагомере «Компьютерный анализатор зерна (США) GAC2100 Agri».

Как было отмечено выше, всего в опыте было использовано девять линий, шесть из которых – линии с высокой ОКС по урожайности зерна и три - с высокой СКС по урожайности зерна. В таблице 28 приведена характеристика процесса потери влаги различными линиями.

Таблица 28 – Динамики потери влаги зерном при созревании новых инбредных линий кукурузы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

№ делянки	Линия	Влажность зерна на момент взятия пробы, %				
		1 проба	2 проба	3 проба	4 проба	5 проба
180	Лн0613	40,7	35,5	23,2	13,1	9,2
181	Лн0626	37,3	29,4	22,7	13,5	10,9
182	Лн0633	39,4	36,8	18,4	13,1	10,9
183	Лн0667	40,3	34,5	18,9	13,2	11,2
184	Лн0681	42,9	38,3	34,8	15,3	11,3
185	Лн0685	39,2	34,5	32,2	14,7	9,1
186	Лн0706	41,6	32,9	24,0	13,1	9,3
187	Лн0718	37,9	35,1	32,1	14,1	11,3
188	Лн0720	39,3	34,5	17,2	12,9	11,5

Как видно из таблицы на начальном этапе (при 1 пробе), влажность зерна была различна и колебалась от 37,3% у линии Лн0626 до 42,9% у линии Лн0681. Однако, при 4 пробе все линии имели одинаковую влажность и уже при 5 пробе вновь появились различия, но колебания влажности составляли всего 1 – 2 %. Основные различия в скорости и величине потери влаги зерном составляли 2 и 3 пробы. В задачу наших исследований входило отбор линий, имеющих более продолжительный период налива зерна, т.е. медленно теряющих влагу на начальных периодах и быстро отдающих ее в конце созревания.

Линии Лн0681, Лн0685, Лн0718 крайне медленно теряли влагу в течении первых трех проб. Так влажность зерна линии Лн0681 в третью пробу составляла 34,8%, в то время как влажность зерна линии Лн0720 – 17,2%. Однако, влажность зерна этих линий в заключительной пробе находилась на уровне с остальными линиями и составляла 9,1 – 11,3%. В сравнении с перечисленными линиями, линии Лн0633, Лн0667 уже при третьей пробе имели влажность зерна 18,4 и 18,9% соответственно, т. е. у этих линий снижение влажности зерна началось значительно раньше. Различная скорость потери влаги зерном имеет высокое влияние на налив зерна и, соответственно, на урожайность этих линий. В таблице 29 приведены урожайные данные линий, находящихся в изучении.

Таблица 29 – Характеристика новых инбредных линий 2017-2018 гг.

№ делянки	Линия	Урожайность зерна, ц/га	Уборочная влажность, %
180	Лн0613	18,5	13,0
181	Лн0626	25,7	12,8
182	Лн0633	13,7	12,9
183	Лн0667	13,2	13,0
184	Лн0681	26,0	12,9
185	Лн0685	29,9	13,0
186	Лн0706	21,0	12,8
187	Лн0718	29,0	12,8
188	Лн0720	21,5	13,1
НСР _{0,5}		2,1	1,8

Так, урожайность зерна трех лучших по данному признаку линий (Лн0681, Лн0685, Лн0718), имеющих постепенное снижение влажности в начальных периодах, составляет 26,0 – 29,9 ц/га, что явно соответствует более длительному наливу зерна. В то же время линии Лн0633 и Лн0667 имели урожайность зерна около 13 ц/га, что соответствует более раннему прекращению налива зерна у этих линий, т. к. уже в 3 пробе влажность зерна у них составляла 18%.

На рисунке 12 представлен график динамики потери влаги двух различных по влагоотдаче линий кукурузы.

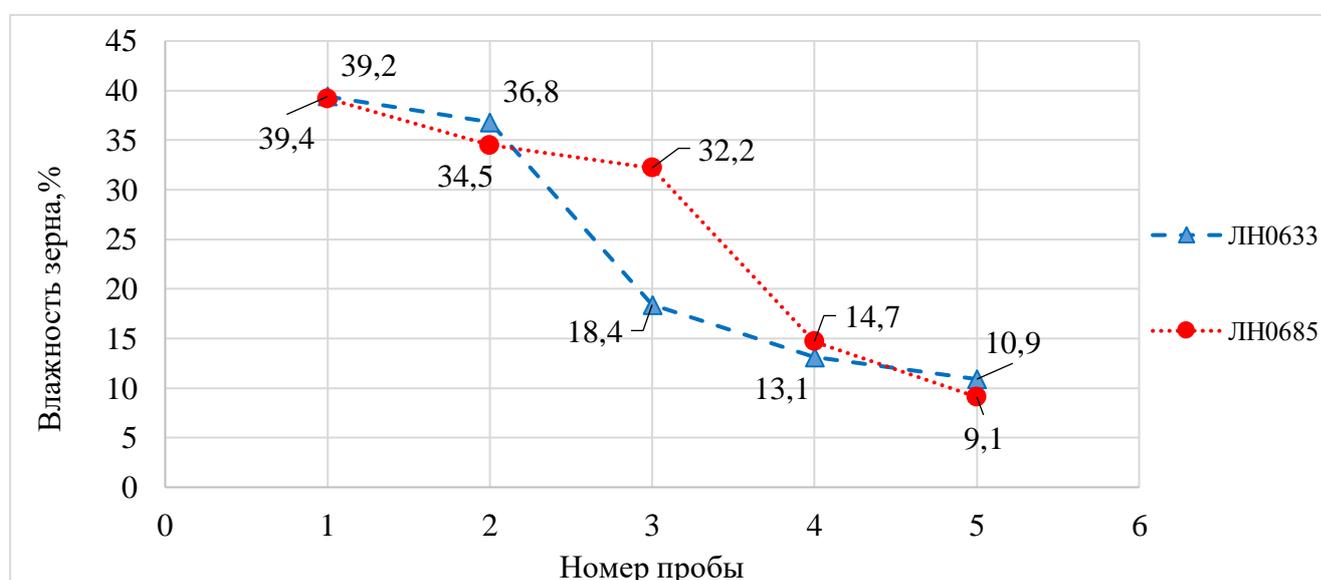


Рисунок 12 – Динамика потери влаги зерном при созревании линий Лн0633 и Лн0685, 2017-2018гг.

Стартовая влажность зерна у обеих линий была одинаковой, конечная влажность у линии Лн0685 была на 1,8% ниже, чем у линии Лн0633. Динамика же потери влаги была совершенно различной. Линия Лн0685 очень медленно теряла влагу в начальный период. Так, между 1 и 2 взятием проб снижение было лишь на 4,7%, а между 2 и 3 всего 2,3%, т.е. влажность зерна почти не падала. В то же время снижение влажности зерна между 3 и 4 пробами составило 17,5%, т.е. зерно теряло влагу по 2,5% в сутки. Затем последовало снижение скорости потери влаги, но все равно она составила 5,6% между 4 и 5 пробами. Совершенно другая картина по динамике потери влаги у линии Лн0633. На начальном этапе линия

также незначительно теряла влагу – 4,7% между 1 и 2 пробой. Затем резкое падение влажности до 18,4%, т. е. зерно в двое уменьшило свою влажность. Снижение влаги составило 2,6% в сутки, и уже после второй пробы прекратился налив зерна, что и повлекло формирование столь незначительной урожайности у данной линии.

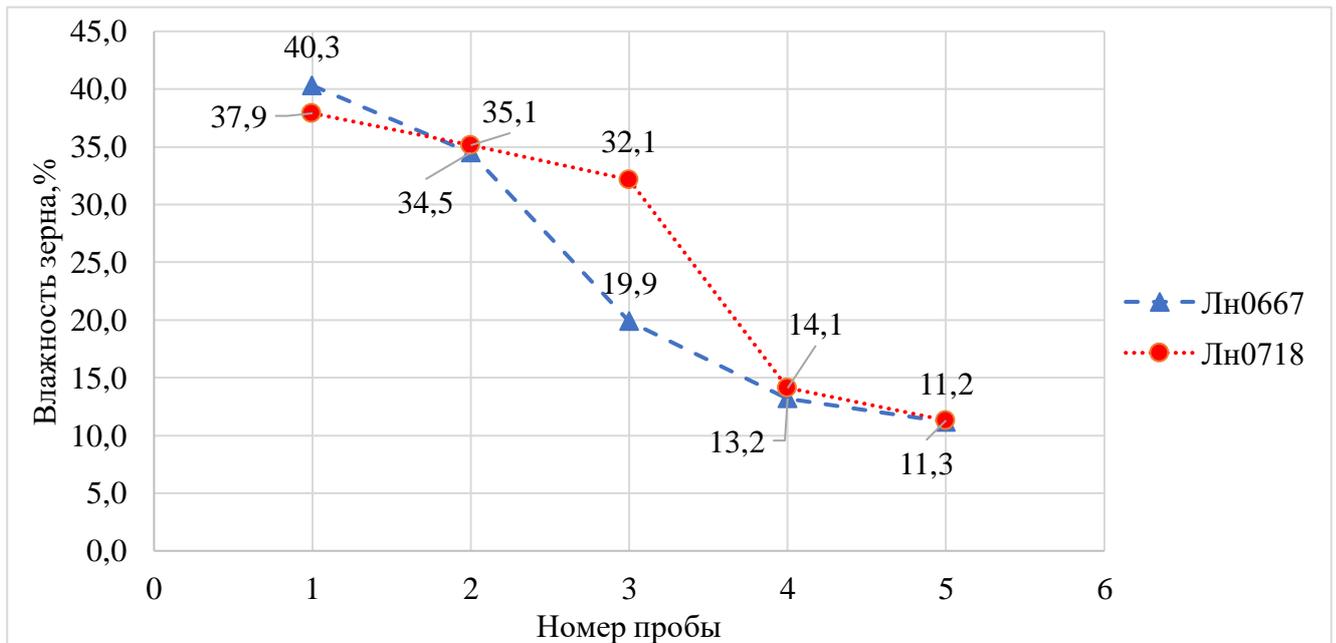


Рисунок 13 - Динамика потери влаги зерном при созревании линий Лн0667 и Лн0718, 2017-2018 гг.

На рисунке 13 представлена средняя за два года динамика отдачи влаги при созревании самоопыленных линий Лн0667 и Лн0718. Как видно из графика, линия Лн0718 после первого измерения имела показатель влажности зерна незначительно ниже, чем линия Лн0667 (на 2,4%). Далее, линия Лн0718 медленно теряла влагу, продолжая налив зерна вплоть до 3-й пробы. С 3-й по 4-ю пробу наблюдается резкая потеря влаги – от 32,1% до 14,1%. Средняя потеря влаги в этот период составила 2,6% в сутки. Данное обстоятельство связано с высокой урожайности зерна при уборке линии Лн0718 (29,0 ц/га). В тоже время линия Лн0667 показывает наиболее резкую потерю влаги в промежутке с 1-й по 4-ю пробу, не позволив зерну накопить большого объема питательных веществ, что негативно отразилось на урожайности зерна при уборке (13,2 ц/га).

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

В дальнейшей нашей работе весь набор новых самоопыленных линий был включен в топкроссные скрещивания. Данный опыт позволяет определить способности новых линий давать в скрещиваниях высокие показатели по таким селекционно-важным признакам, как урожайность зерна и уборочная влажность зерна и способствует полному раскрытию селекционного потенциала новых линий.

Топкроссные скрещивания позволяют сократить число гибридных комбинаций, что обеспечивает уменьшение объема работы без потери эффективности оценки родительских форм. Использование данного метода позволяет провести выбраковку испытываемых линий по общей комбинационной способности (ОКС) более экономичным образом, нежели при других типах тестерных скрещиваниях, таких как диаллельные.

В качестве тестеров в нашем опыте использовались 9 простых гибридов, различающихся по гетерозисным группам зародышевой плазмы (Таблица 30).

Таблица 30 – Гетерозисные группы зародышевой плазмы тестеров, использованных в исследованиях в 2016 - 2018 гг.

Название	Комбинация гетерозисной группы
(Кр714627м x Лн008); (Лн0159С x Лн0614); (Кр742м x Лн0716);	(Iodent x Stiff Stalk Synthetic)
(Лн0479 x Лн0159)	(Stiff Stalk Synthetic x Iodent)
(Кр752м x Лн0684); (Кр627м x Лн0699); (Лн0627 x Лн0728)	(Iodent x Lancaster)
(Лн0823 x Лн070)	(Mindszenpuszta x Lancaster)
(Лн0711 x Лн008)	(Mindszenpuszta x Stiff Stalk Synthetic)

Использованные в наших исследованиях в качестве тестеров-анализаторов простые гибриды относились к двум вегетационным группам. В раннеспелую вошло 4 гибрида, в среднераннюю – 5 гибридов (таблица 31).

Таблица 31 – Группы спелости тестеров, использованных в исследованиях в 2016 - 2018 гг.

Название	Группа спелости	Дней от всходов до цветения початка	Количество тестеров
(Кр714627м x Лн008); (Лн0159С x Лн0614); (Лн0479 x Лн0159); (Кр742м x Лн0716);	Раннеспелая (ФАО 100-199)	50-55	4
(Кр752м x Лн0684); (Кр627м x Лн0699); (Лн0627 x Лн0728); (Лн0823 x Лн070); (Лн0711x Лн008)	Среднеранняя (ФАО 200-250)	55-60	5

4.1. Анализ общей комбинационной способности новых самоопыленных линий по урожайности зерна

Поскольку анализ комбинационной способности является неотъемлемой частью испытаний нового исходного материала, нами был проведен анализ ОКС всего набора новых самоопыленных линий. Таким образом, было проведено скрещивание 48 новых линий девятью гибридами-тестерами. Каждая линия была скрещена с тремя различными по гетерозисным группам тестерами.

В результате проведенных скрещиваний было получено 178 тесткроссных гибридов, разделенных на 3 топкроссные группы.

В первую топкроссную группу входило 20 новых самоопыленных линии и 3 тестера, в результате было получено 60 тесткроссных гибрида, во вторую группу входило 21 линия с тремя тестерами и получено 63 тесткроссов, в третью входило 18 линий с тремя тестерами, получено 54 тесткросса.

Дисперсионный анализ комбинационной способности родительских форм топкроссных скрещиваний (таблица 32) показывает, что на результаты опытов

оказывали влияния не только генетические взаимодействия, но и сложившиеся условия выращивания.

По результатам дисперсионного анализа по признаку «урожайность зерна» полученных тесткроссов (таблица 32) видно, что отношение между показателями средних квадратов (ms) ОКС и СКС в большинстве случаев превышает единицу. Данное обстоятельство свидетельствует о преобладании вклада аддитивных эффектов над неаддитивными [124]. В то же время высокие показатели средних квадратов СКС свидетельствуют о высокой значимости влияния неаддитивных генетических эффектов в показателе комбинационной ценности полученных тесткроссов.

Таблица – 32 Результаты дисперсионного анализа комбинационной способности топкроссных групп 2016 - 2018гг.

Источник вариации		ОКС линий	ОКС тестеров	СКС	Остаточная	ms_{OKC} линий/ $ms_{СКС}$	ms_{OKC} тестеров/ $ms_{СКС}$
1 топкроссная группа							
Число степеней свободы		19	2	38	118	-	-
Средние квадраты	2016 г.	65,1	0,6	19,8	9,3	3,3	0,2
	2017 г.	70,5	426,9	60,9	6,4	1,2	7,0
	2018 г.	51,7	94,1	72,5	1,1	0,7	1,3
2 топкроссная группа							
Число степеней свободы		20	2	40	124	-	-
Средние квадраты	2016 г.	83,0	30,4	33,9	3,7	2,4	0,9
	2017 г.	165,6	1079,8	114,9	5,7	1,4	9,4
	2018 г.	145,8	222,1	94,0	1,0	1,6	2,4
3 топкроссная группа							
Число степеней свободы		17	2	34	106	-	-
Средние квадраты	2016 г.	59,6	99,8	63,8	2,9	0,9	1,6
	2017 г.	176,4	2110,4	98,7	2,1	1,8	21,4
	2018 г.	269,3	168,5	73,8	0,6	3,7	2,3
($F_{факт.} > F_{0,05}$)							

Генотипические различия, а также разница в погодных условиях – все это имеет влияние на результаты опытов по определению ОКС новых линий в топкроссных скрещиваниях. Так, некоторые из лучших по общей комбинационной способности самоопыленные линии первой топкроссной

группы, например Лн0693, Лн0602 (таблица 33), имели некоторые различия в данном показателе в разные годы испытания. Так, линия Лн0602, имела показатели ОКС: 6,5 / 1,1 / 2,6 в 2016, 2017 и 2018 годах соответственно.

Таблица 33 – Значения ОКС инбредных линий по показателю урожайности зерна 1 топкроссной группы в 2016 – 2018 гг.

Линия	Значения ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, ц/га		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Лн0713	6,2	10,1	6,4	54,4	60,7	27,1
Лн0720	8,5	10,2	3,8	56,7	60,8	24,5
Лн0693	4,1	5,6	1,6	52,3	56,8	22,3
Лн0667	4,5	2,4	3,3	52,7	52,9	24,1
Лн0602	6,5	1,0	2,6	54,7	51,6	23,1
Лн008	5,6	3,2	2,4	53,8	53,7	23,1
НСР _{0,5}	3,4	2,8	1,1			
Среднее				54,1	56,0	24,1

Тестеров -3: (Кр714627м x Лн008), (Лн0159 x Лн0614), (Лн0479 x Лн0159);

Линий-20 Тесткроссов – 60.

Невзирая на этот факт, представленные в таблицы линии имели достаточно высокий показатель ОКС при достаточно высокой урожайности зерна. В частности, линии Лн0713 и Лн0720 имели высокие и стабильные показатели ОКС во все года исследований. Так, значения ОКС линии Лн0713 за 3 года составили 6,2 / 10,1 / 6,4. Высоким у данной линии был так же показатель урожайности зерна за 3 года испытаний: 54,4 ц/га; 60,7 ц/га; 27,1 ц/га.

Представленные в таблице 34 новые линии имели самые высокие показатели ОКС во второй топкроссной группе за 3 года исследований. Из представленных результатов видно, что все линии данной группы имели высокие

и стабильные по годам показатели ОКС. Высоким и стабильным у всех линий был также показатель «урожайность зерна».

Таблица 34 – Значения ОКС инбредных линий по показателю урожайности зерна 2 топкроссной группы в 2016 – 2018 гг.

Линия	Значения ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, ц/га		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Лн0685	7,5	18,8	5,0	57,7	68,6	29,4
Лн0613	7,5	9,4	8,6	57,7	59,2	33,0
Лн0720	7,9	4,9	11,5	58,2	54,7	35,9
Лн0634	6,9	9,6	6,8	57,2	59,5	31,3
Лн0605	9,3	4,1	8,1	59,6	54,0	32,5
Лн0608	4,7	5,3	9,8	54,9	55,1	34,2
НСР _{0,5}	2,1	2,7	1,1			
Среднее				57,6	58,5	32,7

Тестеров -3: (Кр752м x Лн0684), (Лн0711 x Лн008), (Кр742м x Лн0716);

Линий-21; Тесткроссов – 63

Например, линия Лн0685, имела эффекты ОКС 7,4 / 18,7 / 5 в 2016, 2017 и 2018 гг. исследований соответственно. Урожайность данной линии также была высокой и составляла 57,3 ц/га, 68,6 ц/га, и 29,4 ц/га. Данное обстоятельство свидетельствует о высокой селекционной ценности новых линий и позволяет использовать их для нахождения новых высокопродуктивных гибридных комбинаций.

Лучшие по ОКС новые самоопыленные линии третьей топкроссной группы представлены в таблице 35. Все приведенные линии, кроме линии Лн0724, показывают высокие и стабильные значения ОКС на фоне высокой урожайности зерна. Показатель ОКС у линии Лн0724 имел вариабельность по годам и составил 1,9 / 4,7 / 1,1 по годам соответственно. Данный разброс показателя ОКС можно

связать с различиями в условиях, сложившихся в разные годы исследований. Несмотря на это данная линия имела высокие показатели по урожайности во все годы изучения: 50,7 ц/га, 54,5 ц/га, и 25,8 ц/га. Данная линия может быть широко использована в более сложных скрещиваниях.

Таблица 35 – Значения ОКС инбредных линий по показателю урожайности зерна 3 топкроссной группы в 2016 – 2018 гг.

Линия	Значения ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, ц/га		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Лн0626	7,7	20,3	18,9	56,5	70,1	43,6
Лн0613	5,9	9,0	14,7	54,7	58,8	39,4
Лн0633	6,6	3,3	14,2	55,4	53,1	39,0
Лн0711	3,9	6,3	11,7	52,8	56,1	36,4
Лн0724	1,9	4,7	1,1	50,7	54,6	25,8
НСР _{0,5}	1,9	1,6	0,9			
Среднее				54,0	58,5	36,8

Тестеров -3: (Лн0823 x Лн070), (Лн0627 x Лн0728), (Кр627м x Лн0699);

Линий-18, Тесткроссов – 54

Особое внимание обращает на себя линия Лн0613, которая проходила тестирование и в второй топкроссной группе. В каждом из испытаний данная линия показала высокие и стабильные по годам значения ОКС, что свидетельствует о высокой гетерозисной ценности этой линии.

В таблице 36 представлены результаты анализа комбинационной способности простых гибридов по признаку «урожайность зерна», использованных в качестве тестеров-анализаторов в топкроссных скрещиваниях. Как видно из представленных данных, высокими и стабильными показателями ОКС обладали лишь некоторые тестеры: (Лн0479 x Лн0159), (Лн0711 x Лн008), (Лн0823 x Лн070). Данные гибриды имеют высокий потенциал в качестве

родительских форм при их использовании в получении высокоурожайных гибридов.

Таблица 36 – Значения ОКС тестеров по показателю урожайности зерна, в 2016 – 2018 гг.

Тестер	Эффекты ОКС			Вариансы СКС		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
(Кр714627м x Лн008)	0,1	-5,3	-0,8	8,1	23,3	50,2
(Лн0159С x Лн0614)	-0,2	2,8	-1,7	5,5	35,9	47,5
(Лн0479 x Лн0159)	0,2	2,5	2,5	-0,1	44,7	44,9
НСР _{0,5} / Среднее	1,1	0,9	0,4	4,4	34,5	47,3
(Кр752м x Лн0684)	-0,3	-3,3	-2,5	14,5	38,8	46,4
(Лн0711 x Лн008)	1,3	8,2	3,7	17,9	88,4	72,9
(Кр742м x Лн0716)	-1,0	-4,9	-1,2	25,0	86,3	65,8
НСР _{0,5} / Среднее	0,7	0,8	0,4	19,1	71,2	61,7
(Лн0823 x Лн070)	2,7	12,5	3,1	39,8	60,5	60,7
(Лн0627 x Лн0728)	-1,3	-5,3	-3,0	17,5	37,3	24,9
(Кр627м x Лн0699)	-1,4	-7,2	-0,1	62,1	93,5	60,3
НСР _{0,5} / Среднее	0,7	0,6	0,3	39,8	63,8	48,6

Остальные же тестеры имели очень низкие показатели ОКС. Из литературных источников следует [28, 83], что подобные тестеры более пригодны для оценки линий по комбинационной способности. Высокоурожайные тестеры дают худшие результаты, чем менее урожайные, поскольку первый маскирует результаты за собственными высокими показателями, а вторые дают четкие различия исследуемых линий по общей комбинационной способности.

4.2. Анализ специфической комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы по урожайности зерна

Как было отмечено ранее, под общей комбинационной способностью подразумевается средний показатель эффекта гетерозиса новой линии по тому или иному признаку, в большом числе гибридных скрещиваний. В свою очередь, специфическая комбинационная способность (СКС) является частным показателем проявления гетерозиса в одном определенном скрещивании.

Ряд авторов в своих работах отмечают, что показатель специфической комбинационной способности более зависима от изменений условий выращивания, места и года проведения опыта [50, 102, 135].

С целью наиболее полного изучения взаимодействия новых самоопыленных линий с тестерами, нами был проведен анализ специфической комбинационной способности в их гибридных топкроссных комбинациях. Из литературных источников известно, что линии с низким показателем ОКС, демонстрирующие стабильную урожайность, имеют в гибридных комбинациях низкие значения по СКС. В связи с этим, нами были выделены линии с высокими показателями ОКС, представляющие наибольший интерес для гетерозисной селекции.

Представленные в таблице 37 новые линии первой топкроссной группы имеют весьма нестабильные показатели СКС по признаку урожайности зерна во все годы испытаний. Как было отмечено выше, данное обстоятельство связано с разницей в сложившихся климатических условиях.

Таблица 37 – Значения варианты СКС инбредных линий по показателю урожайности зерна 1 топкроссной группы в 2016 - 2018 гг.

Линия	Вариансы СКС по показателю урожайности зерна		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Лн0713	1,7	82,1	187,4
Лн0720	-4,1	-0,1	73,9
Лн0693	3,3	36,8	64,8

Продолжение таблицы 37			
Лн0667	-2,5	4,8	81,8
Лн0602	4,1	2,2	98,9
Лн008	-0,1	192,7	276,3
σ_{2Si} среднее	14,2	54,6	68,3

Учитывая тот факт, что в данной таблице представлены лучшие новые линии, имеющие высокие и стабильные показатели ОКС, считаем возможным рекомендовать линии Лн0713, Лн0720, Лн0693, Лн0667, Лн0602, Лн008 в двойных и трехлинейных скрещиваниях.

Графическое изображение значений ОКС и СКС лучших новых линий первой топкроссной группы по трем годам исследования представлена на рисунке 14.

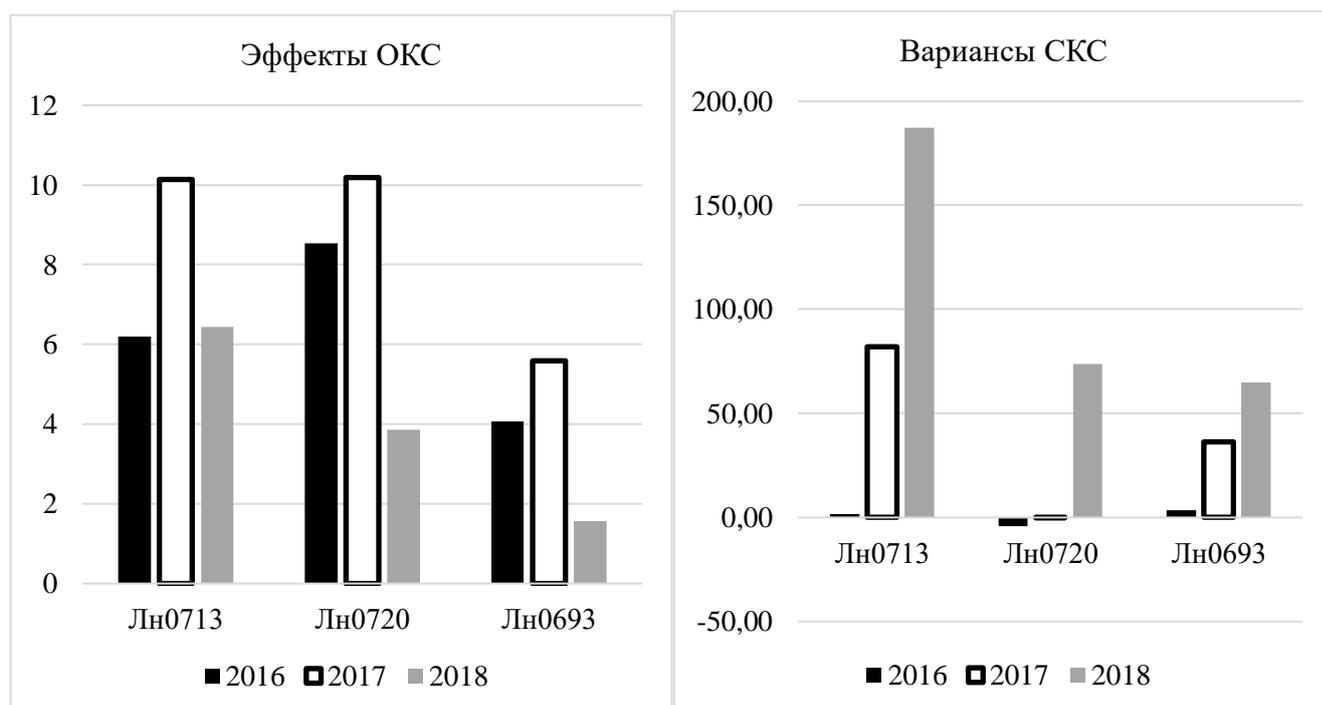


Рисунок 14 – Значения ОКС (слева) и варианты СКС (справа) лучших инбредных линий по показателю урожайности зерна 1 топкроссной группы в 2016 – 2018 гг.

Во второй топкроссной группе исследований тескроссных гибридов (таблица 38) наиболее высокий и стабильный по всем годам опыта показатель СКС имеет линия Лн0613. Ценность данной линии заключается еще и в том, что она имела один из самых высоких и стабильных показателей ОКС в своей группе

на фоне высокой урожайности зерна во все годы испытаний, что говорит о ее высоком потенциале применения в гетерозисных скрещиваниях.

Таблица 38 – Значения варiances СКС инбредных линий по показателю урожайности зерна 2 топкроссной группы в 2016 - 2018 гг.

Линия	Варiances СКС по показателю урожайности зерна		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Лн0685	6,0	5,6	140,8
Лн0613	83,1	240,5	164,5
Лн0720	14,5	377,4	33,5
Лн0634	2,1	27,3	131,2
Лн0605	7,6	130,6	38,8
Лн0608	-0,5	34,1	4,1
σ_{2Si} среднее	30,5	106,6	89,1

Остальные же новые линии, несмотря на высокие значения СКС, не имели стабильности по данному показателю в разные годы исследований.

В графике на рисунке 15 показаны значения показателей ОКС и СКС лучших самоопыленных линий второй топкроссной группы по трем годам исследований.

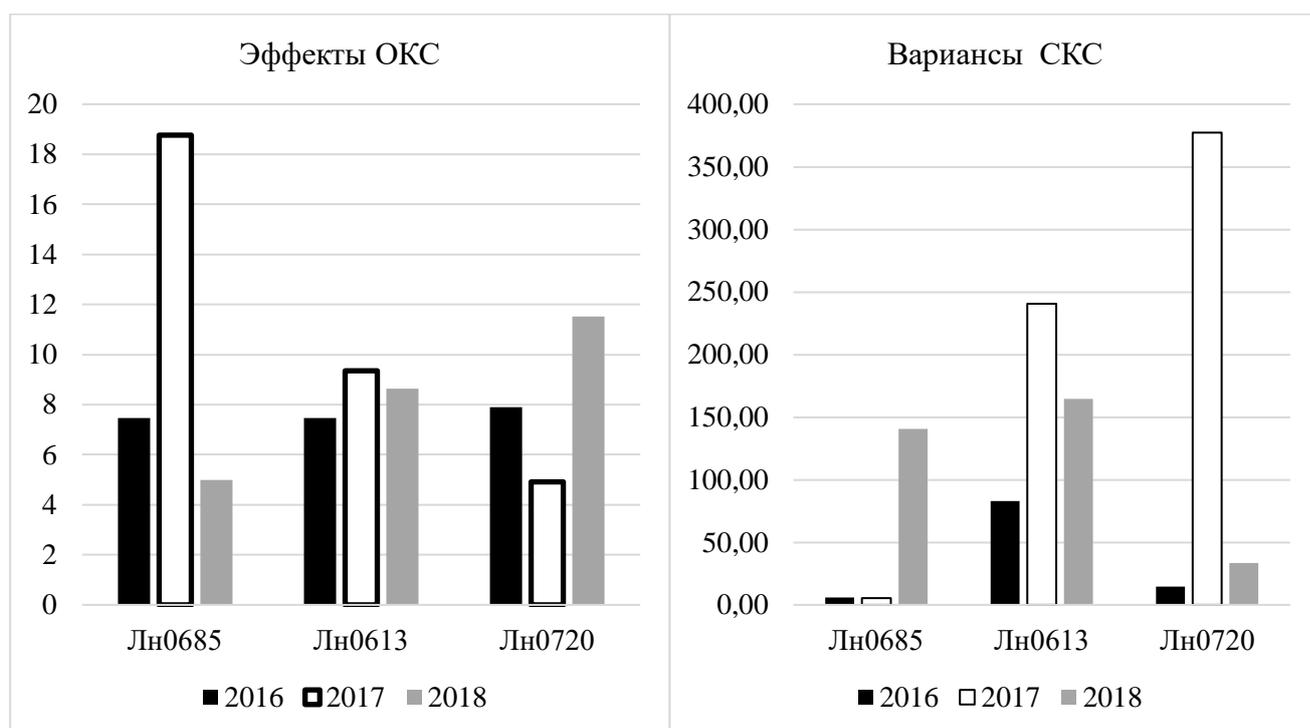


Рисунок 15 – Значения ОКС (слева) и варианты СКС (справа) лучших инбредных линий по показателю урожайности зерна 2 топкроссной группы в 2016 - 2018 гг.

Из данных по третьей топкроссной группе, представленных в таблице 39, можно отметить две новые самоопыленные линии: Ln0626 и Ln0724, имеющие наиболее стабильные и высокие показатели СКС во все годы исследований. Высоким и стабильным у данных линий был также показатель ОКС и урожайность зерна.

Таблица 39 – Значения варианты СКС инбредных линий по показателю урожайности зерна 3 топкроссной группы в 2016 - 2018 гг.

Линия	Вариансы СКС по показателю урожайности зерна		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Ln0626	38,3	199,2	24,9
Ln0613	88,3	259,1	2,2
Ln0633	11,8	38,2	2,1
Ln0711	11,8	76,9	0,8
Ln0724	61,7	168,4	212,1
σ_{2Si} среднее	58,8	92,1	69,34

Графическое изображение показателей ОКС и СКС лучших линий третьей топкроссной группы за 3 года исследований представлено на рисунке 16.

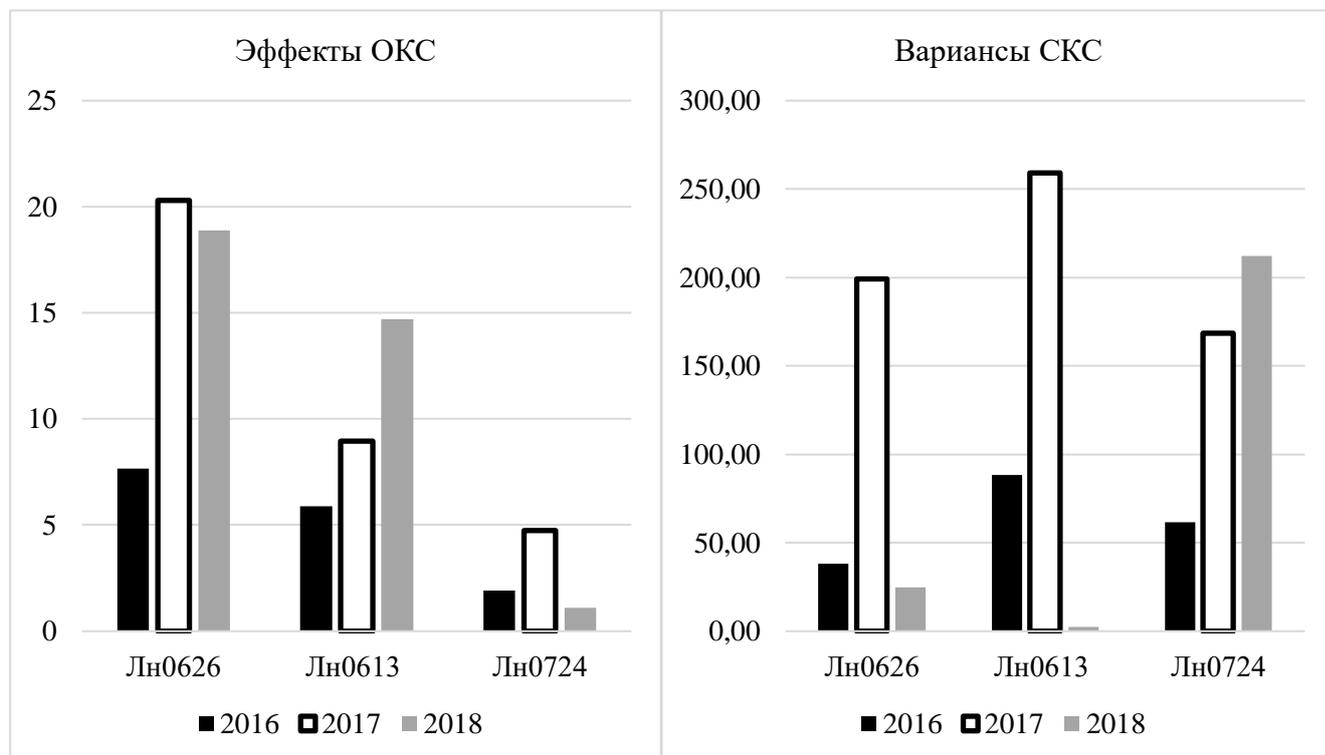


Рисунок 16 – Значения ОКС (слева) и варианты СКС (справа) лучших инбредных линий по показателю урожайности зерна 3 топкроссной группы в 2016 – 2018 гг.

Проведя анализ показателей общей комбинационной способности и варианты специфической комбинационной способности всего набора новых самоопыленных линий методом тесткроссного скрещивания, нами были выделены наиболее ценные для гетерозисной селекции линии. Линии Ln0613, Ln0626 и Ln0724 имели наиболее высокие и стабильные показатели эффекта ОКС и варианты СКС во все годы исследований, а также имели высокий показатель урожайности зерна.

4.3. Комбинационная способность по уборочной влажности зерна

Как известно из ранних исследований [29], для определения комбинационной способности чаще всего используют наиболее важный хозяйственный признак – урожайность зерна. Помимо урожайности зерна

комбинационную ценность определяют и по другим признакам, интересующим исследователей, таким как высота растений, устойчивость к полеганию и т.д. В нашей работе была проведена оценка комбинационной ценности новых самоопыленных линий методом топкроссных скрещиваний по признаку влажности зерна при уборке [81].

Анализ проводился на основе данных сортоиспытания топкроссов от тестирования новых линий по признаку «урожайность зерна». Как и в первом случае, тестерами служили 9 простых гибридов, результаты представлены по трем группам, за три года исследований.

В таблице 40 приведены результаты оценки эффекта ОКС и варианты СКС лучших новых линий по признаку уборочная влажность зерна первой топкроссной группы. Как видно из таблицы, все представленные линии имели достаточно высокие и стабильные показатели ОКС во все годы исследований. Показатели варианты СКС не имели высоких значений.

Таблица 40 – Значения ОКС инбредных линий по показателю уборочной влажности зерна 1 топкроссной группы в 2016 - 2018 гг.

Линия	Значения ОКС			Варианса СКС		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Лн0726	-5,1	-1,3	-4,7	1,0	0,1	1,4
Лн0679	-5,9	-2,0	-2,4	5,1	1,8	0,1
Лн0706	-1,1	-2,8	-4,3	6,4	-0,2	0,5
Лн0613	-3,2	-1,1	-2,9	1,0	0,3	0,4
Лн0677	-1,5	0,7	-3,2	2,5	1,2	3,5
НСР _{0,5}	0,8	0,8	0,5			
Средняя				7,5	1,2	3,1

Так, например, линия Лн0726 при значениях ОКС -5,1 / -1,3 / -4,8 за три года, соответственно, имела показатели варианты СКС 1,0 / 0,1 / 1,4. Данное

обстоятельство свидетельствует о том, что линия Лн0726 дает урожай с низкой уборочной влажностью зерна в больших количествах гибридных комбинаций.

Во второй топкроссной группе опыта, как и в первой группе, представлены, лучшие по признаку уборочной влажности зерна новые линии. Они имели высокие показатели ОКС по данному признаку при невысоких показателях дисперсии СКС (таблица 41). Гибриды, полученные в скрещиваниях с данными линиями, имели пониженную влажность зерна при уборке, что свидетельствует о высокой селекционной ценности данных линий. Показатели дисперсии СКС составили от -0,1 до 8,8.

Таблица 41 – Значения ОКС инбредных линий по показателю уборочной влажности зерна 2 топкроссной группы в 2016 - 2018 гг.

Линия	Значения ОКС			Дисперсия СКС		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Лн0603	-3,6	-2,5	-3,5	5,8	0,7	0,0
Лн0660	-4,6	-2,3	-2,1	3,6	1,2	4,0
Лн0613	-3,3	-2,4	-0,4	1,0	3,1	7,3
Лн0605	-1,4	-2,0	-2,4	5,6	-0,4	0,4
Лн0634	0,5	-1,2	-4,0	8,8	-0,1	0,2
НСР _{0,5}	0,6	1,0	0,5			
Средняя				4,1	1,5	5,4

Результаты оценки показателей ОКС и дисперсии СКС лучших новых линий третьей топкроссной группы по признаку «уборочная влажность зерна» представлена в таблице 42. Так, линия Лн0228 имела высокие показатели ОКС: -5,1 / -3,6 / -6,4 по трем годам изучения, соответственно. Показатель дисперсии СКС по трем годам был стабильно невысоким: 4,7 / -0,2 / 0,2.

Таблица 42 – Значения ОКС инбредных линий по показателю уборочной влажности зерна 3 топкроссной группы в 2016 - 2018 гг.

Линия	Значения ОКС			Варианса СКС		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Лн0228	-5,1	-3,6	-6,4	4,7	-0,2	0,2
Лн0626	-5,6	-2,7	-4,3	0,7	7,7	3,6
Лн0634	-3,8	-4,5	-3,2	0,6	0,1	15,9
Лн0613	-4,2	-4,3	-2,3	10,3	2,6	2,7
Лн0633	-6,5	-2,6	-0,8	5,1	2,3	3,0
НСР0,5	0,7	0,8	0,5			
Средняя				8,4	2,1	3,4

Также нами был проведен анализа комбинационной способности простых гибридов по признаку «уборочная влажность зерна», использованных в качестве тестеров-анализаторов в топкроссных скрещиваниях. Как видно из таблицы 43, наилучшие результаты имели 3 простых гибрида: (Лн0159 x Лн0614), (Лн752 x Лн0684), (Лн0823 x Лн070), показавшие относительно высокие и стабильные значения ОКС. Данные гибриды имеют хороший потенциал в качестве родительских форм в скрещиваниях при селекции новых гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна.

В результате проведенного анализа комбинационной способности по уборочной влажности зерна всего исходного материала, можно заключить, что нами было получено достаточное количество новых инбредных линий кукурузы, необходимое для проведения успешной селекционной работы по данному признаку. Наилучшие показатели за три года испытаний имели линии: Лн0726, Лн0679, Лн0603, Лн0660, Лн0228, Лн0626.

Таблица 43 – Значения ОКС тестеров по показателю уборочной влажности зерна в 2016 - 2018 гг.

Тестер	Значения ОКС			Вариансы СКС		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
(Кр714627м x Лн008)	2,5	0,8	1,8	7,0	1,0	1,9
(Лн0159С x Лн0614)	-2,7	-1,9	-2,0	1,6	0,4	1,5
(Лн0479 x Лн0159)	0,2	1,1	0,3	6,5	0,2	2,6
НСР ₀₅ / Среднее	0,3	0,3	0,2	4,9	0,5	2,0
(Кр752м x Лн0684)	-1,9	-0,8	-0,8	3,0	0,1	5,2
(Лн0711 x Лн008)	1,8	-0,2	0,1	2,3	0,9	2,3
(Кр742м x Лн0716)	0,1	1,0	0,7	2,8	0,8	3,4
НСР ₀₅ / Среднее	0,2	0,3	0,2	2,7	0,5	3,6
(Лн0823 x Лн070)	-2,6	-1,9	-2,3	3,1	0,6	1,2
(Лн0627 x Лн0728)	1,4	0,7	2,6	5,7	1,8	3,3
(Кр627м x Лн0699)	1,3	1,2	-0,2	8,4	1,3	2,3
НСР ₀₅ / Среднее	0,2	0,3	0,2	5,7	1,2	2,3

4.4. Характеристика основных хозяйственно-ценных признаков новых тесткроссов

4.4.1. Оценка урожайности зерна тесткроссов

С целью наиболее полного изучения качества гибридов, полученных в 2015 году от топкроссных скрещиваний с участием 48 новых самоопыленных линий и девяти гибридов-тестеров, нами был проведен анализ основных хозяйственно-ценных признаков полученных 178 тесткроссов.

Стандартами в наших исследованиях служили гибриды Краснодарский 194 МВ – в раннеспелой группе тесткроссов, и Краснодарский 291АМВ – в среднеранней группе.

Поскольку признак урожайность зерна является наиболее важным при проведении селекционных исследований, и большинство ученых делает акцент именно на него, в данном разделе мы остановимся на анализе урожайности зерна, полученных тесткроссов.

Таблица 44 – Значения варьирования показателя урожайности зерна у гибридов 1 топкроссной группы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2016-2018 гг.

Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
№	60	60	60	60
Среднее, ц/га	48,2	50,6	20,7	39,8
X_{\min} , ц/га	34,4	35,5	10,4	30,0
X_{\max} , ц/га	57,7	71,7	44,7	57,5
$Lim (X_{\max} - X_{\min})$, ц/га	23,3	36,2	34,3	27,5
Стандартное отклонение (S)	5,8	8,7	8,2	5,7
Коэффициент вариации (CV), %	12,0	17,3	39,4	14,4
$НСР_{05}$	1,8	2,1	1,9	2,3

В таблице 44 представлены результаты анализа варьирования признака урожайность зерна первой топкроссной группы за 3 года изучения. Из представленных в таблице данных видно, что коэффициент вариации имеет высокие значения: 12,0%, 17,3%, 39,4% по годам, соответственно. Размах варьирования (Lim) составил: 23,3 / 36,2 / 34,3 по годам, соответственно.

Стоит отметить, что наибольший коэффициент вариации прослеживался в 2018 году и составил 39,4%, урожайность зерна варьировала от 10,4 ц/га до 44,7 ц/га. Столь высокие показатели связаны со сложившимися экстремально-неблагоприятными погодными условиями того года.

Во втором блоке коэффициент вариации тесткроссов по урожайности зерна имел среднее значение в 2016 году (14,0%), высокое в 2017 году (25,6%) и очень

высокое в 2018 году (43,9%) (таблица 45). Варьирование составляло 28,0 / 51,9 / 40,9 по годам, соответственно.

Таблица 45 – Значения варьирования показателя урожайности зерна у гибридов 2 топкроссной группы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2016-2018 гг.

Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
№	63	63	63	63
Среднее, ц/га	50,3	49,8	24,4	41,5
X_{\min} , ц/га	36,4	25,8	7,4	24,1
X_{\max} , ц/га	64,5	77,7	48,3	61,8
$Lim (X_{\max} - X_{\min})$, ц/га	28,0	51,9	40,9	37,7
Стандартное отклонение (S)	7,0	12,7	10,7	8,7
Коэффициент вариации (CV), %	14,0	25,6	43,9	21,0
$НСР_{05}$	3,2	2,5	2,8	1,7

Высокие значения вариации в данном топкроссной группе свидетельствуют от том, что в опыте присутствуют тесткроссы как с низкой урожайностью, так и с высокой. Различия в сложившихся погодных условиях за годы исследований оказали большое влияние на величину варьирования. Выделившиеся гибриды с высокой урожайностью представляют наибольший интерес в селекционной работе.

Сложившиеся погодные условия повлияли на результаты анализа вариации признака урожайность зерна за три года исследований гибридов третьей топкроссной группы, как и в случаях с первой и второй группами. Так, коэффициент вариации в 2018 году (47,9%) был значительно выше, чем в 2016 году (16,4%) и 2017 (28,3%). Средний за 3 года коэффициент вариации был высоким и составил 23,5% (таблица 46).

Высоким в данной группе был и размах варьирования: 46,4 / 66,9 / 41,5, по годам, соответственно.

Таблица 46 – Значения варьирования показателя урожайности зерна у гибридов 3 топкроссной группы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2016-2018 гг.

Значения варьирования	Урожайность зерна, ц/га			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
№	54	54	54	54
Среднее, ц/га	48,8	49,8	24,7	41,1
X_{\min} , ц/га	17,0	14,4	6,9	12,8
X_{\max} , ц/га	63,4	81,3	48,3	62,8
$Lim (X_{\max} - X_{\min})$, ц/га	46,4	66,9	41,5	50,0
Стандартное отклонение (S)	8,0	14,1	11,8	9,7
Коэффициент вариации (CV), %	16,4	28,3	47,9	23,5
НСР ₀₅	2,6	3,1	3,3	1,9

Приняв во внимание полученные результаты анализа вариации тесткроссов по признаку урожайность зерна, можно сделать вывод, что в каждом из топкроссных групп присутствовали гибриды и с высокой, и с низкой урожайностью зерна. Данное обстоятельство позволяет вести отбор с последующей браковкой низкоурожайных гибридных комбинаций и проводить работу по улучшению показателей по данному признаку.

В таблице 47 представлены показатели лучших тесткроссов раннеспелой группы по урожайности зерна за три года испытаний. Также в таблице приведены значения признака уборочной влажности и селекционный индекс данных гибридов. Стандартом в раннеспелой группе служил Краснодарский 194МВ (ФАО190), всего к данной группе относилось 102 тесткрасса.

Как было отмечено ранее, высокое влияние на урожайность оказала разница в климатических условиях в годы проведения испытаний.

Представленные гибриды имели высокие значения показателя «урожайность зерна», значительно превосходившие значения стандарта по данному признаку. Соответственно, высоким у данных гибридов был и селекционный индекс. Так, например, гибрид (Кр752м x Лн0684) x Лн0613 имел

селекционный индекс 3,1 / 4,6 / 2,8, соответственно, по годам исследований, что в значительной степени превосходило значения стандарта Краснодарский 194 МВ: 2,1 / 2,3 / 1,4.

Таблица 47 – Результаты испытаний 4 лучших тесткроссов раннеспелой группы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2016-2018 гг.

Гибрид	Урожайность зерна, ц/га			Уборочная влажность зерна, %			Селекционный индекс		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Краснодарский 194 МВ	46,5	51,2	27,1	22,9	21,9	19,0	2,0	2,3	1,4
(Кр752м x Лн0684) x Лн0613	64,5	71,9	45,4	21,1	15,7	16,2	3,1	4,6	2,8
(Лн0479 x Лн0159) x Лн008	56,3	71,7	44,5	22,8	17,4	22,2	2,5	4,1	2,0
(Лн0479 x Лн0159) x Лн0713	55,7	69,6	44,7	25,1	18,3	17,1	2,2	3,8	2,6
(Кр742м x Лн0716) x Лн0720	61,3	71,6	34,5	28,1	20,4	24,0	2,2	3,5	1,4
НСР ₀₅	5,9	4,3	5,1	3,1	3,5	3,9	2,1	1,2	1,3

На рисунке 17 представлено графическое распределение тесткроссов раннеспелой группы по признаку «урожайность зерна» в среднем за 3 года испытаний. Как видно из графика, большая часть гибридов находилась в диапазоне от 29,0 до 48,6 ц/га.

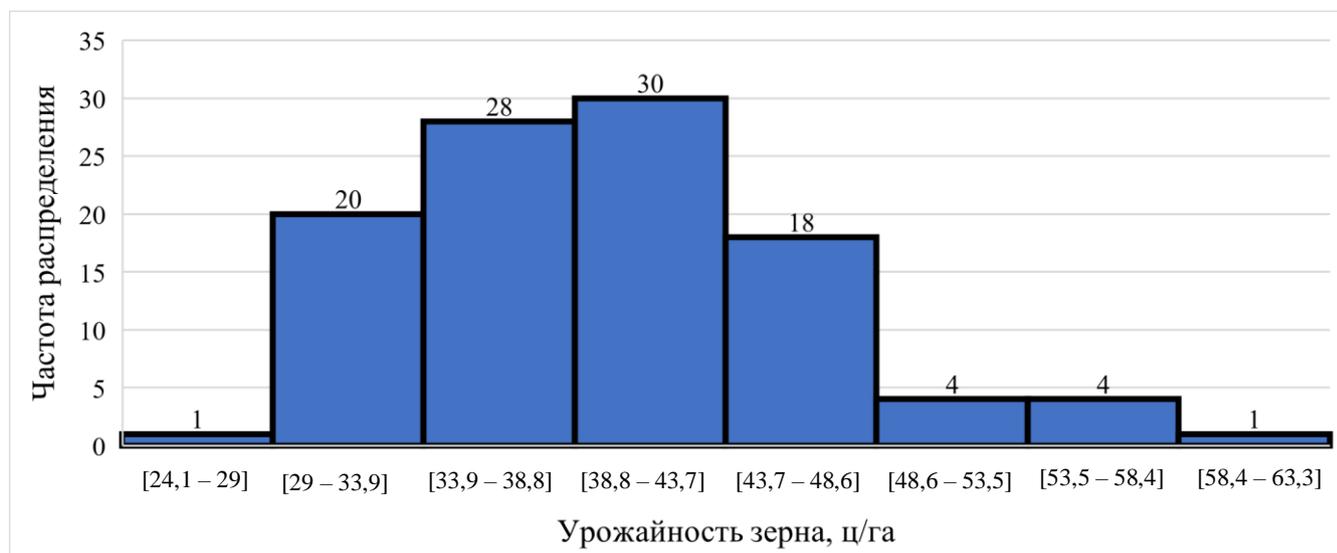


Рисунок 17 – Распределение тесткроссов раннеспелой группы по показателю урожайности зерна по результатам исследований в 2016 - 2018 гг.

Таблица 48 – Результаты испытаний 4 лучших тесткроссов среднеранней группы, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2016-2018 гг.

Гибрид	Урожайность зерна, ц/га			Уборочная влажность зерна, %			Селекционный индекс		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Краснодарский 291АМВ	50,7	72,5	45,4	32,4	26,8	26,9	1,6	2,7	1,7
(Лн0823 х Лн070) х Лн0626	59,9	81,3	47,2	22,8	19,8	19,5	2,6	4,1	2,4
(Кр627м х Лн0699) х Лн0626	60,9	77,7	48,3	24,9	25,0	19,2	2,4	3,1	2,5
(Лн0711 х Лн008) х Лн0609	59,5	77,7	48,3	27,2	20,4	18,9	2,2	3,8	2,6
(Лн0823 х Лн070) х Лн0724	61,8	77,0	45,6	31,6	23,9	23,1	2,0	3,2	2,0
НСР ₀₅	4,9	3,4	4,2	4,1	3,1	3,9	2,5	1,1	1,2

Представленные в таблице 48 лучшие по признаку «урожайность зерна» тесткроссы среднеранней группы спелости значительно и достоверно превосходили соответствующий стандарт Краснодарский 291АМВ (ФАО 280) во все года испытаний. Всего в среднераннюю группу вошли 76 гибрида.

Высокий селекционный индекс испытанных гибридов свидетельствует о высокой селекционной ценности используемого в нашей работе материала. Так, тесткросс (Лн0823 x Лн070) x Лн0628 имел значения селекционного индекса 2,6 / 4,1 / 2,4 по годам, соответственно, в то время как значения стандарта составили – 1,6 / 2,7 / 1,7.

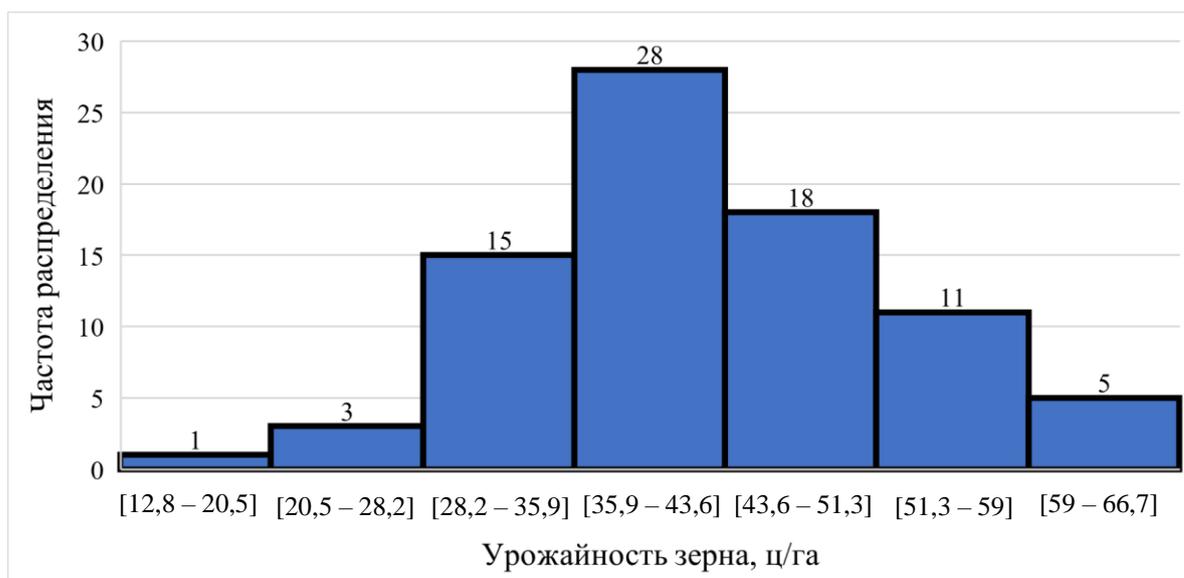


Рисунок 18 – Распределение тесткроссов среднеранней группы по показателю урожайности зерна, по результатам исследований в 2016 - 2018 гг.

Из графического отображения распределения тесткроссов среднеранней группы (рисунок 18) видно, что наибольшее число гибридов приходится на диапазон от 35,9 до 43,6 ц/га - 28 гибридов. В диапазон с максимальной урожайностью – от 59 до 66,7 ц/га вошло лишь 5 среднеранних тесткроссов.

В результате проведения испытания новых тесткроссов на урожайность зерна нами были получены гибриды, отвечающие основным селекционным и хозяйственным требованиям. Выделившиеся гибриды имели высокие показатели урожайности зерна, превышающие значения стандартов, как в раннеспелой группе, так и в среднеранней при меньшей, либо равной уборочной влажности зерна. Лучшие выделившиеся тесткроссы: (Кр752м x Лн0684) x Лн0613, (Лн0479 x Лн0159) x Лн008, (Лн0479 x Лн0159) x Лн0713, (Кр742м x Лн0716) x Лн0720 –

в раннеспелой группе и (Лн0823 x Лн070) x Лн0626, (Кр627м x Лн0699) x Лн0626, (Лн0711 x Лн008) x Лн0609, (Лн0823 x Лн070) x Лн0724 – в среднеранней.

4.4.2. Уборочная влажность зерна тесткроссов

Как известно из литературы, сушка зерна кукурузы после уборки требует больших затрат, особенно при высоких объемах производства. Существует реальный спрос на гибриды кукурузы, обладающие быстрой отдачей влаги. Чтобы использовать генетический потенциал, скрытый в гибридах, и добиться минимально возможной влажности зерна, кукурузу убирают в более поздние сроки [107, 133].

Содержание влаги зерна на стадии уборки урожая является важным фактором, влияющим на производство кукурузы, в независимости от районов выращивания. Низкая уборочная влажность зерна не только защищает зерна кукурузы от грибковых заболеваний, но также оптимизирует механическую уборку. И наоборот, высокая уборочная влажность ограничивает популяризацию механической уборки урожая, увеличивает производственные затраты и серьезно влияет на качество зерна. Таким образом, селекция на снижение уборочной влажности зерна до минимальных значений, является значимой целью селекционеров кукурузы [80].

В связи с высокой актуальностью проблемы, во время изучения урожайности тесткроссов, нами была проведена оценка всего материала по уборочной влажности зерна. В таблице 49 представлены результаты варьирования 178 тесткроссов по признаку уборочная влажность зерна за 3 года исследований. Коэффициент вариации, как видно из таблицы, имел высокие и практически равные значения (19,1% / 19,3% / 21,1%) в каждый из годов испытаний.

Подобная стабильность в показателях вариации позволяет сделать вывод о слабой реакции материала на изменения погодных условий при выращивании, уборочная влажность зерна практически не изменялась во время испытаний в неблагоприятные годы. Размах варьирования был также на высоком уровне и составлял 20,3% в среднем за 3 года. Столь высокое варьирование

свидетельствует о генетической разнородности изучаемого материала и позволяет вести отбор на улучшение признака «уборочная влажность зерна».

Таблица 49 – Значения варьирования показателя уборочная влажность зерна у тесткроссов, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2016 - 2018 гг.

Значения варьирования	Уборочная влажность зерна, %			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
№	178	178	178	178
Среднее, %	26,8	20,3	20,7	22,6
X_{\min} , %	15,4	12,3	11,3	14,3
X_{\max} , %	43,5	31,6	30,3	34,6
$Lim (X_{\max} - X_{\min})$, %	28,1	19,3	19,0	20,3
Стандартное отклонение (S)	5,1	3,9	4,4	4,1
Коэффициент вариации (CV), %	19,1	19,3	21,1	18,0
$НСР_{05}$	1,3	1,6	2,1	2,2

Представленные в таблице 50 лучшие тесткроссы раннеспелой группы имели уборочную влажность зерна значительно ниже, чем у стандарта - Краснодарский 194 МВ во все годы испытаний.

Таблица 50 – Результаты испытаний 10 лучших тесткроссов раннеспелой группы по показателю уборочной влажности зерна, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2016 - 2018 гг.

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
Краснодарский 194 МВ	22,9	21,9	19,0	21,3
(Лн0159С x Лн0614) x Лн0706	19,1	12,3	11,3	14,3
(Лн0159С x Лн0614) x Лн0726	17,1	13,6	12,3	14,4
(Лн0159С x Лн0614) x Лн0679	15,4	14,7	13,1	14,4
(Лн0159С x Лн0614) x Лн0718	18,4	13,1	13,7	15,1
(Лн0159С x Лн0614) x Лн0613	19,0	13,1	13,2	15,1
(Лн0159С x Лн0614) x Лн0695	19,9	14,0	13,1	15,7
(Лн0159С x Лн0614) x Лн0667	19,4	13,9	14,0	15,8

Продолжение таблицы 50				
(Лн0159С x Лн0614) x Лн0357	20,2	14,4	13,0	15,8
(Лн0479 x Лн0159) x Лн0726	17,7	17,4	13,6	16,2
(Кр714627м x Лн008) x Лн0679	17,7	14,7	17,7	16,7
Среднее по опыту	24,8	18,7	19,1	20,8
НСР ₀₅	2,3	1,7	2,7	3,1

Следует отметить, что большинство лучших гибридов было получено в скрещиваниях с тестером (Лн0159 x Лн0614). Из этого можно сделать вывод, что данный простой гибрид является отличным материалом при ведении селекции на улучшение уборочной влажности зерна.

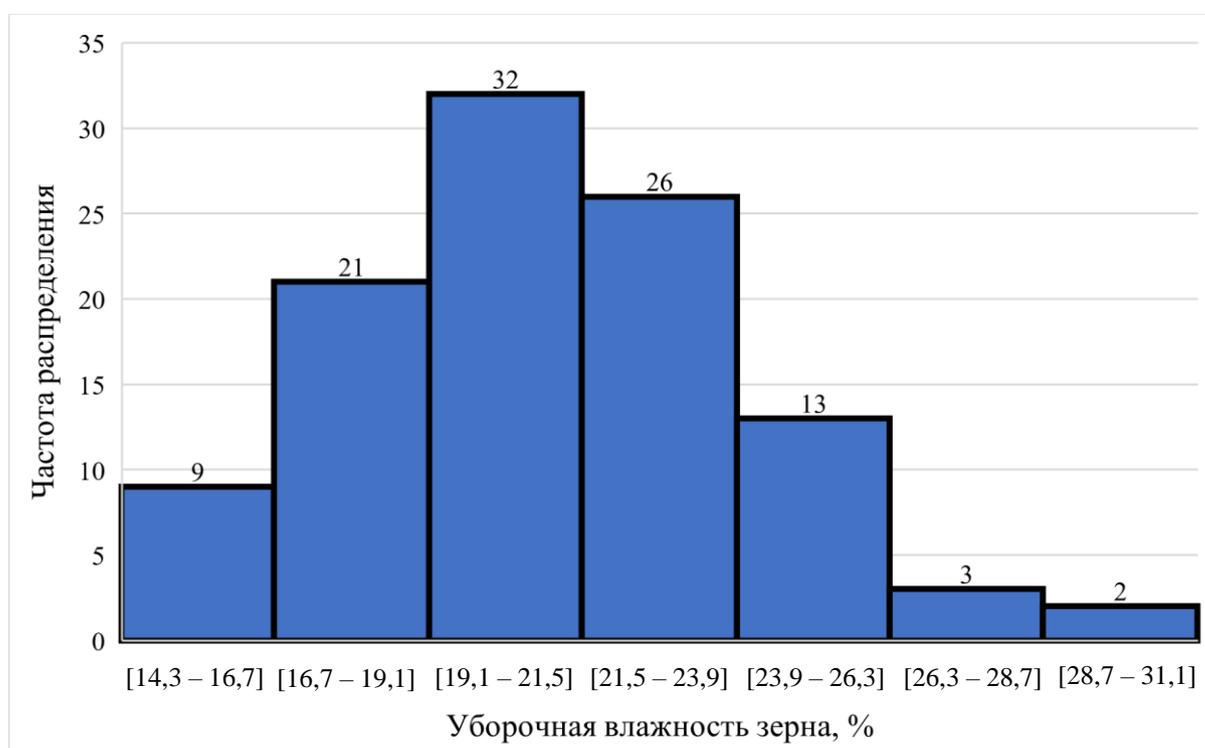


Рисунок 19 – Распределение тесткроссов раннеспелой группы по показателю уборочной влажности зерна по результатам исследований в 2016 - 2018гг.

Графическое распределение тесткроссов раннеспелой группы по признаку «уборочная влажность зерна» представлено на рисунке 19 в среднем за 3 года испытаний. Большинство тесткроссов, как видно из графика, располагалось в диапазонах от 16,7% до 26,3%.

В таблице 51 представлены лучшие по уборочной влажности зерна среднеранние тесткроссы за 3 года исследований. Все гибриды имели уборочную влажность зерна ниже чем у соответствующего стандарта - Краснодарский 291АМВ. Так, например, гибрид (Лн0823 х Лн070) х Лн0634 имел среднюю уборочную влажность зерна 18,8%, что на 10% ниже показателя стандарта.

Таблица 51 – Результаты испытаний 10 лучших тесткроссов среднеранней группы по показателю уборочной влажности зерна, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2016 - 2018 гг.

Гибрид	Уборочная влажность зерна, %			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
Краснодарский 291АМВ	32,4	26,8	26,9	28,7
(Лн0823 х Лн070) х Лн0634	23,2	17,2	16,1	18,8
(Лн0823 х Лн070) х Лн0228	24,2	18,8	15,9	19,6
(Лн0711 х Лн008) х Лн0647	28,3	16,2	16,7	20,4
(Лн0711 х Лн008) х Лн0634	25,8	18,4	17,2	20,5
(Лн0711 х Лн008) х Лн0603	26,9	18,2	16,6	20,6
(Лн0823 х Лн070) х Лн0626	22,8	19,8	19,5	20,7
(Лн0823 х Лн070) х Лн0613	24,7	18,9	19,2	20,9
(Лн0711 х Лн008) х Лн0633	23,6	17,5	22,3	21,1
(Лн0823 х Лн070) х Лн0604	25,0	19,1	20,2	21,4
(Лн0711 х Лн008) х Лн0613	26,6	17,1	20,8	21,5
Среднее по опыту	29,7	23,0	23,0	25,2
НСР ₀₅	1,5	1,9	2,3	3,1

Обращает на себя внимание тот факт, что все выделившиеся гибриды среднеранней группы были получены в скрещиваниях с использованием тестеров (Лн0823 х Лн070) и (Лн0711 х Лн008), это свидетельствует об их высоких качествах при отборе по данному признаку. Также следует отметить линию Лн0634, которая в скрещиваниях с отмеченными тестерами дала лучший средний результат относительно стандарта: (Лн0823 х Лн070) х Лн0634 - 18,8%, (Лн0711 х Лн008) х Лн0634 - 20,5%, против 28,7% у Краснодарский 291АМВ.

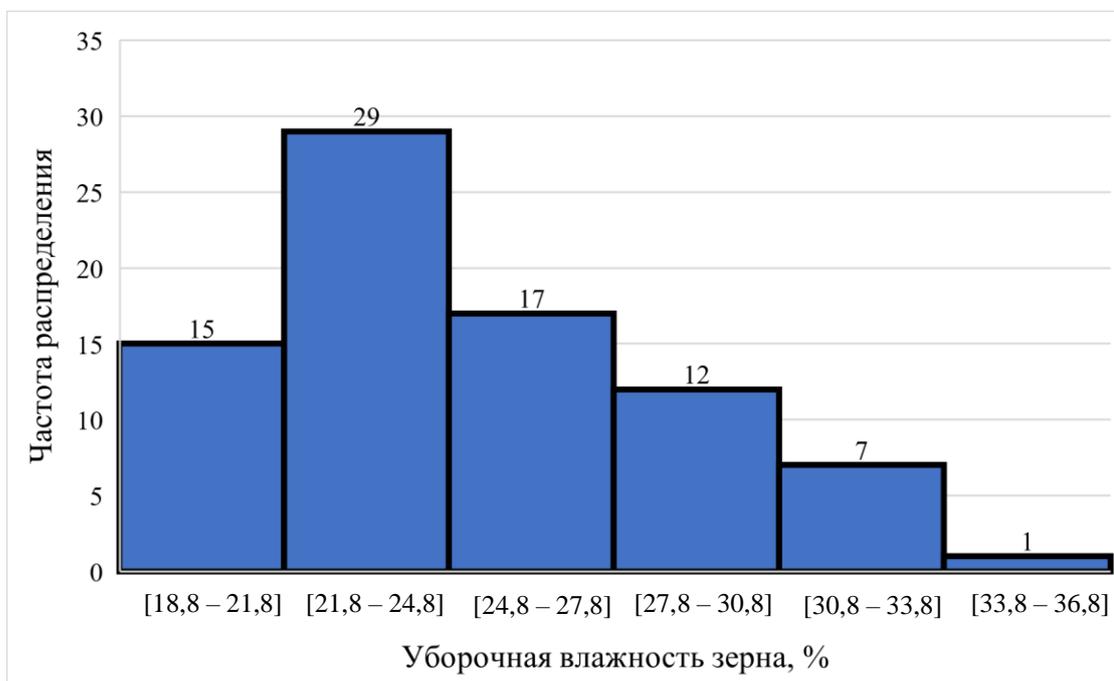


Рисунок 20 – Распределение тесткроссов среднеранней группы по показателю уборочной влажности зерна по результатам исследований в 2016 – 2018 гг.

Из графического распределения тесткроссов среднеранней группы тесткроссов по признаку «уборочная влажность зерна» (рисунок 20) видно, что выделилась одна группа, в которую вошло 29 гибрида – это диапазон от 21,8% до 24,8%.

Итогом оценки новых тесткроссов по признаку «уборочная влажность зерна» является создание гибридов с высоким селекционным потенциалом, позволяющим вести отбор на низкую уборочную влажность зерна на фоне высокой урожайности. Перспективные гибриды были отобраны как в раннеспелой, так и в среднеранней группах спелости.

4.5. Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы

Общеизвестно, что взаимодействие линий и гибридов с факторами окружающей среды (местоположение, год посадки, тип почвы, уровень применяемой агротехники, и т. д.) является одним из важнейших факторов в селекционной работе исследователей. В связи с этим нами было проведено

экологическое сортоиспытание с целью изучения пластичности и стабильности новых тесткроссов [4, 25, 30, 113].

Одна из ключевых стратегий по улучшению селекционного материала на адаптивность к различным условиям выращивания - отбор сортов с лучшей стабильностью в широком диапазоне сред [144, 191, 204]. Параметрические модели, основанные на простом линейном регрессионном анализе, являются одними из наиболее широко используемых для определения качества материала и включают метод, предложенный Эберхартом и Расселом [191], который интерпретирует дисперсию регрессионных отклонений (sdi^2), как меру стабильности гибрида и коэффициент линейной регрессии (b_i), как показатель пластичности [69, 70, 73].

Учитывая целесообразность выявления генотипов с высокими показателями урожайности в различных условиях выращивания, нами было проведено экологическое сортоиспытание с целью изучения пластичности и стабильности новых тесткроссов. Помимо испытаний на контрольном питомнике НЦЗ им П.П. Лукьяненко в 2016 – 2018 годах с целью проведения опыта на выявление адаптивности к условиям, нами в 2017 году были отобраны 20 перспективных, высокоурожайных гибридов для изучения в 4 дополнительных пунктах: фирма «Отбор» - Кабардино-Балкарская республика (орошение); КБНИИСХ - Кабардино-Балкарская республика; ВНИИЗК – г. Зерноград; фирма «Семеноводство Кубани» - ст. Ладожская, Краснодарский край. Стандартом служил гибрид Краснодарский 194 МВ. В качестве определяющего критерия был использован признак урожайности зерна.

Первым этапом было определение наличия взаимодействия генотипа и среды для испытываемых гибридов. Из приведенной в таблице 52 матрицы значений дисперсионного анализа видны значительное и достоверное влияние факторов среды на изменение урожайности.

Таблица 52 - Матрица статистических значений результата двухфакторного дисперсионного анализа по показателю урожайности зерна.

Варьирование	SS	df	ms	F _ф	F ₀₅
Общее	25823,1	146			
Варианты	3260,2	20	163,1	1131,7	2,1
Опыты	16343,8	6	2723,9	15,6	1,5
Взаимодействие	6219,1	120	51,8	12,4	1,2
Обоб.ошибка		200	5,8		

В таблице 53 приведены урожайные данные лучших гибридов, выделившихся в испытаниях в различных условиях выращивания. Как видно из таблицы, все представленные гибриды превышали по урожайности зерна стандарт (Краснодарский 194 МВ) как во всех пунктах исследования, так и в среднем по опыту. Данное обстоятельство позволяет сделать вывод о высоких адаптивных свойствах представленных гибридов.

В частности, гибрид (Лн627 x Лн0699) x Лн0626, имел урожайность зерна 62,5 ц/га в среднем во всех пунктах испытаний, что на 15,8 ц/га выше, чем у соответствующего стандарта. Данный гибрид имел наиболее высокие показатели урожайности (77,7 и 76,1 ц/га) в испытаниях на базе КНИИСХ в 2017 году и в фирме «Отбор». Этот факт свидетельствует о высокой отзывчивости данного гибрида к улучшению условий выращивания, поскольку именно в данных пунктах наблюдались наиболее благоприятные условия в эти годы.

Наименьший показатель урожайности у гибрида (Кр627м x Лн0699) x Лн0626 наблюдался в испытаниях в КНИИСХ в 2018 года (48,2 ц/га).

Таблица 53 – Лучшие по урожайность зерна тесткроссы в разных агроклиматических зонах.

Гибрид	НЦЗ, 2016 г.	НЦЗ, 2017 г.	НЦЗ, 2018 г.	«Отбор», 2017 г.	Ладожская, 2017 г.	Зерноград, 2017 г.	КБНИИСХ, 2017 г.	среднее
Краснодарский 194 МВ	46,5	51,2	27,2	61,9	45,5	48,6	46,0	46,7
(Кр627м x Лн0699) x Лн0626	61,0	77,7	48,3	76,2	61,3	52,4	60,8	62,5
(Кр752м x Лн0684) x Лн0613	64,5	71,9	45,4	72,4	62,2	48,9	59,7	60,7
(Лн0823 x Лн070) x Лн0724	61,8	77,0	45,6	64,8	64,6	49,4	58,1	60,2
(Лн0711 x Лн008) x Лн0685	60,1	74,7	46,4	71,8	61,8	49,0	55,8	59,9
(Лн0711 x Лн008) x Лн0609	59,5	77,7	48,3	64,1	51,7	47,6	60,2	58,4
(Лн0711 x Лн008) x Лн0694	59,5	70,4	44,4	63,1	50,0	52,7	55,0	56,4
(Кр752м x Лн0684) x Лн0613	63,4	70,2	26,2	64,8	57,9	51,1	56,0	55,6
(Кр742м x Лн0716) x Лн0720	61,3	71,6	32,0	66,5	51,0	51,6	55,0	55,6
(Лн0479 x Лн0159) x Лн0720	57,7	62,7	23,7	78,5	58,1	49,3	50,6	54,4
НСР _{0,5}	3,3	4,0	5,8	3,4	3,1	3,8	3,2	3,7

Данное обстоятельство связано с неблагоприятными погодными условиями, сложившимися в 2018 году в этом пункте. Соответственно, данный гибрид можно интерпретировать как экстенсивная форма с высокой фенотипической стабильностью.

Далее, с помощью программы Agross, нами был проведен анализ экологической пластичности и стабильности новых тесткроссов по методике Эберхарта и Рассела [191].

Как известно из литературы, коэффициент линейной регрессии (b_i) показывает реакцию гибридов на изменение условий выращивания. Он может принимать значения меньше, больше, либо быть равным 1.

По результатам проведенного анализа, тесткроссы были поделены на 3 группы (таблица 54). В первую группу вошло 4 гибрида: (Лн0823 x Лн070) x Лн0699, (Кр714627м x Лн0088) x Лн0720, (Кр752м x Лн0684) x Лн0685, (Кр742м x Лн0716) x Лн0613, вошедших в диапазон $0,9 < b < 1,0$. Данные гибриды характеризуются как формы с очень высокой фенотипической стабильностью. Такие гибриды наиболее подходят для выращивания на экстенсивном фоне, поскольку они слабо реагируют на улучшение условий и менее требовательны к высокому уровню агротехники.

Во вторую группу ($1,1 < b < 1,2$) также вошло 4 тесткросса: (Кр742м x Лн0716) x Лн0720, (Кр742м x Лн0716) x Лн0600, (Кр742м x Лн0716) x Лн0605, (Кр627м x Лн0699) x Лн0613. Данные гибриды относятся к интенсивным формам, обладающим высокой фенотипической стабильностью. Такие формы отзывчивы на улучшение условий выращивания, сохраняя при этом стабильно-высокий уровень урожайности при возделывании в неблагоприятных условиях.

Два тесткросса, вошедшие в третью группу ($1,3 < b < 1,4$): (Лн0479 x Лн0159) x Лн0720, (Лн0159С x Лн0614) x Лн0706. Гибриды данной группы характеризуются как интенсивные формы с пониженной фенотипической стабильностью. Такие гибриды наиболее отзывчивы на улучшение условий и дают максимальный урожай лишь в случаях применения достаточно высокого уровня агротехники. В неблагоприятных условиях такие формы не способны

раскрыть весь свой потенциал и дают намного меньший урожай, нежели высокостабильные формы.

Таблица 54 – Значения экологической пластичности и стабильности лучших тесткроссов по показателю урожайности зерна.

Гибрид	Урожайность, ц/га	Пластичность, b_i	Стабильность, Sd_i^2	Ошибка (Sb_i)	Критерий значимости (t)	Коэффициент адекватности (B)
Краснодарский 194 МВ st	46,7	0,9	8,2	0,2	1,1	0,8
0,9<b<1,0 - очень высокая фенотипическая стабильность						
(Лн0823хЛн070)хЛн0699	51,2	1,0	2,8	0,1	0,5	1,0
(Кр714627мхЛн008)хЛн0720	52,9	1,0	7,8	0,2	0,1	0,9
(Кр752мхЛн0684)хЛн0685	51,0	1,0	16,2	0,3	0,0	0,6
(Кр742мхЛн0716)хЛн0613	46,5	1,0	17,1	0,3	0,1	0,6
1,1<b<1,2 - интенсивная фенотипически высокостабильная форма						
(Кр742мхЛн0716)хЛн0720	55,6	1,1	8,1	0,2	0,4	0,9
(Кр742мхЛн0716)хЛн0600	49,9	1,1	20,9	0,4	0,2	0,5
(Кр742мхЛн0716)хЛн0605	52,4	1,1	6,9	0,1	1,0	0,9
(Кр627мхЛн0699)хЛн0613	55,6	1,2	7,8	0,2	1,2	0,9
1,3<b<1,4 - интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью						
(Лн0479хЛн0159)хЛн0720	54,4	1,4	5,1	0,1	4,0	1,0
(Лн0159СхЛн0614)хЛн0706	50,3	1,8	4,5	0,1	8,9	1,0
Среднее по опыту	53,6	-	-	-	-	-
НСР _{0,5} частных средних	9,6	-	-	-	-	-

Более наглядную интерпретацию по реакции гибридов на изменение условий выращивания дают линии регрессии урожайности зерна (b_i) к показателям индекса среды (I_j). Величина наклона линии регрессии позволяет оценить степень поведения гибридов относительно друг друга и со средней реакцией гибридов относительно условий выращивания.

Так, на рисунке 21 представлен график зависимости линии регрессии урожайности от условий выращивания гибрида (Лн0823 x Лн070) x Лн0699 по семи пунктам испытаний. Данный гибрид относится к формам с очень высокой фенотипической стабильностью, о чем свидетельствует его линия регрессии, располагающаяся параллельно относительно средней по опыту. Данное обстоятельство свидетельствует о высокой стабильности урожая вне зависимости от изменений в условиях выращивания.

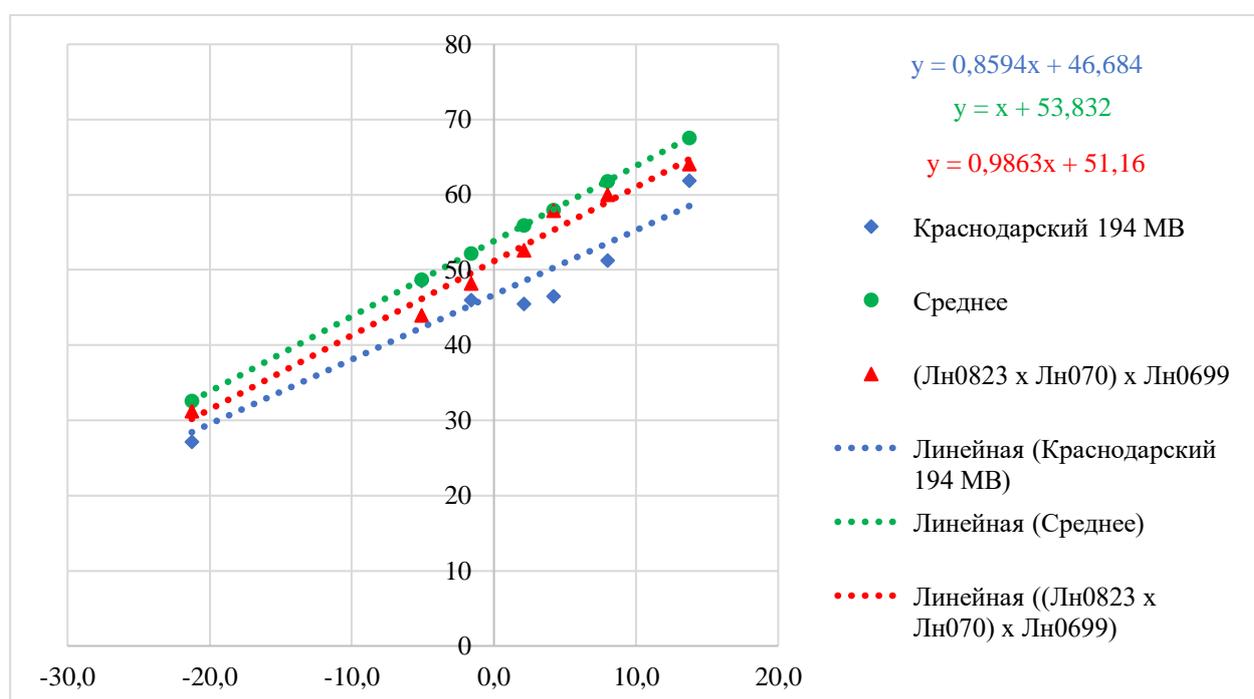


Рисунок 21 – График регрессии показателя урожайности тесткрасса (Лн0823 x Лн070) x Лн0699 в различных агроклиматических условиях в среднем по семи пунктам в 2016-2018 гг.

На рисунке 22 представлена регрессионная зависимость урожайности зерна гибрида (Лн742 x Лн0716) x Лн0605 от условий выращивания. Данный гибрид был characterized как интенсивная форма с высокой фенотипической стабильностью. Урожайность данного гибрида была меньше средней по опыту, в связи с чем его линия регрессии расположена ниже средней. Угол наклона линии регрессии данного гибрида свидетельствует о большей реакции на изменение условий выращивания относительно средней, при этом сохраняется достаточно

высокий показатель стабильности урожайности относительно гибридов с высокой пластичностью.

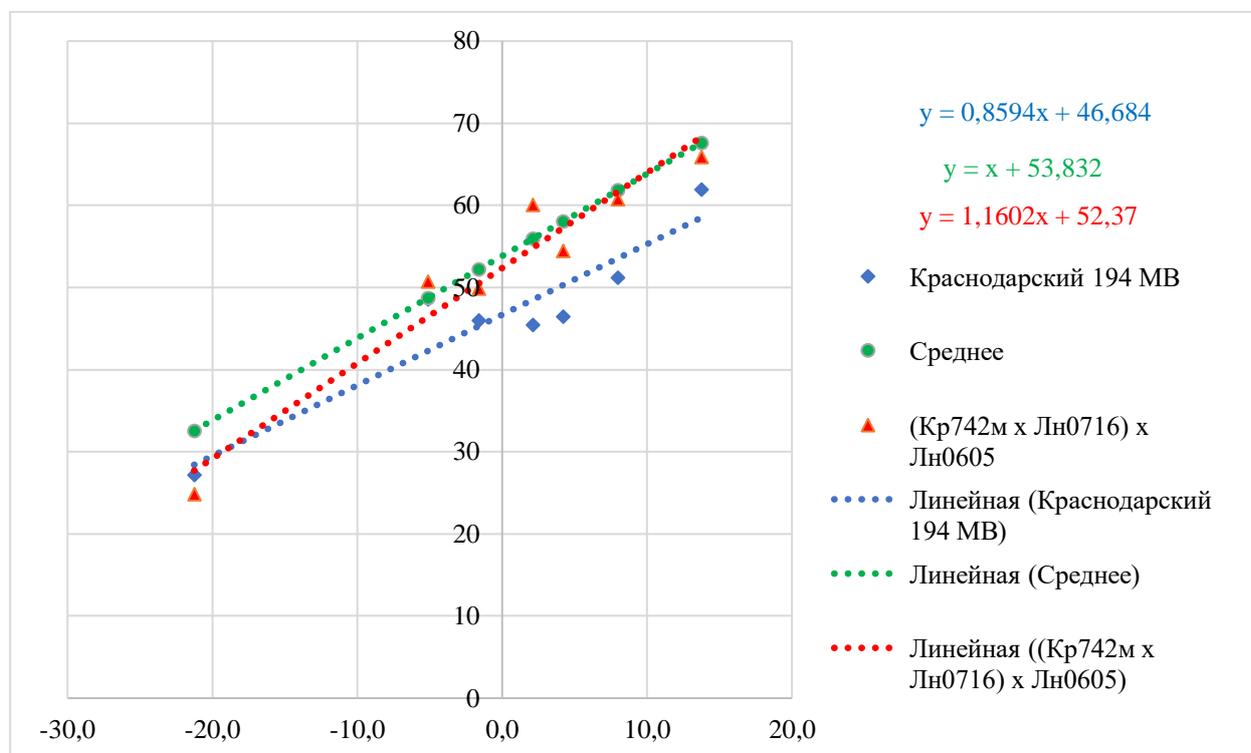


Рисунок 22 – График регрессии показателя урожайности тесткрасса (Кр742м x Лн0716) x Лн0605 в различных агроклиматических условиях в среднем по семи пунктам в 2016-2018 гг.

В третьем графике (рисунок 23) представлена линия регрессии урожайности зерна гибрида (Лн0479 x Лн0159) x Лн0720 в зависимости от условий выращивания. Столь значительный угол наклона линии регрессии у данного гибрида относительно средней свидетельствует об очень высокой норме реакции на изменение условий выращивания. Подобные гибриды относятся к интенсивным формам с пониженной фенотипической стабильностью и имеют высокие показатели урожайности зерна лишь при оптимальных климатических условиях и соблюдении высокого уровня агротехники.

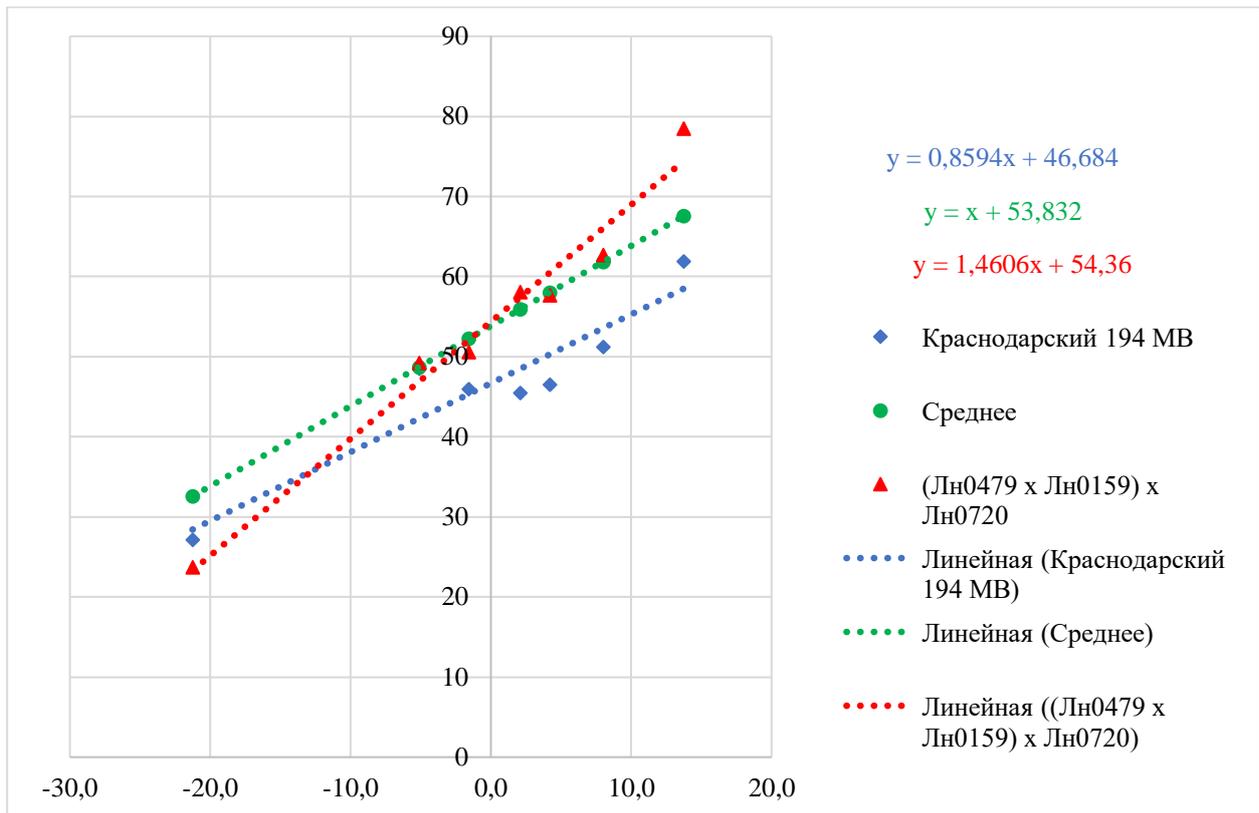


Рисунок 23 – График регрессии показателя урожайности тесткрасса (Ln0479 x Ln0159) x Ln0720 в различных агроклиматических условиях в среднем по семи пунктам в 2016-2018 гг.

Результатом наших испытаний по определению экологической пластичности и стабильности методом Эберхарта и Рассела является комплексная характеристика новых тесткроссов по норме реакции признака урожайности зерна на изменение условий выращивания. Также была дана графическая интерпретация взаимосвязи линий регрессии урожайности выделившихся гибридов с индексом изменения среды. Определение параметров экологической пластичности и стабильности позволяет дать новым перспективным гибридам всестороннюю оценку, определить степень адаптивности к различным условиям и выявить его хозяйственно-экономический потенциал.

ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ СОРТОИСПЫТАНИЙ ПРОСТЫХ ГИБРИДОВ ПОЛУЧЕННЫХ В ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ

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

Исследование родительских генотипов имеет решающее значение для успеха селекционной программы, направленной на создание гибридов с повышенной урожайностью, особенно в неблагоприятных условиях, таких как засуха. Высокие показатели элементов продуктивности некоторых новых линий указывают лишь на их относительное превосходство, но не отражают их способность передавать необходимые свойства и признаки при скрещивании с рядом других линий [115, 116, 195].

Анализ комбинационной способности используется для определения лучших родительских пар, которые можно использовать при гибридизации для достижения гетерозисного эффекта и для выбора лучших гибридных комбинаций для прямого хозяйственного использования или для дальнейшей селекционной работы. Как известно, ОКС устанавливает общую ценность родительских форм с точки зрения рассматриваемого признака, тогда как СКС указывает на важность совместного действия генов между родительскими формами [203, 211].

Одним из лучших методов по определению продуктивности гибридных комбинаций является система диаллельных скрещиваний, которая позволяет получить наиболее полную информацию о специфической комбинационной способности изучаемого материала [220].

В идеале этот процесс должен заключаться в оценке всех возможных комбинаций, где можно определить достоинства каждой инбредной линии. Однако, при испытании большого количества линий число возможных комбинаций столь велико, что объем проводимых работ становится фактически невыполнимым. В связи с чем наиболее целесообразно применять метод диаллельных скрещиваний лишь для оценки специфической комбинационной

способности новых линий, предварительно отобрав наиболее перспективные из них по общей комбинационной способности [82].

Так, в нашей работе, методом топкроссных скрещиваний, были выделены по ОКС 8 новых самоопыленных линий, которые были включены в диаллельные скрещивания. Помимо этих линий, в скрещивания были включены еще 5 новых, до этого не принимавших участия в работе, линий. Таким образом было получено 78 простых гибридов, проходивших испытание в 2017 и 2018 годах в контрольном питомнике НЦЗ. Методика проведения испытаний была такая же, что и при изучении тесткроссных гибридов.

На основании полученных урожайных данных, с помощью программы Microsoft Office Excel, был проведен расчет специфической комбинационной способности гибридов от диаллельных скрещиваний за два года испытаний.

Проведенный двухфакторный дисперсионный анализ (таблица 55) не показал существенного влияния на изменчивость показателей СКС в различные годы испытаний.

Таблица 55 – Двухфакторный дисперсионный анализ СКС простых гибридов в системе диаллельных скрещиваний по показателю урожайности зерна в 2017-2018 гг.

Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	F _{факт}	F _{таб095.}	Влияние %
Генотип	5348,6	12,0	445,7	1,7	1,8	6,6
Среда	589,6	1,0	589,6	2,3	3,9	0,7
Взаимодействие (генотип x среда)	1007,5	12,0	84,0	0,3	2,3	1,3

Несмотря на этот факт, различия в показателях СКС по годам имелись, в связи с различными погодными условиями, сложившимися в годы проведения опыта. В этой связи результаты оценки СКС гибридов от диаллельных скрещиваний мы приводим по каждому году отдельно.

В таблице 56 представлены показатели СКС лучших простых гибридов от ДС за 2017 год. Как отмечалось ранее, данный год отличался благоприятными для

выращивания кукурузы погодными условиями, что положительно отразилось на урожайности зерна и, как следствие, на показателях СКС.

Все выделившиеся гибриды имели высокие показатели СКС на фоне высокой урожайности зерна и более низкой уборочной влажности зерна.

Таблица 56 – Анализ СКС простых гибридов в системе диаллельных скрещиваний по показателю урожайности зерна в 2017 г.

Гибриды	Константы СКС	Урожайность зерна, ц/га	Уборочная влажность зерна, %
Лн0357 x Лн0685	39,6	76,3	23,9
Лн008 x Лн0681	37,0	82,5	21,0
Лн0228 x Лн0681	36,2	80,6	24,1
Лн0681 x Лн0718	36,1	84,3	21,9
Лн0228 x Лн0647	35,0	37,9	13,6
Лн0687 x Лн0720	34,0	74,2	21,9
Лн0718 x Лн0480	33,8	84,4	23,5
Лн0647 x Лн0718	31,2	72,9	23,6
Лн0647 x Лн0720	31,1	82,7	20,8
НСР _{0,5}	-	2,9	1,6

Так, гибрид Лн0357 x Лн0685 имел высокие константы СКС как в 2017, так и в 2018 годах, что свидетельствует о достоверно-высоком уровне гетерозисного эффекта между его родительскими линиями. Урожайность зерна данного гибрида составила 76,3 ц/га при уборочной влажности – 23,9%. Константа СКС равнялась 39,6.

В таблице 57 приведены результаты оценки СКС простых гибридов от ДС за 2018 год испытаний. В связи с тем, что данный год отличался крайне неблагоприятными условиями выращивания, урожайность простых гибридов в общем была значительно ниже, чем в предыдущий год испытаний.

Так, отмеченная выше гетерозисная пара Лн0357 x Лн0685, имела урожайность зерна 44,4 ц/га при уборочной влажности - 26,4%. Константа СКС у данного гибрида в 2018 году так же была ниже и составила 24,3.

Таблица 57 – Анализ СКС простых гибридов в системе диаллельных скрещиваний по показателю урожайности зерна в 2018 г.

Гибриды	Константы СКС	Урожайность зерна, ц/га	Уборочная влажность зерна, %
Лн0228 х Лн0681	30,4	50,4	11,8
Лн0718 х Лн0720	25,1	47,1	14,1
Лн0357 х Лн0685	24,3	44,4	26,4
Лн0480 х Лн003	19,5	33,8	22,2
Лн0718 х Лн0480	19,5	45,0	24,3
Лн0357 х Лн0687	19,4	48,9	18,0
Лн004 х Лн008	17,3	31,1	20,6
Лн0681 х Лн003	17,1	48,3	17,4
Лн0720 х Лн003	16,0	31,8	18,8
НСР _{0,5}	-	2,6	1,1

Невзирая на разницу в урожайных данных, сложившуюся в разные годы испытаний, нами были выделены пары линий, имеющие высокие показатели СКС как за 2017, так и за 2018 годы испытаний (таблица 58).

Следует обратить отдельное внимание на линии Лн0681, Лн0718, Лн003 и Лн0480. Данные линии присутствуют в нескольких выделившихся по СКС парах за два года испытаний.

Таблица 58 – Значения СКС выделившихся гибридных пар в системе диаллельных скрещиваний по показателю урожайности зерна в 2017-2018 гг.

Гибриды	Константы СКС	
	2017 г.	2018 г.
Лн0357 х Лн0685	39,6	24,2
Лн008 х Лн0681	36,9	13,6
Лн0228 х Лн0681	36,2	30,4
Лн0681 х Лн0718	36,1	11,8
Лн0718 х Лн0480	33,7	19,5
Лн0720 х Лн003	26,5	15,9
Лн0480 х Лн003	25,2	19,5

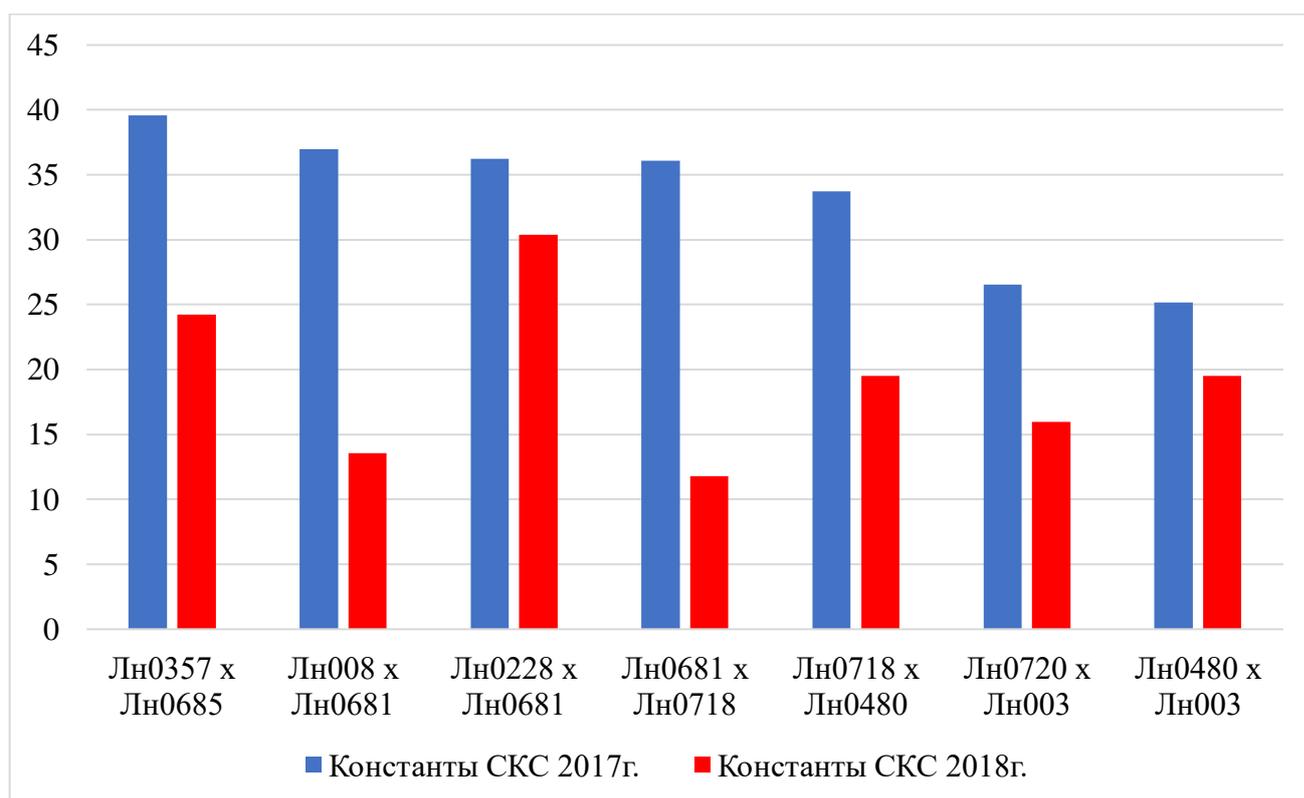


Рисунок 24 – Константы СКС выделившихся гибридных пар в системе диаллельных скрещиваний по показателю урожайности зерна в 2017-2018 гг.

На рисунке 24 представлено графическое отображение семи выделившихся за 2 года испытаний гетерозисных пар новых линий, имеющих наивысшие показатели СКС по признаку урожайности зерна. Как видно из графика, наиболее высокие и стабильные константы СКС имели гибриды Лн0357 х Лн0685 и Лн0228 х Лн0681 за 2017 и 2018 года исследований.

Выделившие в результате анализа СКС простые гибриды от диаллельных скрещиваний являются перспективным материалом для дальнейшей работы. Лучшие из них будут переданы для проверки в конкурсное сортоиспытание и могут служить перспективными родительскими формами в более сложных скрещиваниях.

5.2. Характеристика основных селекционных признаков выделившихся простых гибридов

В дальнейших исследованиях простых гибридов от диаллельных скрещиваний, нами была проведена оценка их основных селекционных признаков и морфо-биологических признаков початка.

Из 13 самоопыленных линий, включенных в диаллельную схему, 4 относилось к группе зародышевой плазмы Lancaster, 4 к группе European, 3 к группе Stiff Stalk Synthetic, и 2 к Iodent (таблица 59).

Как отмечалось ранее, все гибриды от ДС испытывались в контрольном питомнике НЦЗ им П.П. Лукьяненко в 2017 и 2018 годах. Непосредственно в процессе вегетации были измерены высота растений и высота прикрепления верхнего початка. При достижении физиологической спелости была проведена комбайновая уборка с измерением урожайности зерна и ее уборочной влажности.

Таблица 59 – Разделение исходного материала, использованного в диаллельных скрещиваниях по гетерозисным группам.

Линий	Гетерозисная группа	Условное обозначение	Количество линий
Лн0480, Лн003, Лн0720, Лн0685	Lancaster	L	4
Лн0228зм, Лн0718, Лн0647, Лн0357,	European	Euro	4
Лн008, Лн0681, Лн0614,	Stiff Stalk Synthetic	SSS	3
Лн004, Лн0687	Iodent	I	2

Из проведенного анализа варьирования основных селекционных признаков простых гибридов от ДС (таблица 60) видно, что признак «урожайность зерна» имеет высокий размах варьирования ($Lim = 44, 4$ ц/га) в среднем за два года изучения. Высоким по данному признаку был и коэффициент вариации – 30,1 %.

По большей части это было связано с разницей в сложившихся погодных условиях в годы исследований. Коэффициент вариации по уборочной влажности был значительно ниже (21,8%), но также находился на высоком уровне.

Остальные признаки имели более низкие значения вариации. Так, признак «высота растений» имел низкое значений коэффициента вариации - 5,2% при размахе варьирования 66,6 см, а признак «высота прикрепления початка» имел среднее значение коэффициента вариации – 10%, при размахе варьирования 45,9 см в среднем за два года испытаний. Данное обстоятельство говорит о значительной однородности и выровненности новых простых гибридов от ДС по данным признакам.

Таблица 60 – Значения варьирования основных селекционных показателей у простых гибридов в системе диаллельных скрещиваний, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Признак	№	$X_{\text{ср}}$	X_{min}	X_{max}	Lim	S	CV, %	Доверительный интервал \pm
Урожайность зерна, ц/га	78	39,5	21,0	65,4	44,4	11,9	30,1	2,6
Уборочная влажность, %	78	11,8	7,3	17,6	10,3	2,6	21,8	0,6
Высота растений, см.	78	209,2	186,0	252,6	66,6	10,8	5,2	2,4
Высота прикрепления початка, см	78	76,7	48,8	94,7	45,9	7,6	10,0	1,7

В таблице 61 представлена характеристика селекционных признаков лучших простых гибридов, полученных от ДС, за 2017 и 2018 годы.

Как видно из таблицы, все представленные простые гибриды превысили по урожайности зерна соответствующие стандарт: Краснодарский 194 МВ при меньшей или равной уборочной влажности зерна. Данное обстоятельство свидетельствует о высокой хозяйственной ценности выделившихся гибридов. Так, например, гибрид Лн0681х Лн0228 имел урожайность зерна 65,4 ц/га, что на 21,5 ц/га выше, чем у Краснодарского 194 МВ при значительно меньшей уборочной влажности зерна.

Таблица 61 – Характеристика основных селекционных признаков 10 выделившихся простых гибридов диаллельных скрещиваний, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Гибрид	Урожайность зерна, ц/га	Уборочная влажность, %	Высота растений, см.	Высота прикрепления початка, см
Краснодарский 194 МВ	43,9	12,8	219,5	83,4
Лн0681 х Лн0228	65,4	10,4	216,6	94,7
Лн0480 х Лн0718	64,4	16,8	219,6	87,9
Лн0480 х Лн0647	63,0	12,3	209,1	81,5
Лн0720 х Лн0357	62,6	12,0	210,0	80,1
Лн0681 х Лн003	62,5	13,0	209,9	65,8
Лн0687 х Лн0357	62,0	13,0	202,0	61,9
Лн0687 х Лн004	61,3	13,0	196,3	71,1
Лн0357 х Лн0685	60,4	17,4	202,4	77,1
Лн0681 х Лн008	59,8	12,2	200,5	62,4
Лн0720 х Лн0647	59,0	12,7	203,3	87,2
НСР _{0,5}	3,1	3,2	2,7	2,4

По высоте растений, как и по высоте прикрепления початка, новые гибриды ДС практически не отличались от соответствующего стандарта.

Из графика распределения по урожайности зерна (рисунок 25) видно, что большая часть простых гибридов от ДС располагалась в трех группах: 24 гибрида в диапазоне 21 – 30,6 ц/га, 25 в диапазоне 30,6 – 40,2 ц/га и 17 в диапазоне 40,2 – 49,8 ц/га. Остальные простые гибриды вошли в более мелкие группы: 7 в диапазоне 49,8 – 59,4 ц/га и 9 в 59,4 – 69 ц/га.

Графическое распределение простых гибридов от ДС по уборочной влажности зерна показывает две группы, в которые вошло подавляющее большинство гибридов. В первый диапазон (14,9 – 17,8%) вошло 23 простых гибрида, во второй (17,8 – 20,7%) – 26 гибрида.

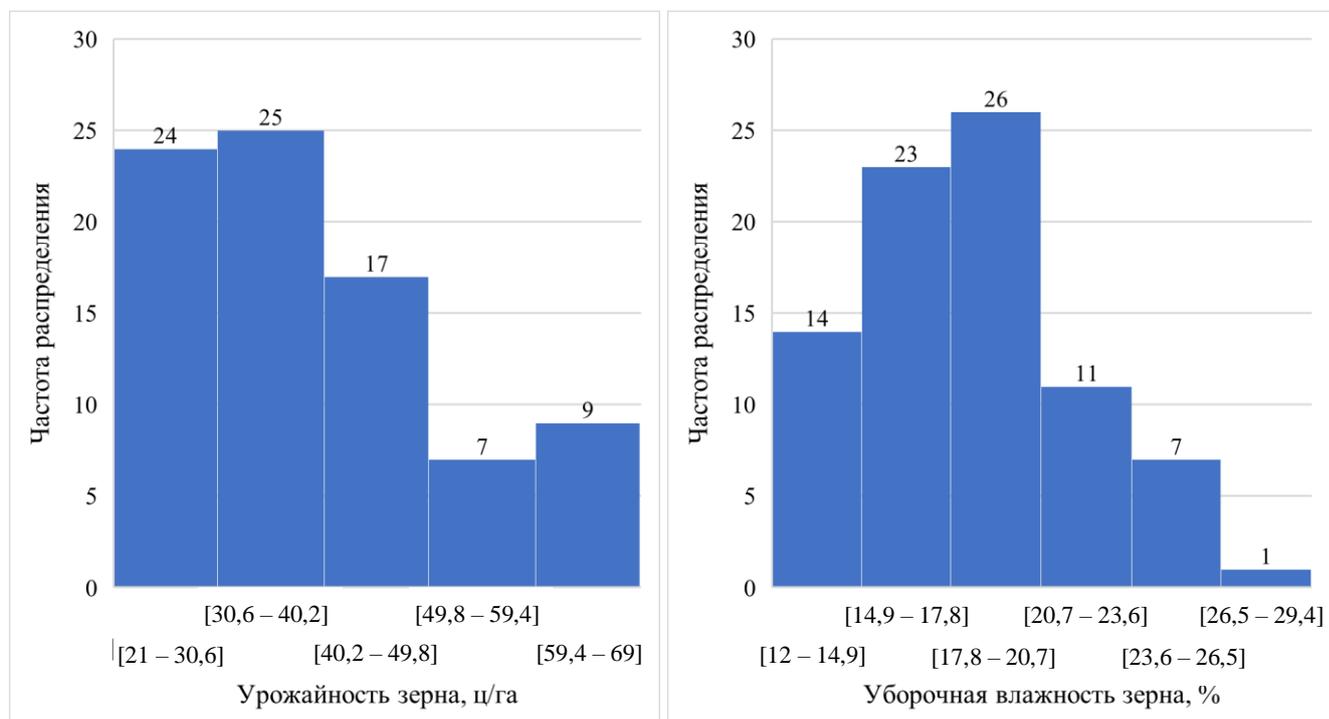


Рисунок 25 – Распределение новых простых гибридов в системе диаллельных скрещиваний по показателям урожайности и уборочной влажности зерна по результатам исследований в 2017-2018 гг.

Для изучения морфологических признаков початков у гибридов от ДС был проведен специальный посев этих гибридов в контрольном питомнике. При проведении уборки данный опыт убирался вручную. Все убранные початки подверглись измерению основных количественных признаков элементов структуры урожая.

Анализ варьирования морфо-биологических признаков початка новых простых гибридов от ДС в среднем за два года исследований представлен в таблице 62. Высокую вариабельность ($CV > 20\%$) показывает лишь один признак: вес зерна с початка, размах варьирования у которого составил 124,6 г.

Среднюю вариабельность ($10\% < CV < 20\%$) показывают три признака: количество зерен в ряду, количество рядов зерен и вес початка, размах варьирования которых равны - 19,7 шт., 7 шт. и 132,7 г., соответственно.

Таблица 62 – Варьирование морфо-биологических признаков початков у простых гибридов ДС по результатам исследований в 2017-2018гг.

Признак	№	X _{ср}	X _{min}	X _{max}	Lim	S	CV, %	Доверительный интервал ±
Длина початка, см.	78	18,4	15,7	21,6	5,9	1,6	8,6	0,3
Диаметр початка, см.	78	4,2	3,7	4,7	1,0	0,3	6,1	0,1
Кол-во зерен в ряду, шт.	78	35,4	24,1	43,8	19,7	4,4	12,4	1,0
Кол-во рядов зерен, шт.	78	16,2	13,0	20,0	7,0	1,6	10,0	0,4
Вес початка, г.	78	150,9	73,8	206,5	132,7	28,7	19,0	6,3
Вес зерна с початка, г.	78	124,1	55,3	179,9	124,6	27,4	22,1	6,0

Длина и диаметр початка имели более низкую вариабельность – CV <10%. Незначительными был и размах варьирования 5,9 см и 1 см, соответственно.

Таблица 63 – Результаты анализа количественных признаков, элементов структуры урожайности 10 выделившихся простых гибридов диаллельных скрещиваний, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Гибрид	Длина початка, см.	Диаметр початка, см.	Кол-во зерен в ряду, шт.	Кол-во рядов зерен, шт.	Вес початка, г.	Вес зерна с початка, г.
Краснодарский 194 МВ	17,8	4,4	35,6	18	146,3	116,0
Лн0681х Лн0228	16,9	4,3	35,1	16	163,2	137,4
Лн0480 х Лн0718	21,1	4,5	40,5	18	206,5	179,9
Лн0480 х Лн0647	19,7	4,6	40,0	18	205,7	175,5
Лн0720 х Лн0357	18,8	4,6	38,7	18	186,5	158,1
Лн0681х Лн003	16,9	4,6	35,7	18	175,9	148,3
Лн0687х Лн0357	18,5	4,4	37,8	16	163,2	138,1
Лн0687х Лн004	17,0	4,3	29,1	16	135,5	109,3
Лн0357х Лн0685	19,5	4,6	37,2	18	187,8	158,0
Лн0681х Лн008	18,7	4,3	42,3	16	164,8	137,4
Лн0720х Лн0647	18,1	4,2	36,8	16	154,6	130,2

В таблице 63 представлена характеристика лучших простых гибридов от ДС по морфо-биологическим признакам початка в среднем за два года изучения.

Все выделившиеся простые гибриды имели лучшие показатели количественных признаков по сравнению со стандартами.

На рисунке 26 представлено графическое распределение простых гибридов от ДС по признакам «вес початка» и «вес зерна с початка» за 2017 и 2018 годы исследований. По первому признаку, как видно из графика, 14 гибридов вошли в диапазон 96,8 – 119,8 г, 20 гибридов в диапазон 119,8 – 142,8 г, 22 гибрида в диапазон 142,8 – 165,8 г, 17 гибридов 165,8 – 188,8 г и 8 гибридов 188,8 – 211,8 г.

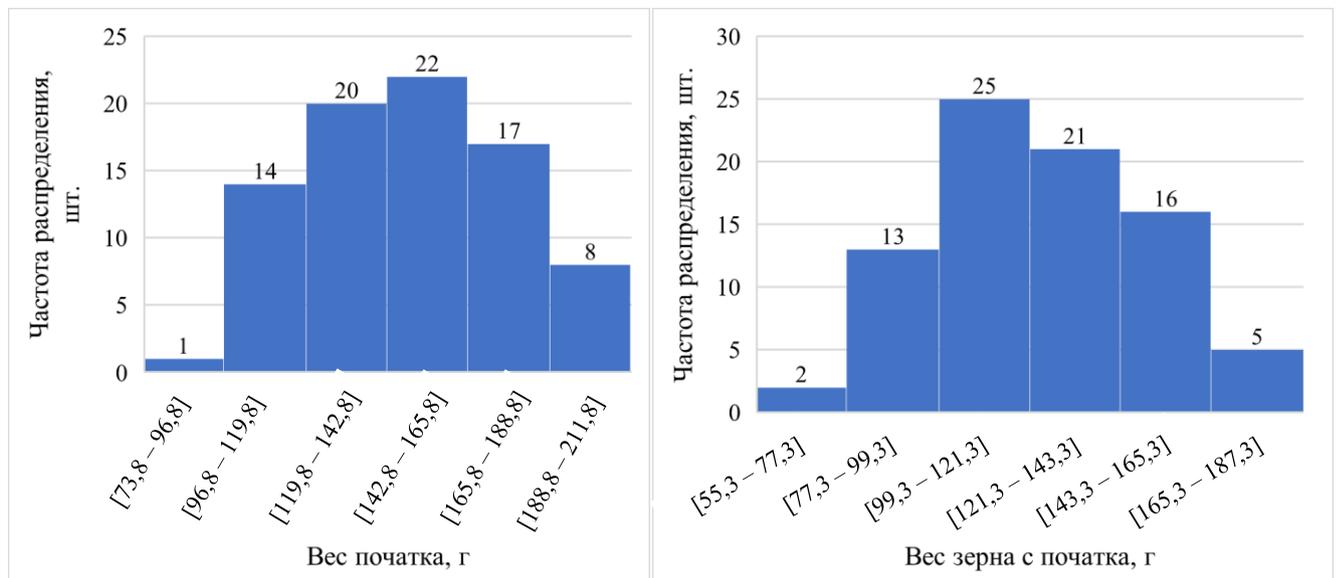


Рисунок 26 – Распределение простых гибридов от ДС по показателям вес початка и вес зерна с початка, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

По признаку «вес зерна с початка» простые гибриды от ДС разделились на 4 большие группы: 13 гибридов вошли в диапазон 77,3 – 99,3 г, 25 гибрида в диапазон 99,3 – 121,3 г, 21 гибрид в диапазон 121,3 – 143,3 г и 16 в диапазон 143,3 – 165,3 г.

В результате проведенного анализа основных селекционных и морфо-биологических признаков гибридов от ДС, можно сделать вывод, что изучение количественных признаков элементов структуры урожая позволяет прогнозировать урожайность зерна тех или иных гибридов. Изучение

морфологических признаков дает возможность отобрать наиболее ценные генотипы.

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

Как известно из литературы, выявление корреляционных связей между различными признаками способствует проведению менее трудоемкого и более быстрого отбора в селекционной работе. Отмечено, что на значения показателей признаков большое влияние оказывают внешние факторы среды, но также, немало важную роль играют и генетические особенности селекционного материала. С помощью определения коэффициентов корреляции между признаками исследуемых генотипов появляется возможность нахождения связей между генотипическими и фенотипическими параметрами, а также изучение их взаимосвязей с факторами среды [59, 221].

С целью выявления взаимосвязи между основными морфологическими и хозяйственными признаками новых простых гибридов от диаллельных скрещиваний, нами был проведен корреляционный анализ этих признаков.

Как видно из таблицы 64, с урожайностью зерна наибольшую положительную связь имели признаки: уборочная влажность зерна ($r=0,4$), диаметр початка ($r=0,5$), вес початка ($r=0,5$) и вес зерна с початка ($r=0,5$). Данное обстоятельство позволяет вести отбор на высокоурожайные гибриды с пониженной уборочной влажностью зерна.

Также следует отметить взаимную связь между признаками «вес початка», «вес зерна с початка», «диаметр початка» и «количество зерен в ряду», показавших наиболее высокие положительные значения коэффициента корреляции ($r>7$). Корреляция между данными признаками была отмечена другими учеными в более ранних исследованиях [41, 146].

Некоторыми авторами отмечается высокая связь между признаками «высота растений» и «высота прикрепления початка». В наших исследованиях

коэффициент корреляции между этими признаками был ниже среднего и составил $r = 0,3$.

Таблица 64 – Показатели корреляции между основными показателями растений простых гибридов от ДС, исследуемых в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в 2017-2018 гг.

Признаки	урожайность зерна	уборочная влажность зерна	длина початка	диаметр початка	кол-во зерен в ряду	вес початка	вес зерна с початка	кол-во рядов зерен	высота растений
уборочная влажность зерна	0,4								
длина початка	0,1	0,1							
диаметр початка	0,5	0,4	0,2						
кол-во зерен в ряду	0,3	0,1	0,5	0,4					
вес початка	0,5	0,3	0,5	0,8	0,7				
вес зерна с початка	0,5	0,3	0,5	0,8	0,7	0,9			
Кол-во рядов зерен	0,1	0,2	0,1	0,5	0,2	0,4	0,4		
высота растений	-0,1	-0,2	0,4	-0,1	0,3	0,1	0,1	-0,1	
высота прикрепления початка	-0,1	-0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3

Для лучшего понимания взаимосвязи между признаками на рисунке 27 приводится графическая интерпретация корреляционной зависимости урожайности зерна от других признаков за 2 года исследований. Из графиков видно, что с увеличением значений признаков «уборочная влажность зерна», «диаметр початка» и «вес зерна с початка», в сложившихся условиях выращивания происходило увеличение урожайности зерна новых простых гибридов от ДС. Так, простой гибрид Лн0480 х Лн0718 имел второй по величине показатель урожайности зерна среди всего набора простых гибридов от ДС в

среднем за 2 года (64,4 ц/га) имел самое высокое значение показателя признака «вес зерна с початка» - 179,9 г. Также высоким у данного гибрида был показатель признака «диаметр початка» - 4,5 см и оптимальный показатель признака «уборочная влажность зерна» - 16,8% в среднем за 2 года исследований.

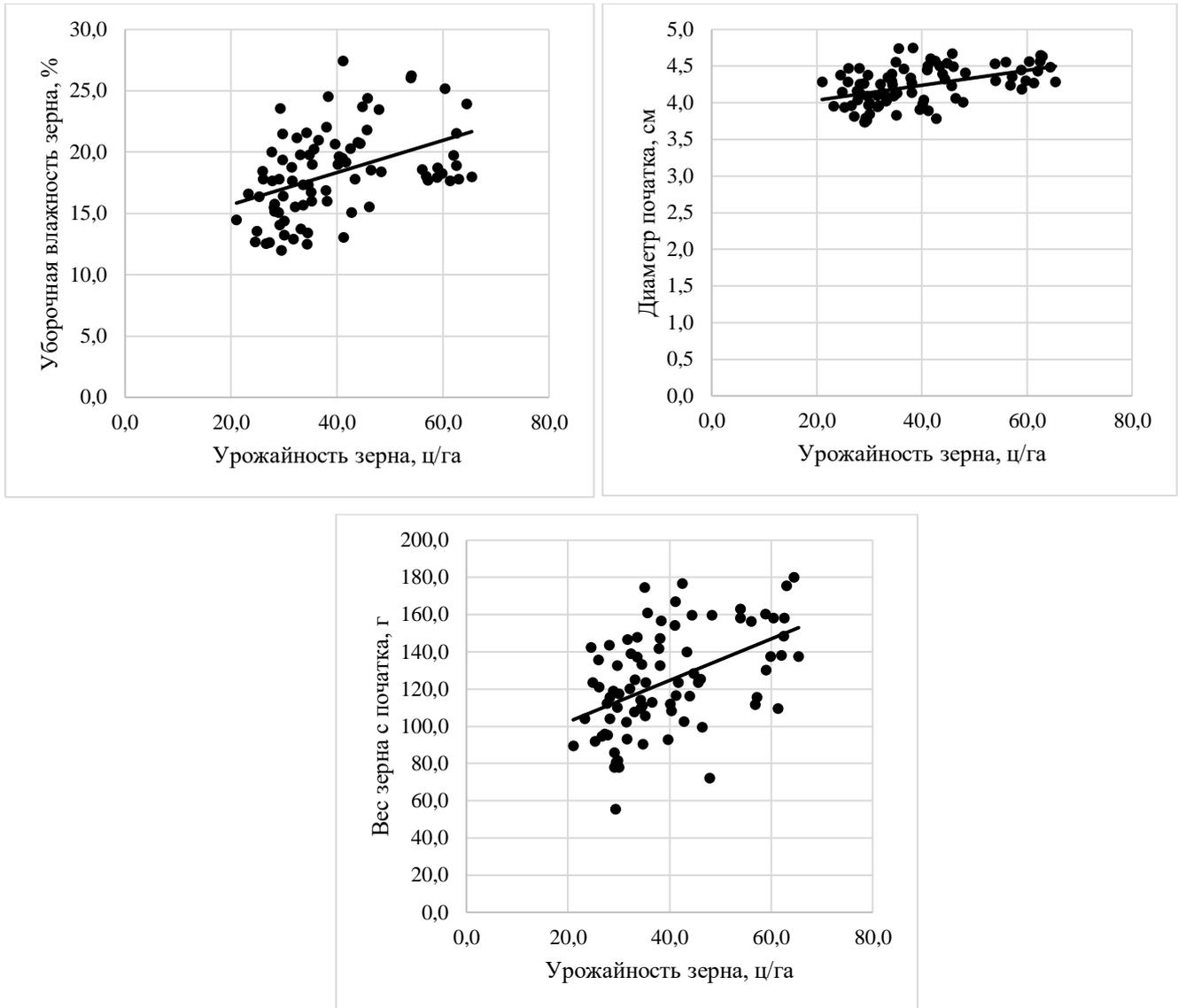


Рис. 27 Зависимость урожайности зерна простых гибридов от ДС от признаков продуктивности в 2017-2018 гг.

Таким образом, нами была проведена оценка корреляционных связей между морфологическими и хозяйственными признаками простых гибридов от ДС. Выявленные связи признаков могут быть использованы в дальнейшей работе с использованием нового исходного материала – простых гибридов.

5.4. Оценка экономической эффективности внедрения новых гибридов в производство

Рентабельность является одним из важнейших факторов производства большинства полевых культур, в том числе и кукурузы. Как показывает мировой опыт, сочетание в производстве гибридов, различающихся по срокам созревания, является наиболее рациональным. Так, во многих странах Европы и в США раннеспелые и среднеранние гибриды с учетом потребностей рынка и местных условий, занимают наибольшую часть посевных площадей. В частности, в производстве Венгрии, среднеспелые гибриды кукурузы занимают около 80%, в то время как на позднеспелые приходится лишь 20%. Урожайность кукурузы при этом достигает около 130 ц/га.

Как показывают многолетние данные на Госсортоучастках Краснодарского края средняя урожайность зерна раннеспелых гибридов составляет 40 - 45 ц/га и 50 – 60 ц/га среднеранних. Урожайность зерна среднеспелых и позднеспелых гибридов в среднем составляет 70 – 75 ц/га. Подобная разница в урожайности позволяет проводить выбор в направлении производства с учетом севооборота культур, а так же рационализировать использование технических средств.

Несмотря на то, что раннеспелые гибриды в отдельные годы дают на 15-20% урожай ниже средне и позднеспелых, их отличительной особенностью является тот факт, что они освобождают поля под озимые посевы уже в третьей декаде августа.

Помимо более поздних сроков уборки и невозможностью своевременного посева озимых, основной недостаток позднеспелых гибридов кроется в более продолжительном вызревании, при котором зерно имеет влажность более 30%. В результате на досушивание зерна идут большие затраты. В связи с чем производство раннеспелых гибридов становится более выгодным и рентабельным.

В нашем исследовании были выбраны 4 лучших гибрида по показателю урожайности зерна: (Лн752 x Лн0684) x Лн0613, (Лн0479 x Лн0159) x Лн008,

(Лн0479 х Лн0159) х Лн0713, (Лн742 х Лн0716) х Лн0720. По полученным данным урожайности и уборочной влажности зерна была рассчитана экономическая эффективность выделенных гибридов (таблица 65). Стандартом в данном исследовании служил Краснодарский 194 МВ. Расчеты проводились по формуле, полученной из методической рекомендации по определению экономической эффективности использования научных разработок в земледелии [3].

Таблица 65 – Экономическая эффективность возделывания выделившихся новых гибридов раннеспелой группы.

Показатели	Гибрид				
	Краснодарский 194 МВ	(Лн752 х Лн0684) х Лн0613	(Лн0479 х Лн0159) х Лн008	(Лн0479 х Лн0159) х Лн0713	(Лн742 х Лн0716) х Лн0720
Урожайности с 1 га, ц	41,6	60,6	57,5	56,6	55,8
Стоимость продукции 1 ц, руб.	1700				
Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	70720	103020	97750	96220	94860
Производственные затраты с 1 га, руб.:	27562	29902	28500	30425	29800
Чистый доход с 1 га, руб.	43158	73118	69250	65795	65060
Уровень рентабельности, %	156	244	242	216	218
Экономический эффект в сравнении со стандартом, руб	*	29960	26092	22092	21902

Из приведенных в таблице № 65 данных видно, что новые гибриды достоверно превысили стандарт Краснодарский 194 МВ по основным экономическим признакам: условно чистый доход; рентабельность; экономический эффект. Более высокая экономическая эффективность выделенных гибридов обусловлена не только более высокой урожайностью зерна в сравнении со стандартом, но и отсутствием лишних энергозатрат, связанных с послеуборочной доработкой семян, поскольку уборочная влажность зерен данных

гибридов также имела низкие значения. В связи с тем, что наблюдалась более низкая уборочная влажность, из достоверных источников известно, что на просушку 1 центнера зерна затрачивается 1 литр керосина, соответственно затраты на просушку уменьшаются.

Проведенный анализ экономической эффективности раннеспелой группы новых гибридов показывает, что гибрид (Лн752 x Лн0684) x Лн0613 имеет лучшие результаты в сравнении со стандартом Краснодарский 194 МВ: разница составила 29660 рублей. Вторым по экономической эффективности стал гибрид (Лн0479 x Лн0159) x Лн008 - его рентабельность превосходила стандарт на 26092 рублей, 3 и 4 место заняли гибриды (Лн0479 x Лн0159) x Лн0713 и (Лн742 x Лн0716) x Лн0720 с разницей со стандартом в 22092 рубля и 21902 рубля соответственно.

Также в нашем исследовании была рассчитана и проанализирована экономическая эффективность от возделывания гибридов кукурузы среднеранней группы спелости. Все данные по расчетам экономической рентабельности представлены в таблице 66, в качестве стандарта использовался гибрид Краснодарский 291 АМВ.

Исходя из полученных данных видно, что новый среднеранний гибрид (Лн627 x Лн0699) x Лн0626 превосходил по экономической эффективности стандарт краснодарский 291 АМВ на 8521 рублей. На втором месте находится гибрид (Лн0823 x Лн070) x Лн0626, урожайность зерна которого хоть и имеет наиболее высокие показатели среди приведенных гибридов, но затраты на производство которого также имеют наибольшее значение. Данное обстоятельство связано с более высокой уборочной влажностью зерна, в результате данный гибрид имеет разницу со стандартом 8213 рублей. Третье и четвертое место разделили между собой два новых гибрида: (Лн0711 x Лн008) x Лн0609 и (Лн0823 x Лн070) x Лн0724, разница экономической эффективности в сравнении со стандартом 7269 и 7302 рублей соответственно. Как видно из таблицы, значительной разницы рентабельности в среднеранней группе спелости

не наблюдалось, поскольку стандарт Краснодарский 291АМВ на протяжении 10 лет является флагманом на рынке семян кукурузы.

Таблица 66 – Экономическая эффективность возделывания выделившихся новых гибридов среднеранней группы.

Показатели	Гибрид				
	Краснодарский 291АМВ	(Лн0823 х Лн070) х Лн0626	(Лн627 х Лн0699) х Лн0626	(Лн0711 х Лн008) х Лн0609	(Лн0823 х Лн070) х Лн0724
Урожайности с 1 га, ц	56,2	62,5	62,3	61,8	61,7
Стоимость продукции 1 ц, руб.	1700				
Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	95540	106250	105910	105060	104890
Производственные затраты с 1 га, руб.:	28059	30556	29908	30310	30107
Чистый доход с 1 га, руб.	67481	75694	76002	74750	74783
Уровень рентабельности, %	240	247	254	246	248
Экономический эффект в сравнении со стандартом, руб	*	8213	8521	7269	7302

Получив данные по экономической эффективности двух групп спелости, раннеспелой и среднеранней, и сравнив два наивысших показателя гибридов, нами были получены ряд экономически эффективных новых гибридов, имеющих высокий хозяйственный и селекционный интерес. Следует отметить гибрид (Лн752 х Лн0684) х Лн0613 - в раннеспелой группе и гибрид (Лн627 х Лн0699) х Лн0626 – в среднеранней группе, показавшие наилучшие результаты экономической эффективности в проведенном нами исследовании.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных в 2016 - 2018 годах исследований новых самоопыленных линий кукурузы на базе «НЦЗ им П. П. Лукьяненко» и создании с их использованием новых раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы, можно сделать следующие выводы:

1. Проведенный анализ всего набора новых самоопыленных линий в системе топкроссных скрещиваний позволяет выделить ряд гибридов, которые в испытаниях в 2016-2018 годах превысили средний показатель урожайности зерна стандартов при более низкой или равной уборочной влажности. Лучшие выделившиеся тесткроссы: (Лн752м x Лн0684) x Лн0613, (Лн0479 x Лн0159) x Лн008, (Лн0479 x Лн0159) x Лн0713, (Лн742м x Лн0716) x Лн0720 – в раннеспелой группе и (Лн0823 x Лн070) x Лн0626, (Лн627м x Лн0699) x Лн0626, (Лн0711 x Лн008) x Лн0609, (Лн0823xЛн070) x Лн0724 – в среднеранней.

2. В результате проведенного анализа комбинационной способности всего материала, нами были выделены новые инбредные линии кукурузы с высокими показателями ОКС. Лучшие линии по показателям ОКС по урожайности зерна: Лн0713, Лн0720, Лн0693, Лн0626, Лн0613, Лн0685; Лучшие линии по показателям ОКС по уборочной влажности зерна: Лн0726, Лн0679, Лн0603, Лн0660, Лн0228, Лн0626.

3. В результате исследований специфической комбинационной способности простых гибридов, полученных при диаллельных скрещиваниях, были выделены гетерозисные пары линий с высокими эффектами СКС по признаку «урожайность зерна» за все годы исследований: Лн0357 x Лн0685, Лн008 x Лн0681, Лн0228 x Лн0681, Лн0681 x Лн0718, Лн0718 x Лн0480, Лн0720 x Лн003, Лн0480 x Лн003.

4. Результатом наших испытаний по определению экологической пластичности и стабильности является комплексная характеристика новых тесткроссов по норме реакции признака урожайности зерна на изменение условий выращивания. Гибриды (Лн742 x Лн0716) x Лн0720, (Лн742 x Лн0716) x Лн0600, (Лн742 x Лн0716) x Лн0605, (Лн627 x Лн0699) x Лн0613 относятся к интенсивным

формам, обладающим высокой фенотипической стабильностью и отзывчивостью на улучшение условий выращивания, сохраняя при этом стабильно высокий уровень урожайности при возделывании в неблагоприятных условиях.

5. При изучении динамики потери влаги зерном при созревании новых самоопыленных линий был выделен материал, имеющий более продолжительный период накопления сухого вещества в момент налива зерна и наиболее короткий период отдачи влаги при созревании. Выделенные линии имеют практическую ценность в селекции новых высокоурожайных гибридов, обладающих быстрой влагоотдачей зерна при созревании.

6. Проведенные исследования 48 новых самоопыленных линий с закрытой родословной методом кластерного анализа позволило идентифицировать и разделить весь материал на 4 основные группы зародышевых плазм. Это обстоятельство позволяет находить наиболее удачные гибридные комбинации на основе эффекта гетерозиса, с получением максимальных показателей по основным селекционным признакам.

7. Изучение значений коэффициентов корреляции в раннеспелой и среднеранней группах новых самоопыленных линий позволяет заключить, что признак «урожайность зерна» давал высокую положительную корреляцию с большинством признаков. В результате проведенного корреляционного анализа основных селекционных признаков новых инбредных линий и простых гибридов, нами были выделены взаимосвязи, позволяющие вести дальнейшую селекцию на улучшение нового исходного материала.

8. Полученные данные по экономической эффективности двух групп спелости позволили выделить ряд новых гибридов, имеющих высокий хозяйственный и селекционный потенциал: гибриды (Лн752 x Лн0684) x Лн0613, (Лн0479 x Лн0159) x Лн008, (Лн0479 x Лн0159) x Лн0713, (Лн742 x Лн0716) x Лн0720 - в раннеспелой группе, и гибриды (Лн627 x Лн0699) x Лн0626, (Лн0823 x Лн070) x Лн0626, (Лн0711 x Лн008) x Лн0609, (Лн0823 x Лн070) x Лн0724 – в среднеранней группе.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

1. Трехлинейные гибриды: (Лн752м x Лн0684) x Лн0613; (Лн0479 x Лн0159) x Лн008; (Лн0479 x Лн0159) x Лн0713; (Лн742м x Лн0716) x Лн0720; (Лн0823 x Лн070) x Лн0626; (Лн627м x Лн0699) x Лн0626; (Лн0711 x Лн008) x Лн0609; (Лн0823xЛн070) x Лн0724; (Лн742 x Лн0716) x Лн0720; (Лн742 x Лн0716) x Лн0600; (Лн742 x Лн0716) x Лн0605; (Лн752 x Лн0684) x Лн0613; (Лн0479 x Лн0159) x Лн008; (Лн627 x Лн0699) x Лн0626; (Лн0823 x Лн070) x Лн0724 рекомендуются для изучения в конкурсном сортоиспытании с последующей передачей в Государственное сортоиспытание (ГСИ).

2. Самоопыленные линии: Лн0713; Лн0720; Лн0693; Лн0626; Лн0613; Лн0685 передать в рабочую коллекцию отдела для включения в селекционные программы по получению высокогетерозисных гибридов кукурузы.

3. Линии: Лн0726; Лн0679; Лн0603; Лн0660; Лн0228; Лн0626 целесообразно включать в селекционные программы по созданию гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев Ф. Х. Комбинационная способность образцов кукурузы по элементам продуктивности //Кукуруза и сорго. – 2003. – №. 6. – С. 14-16.
2. Анипенко, Л. Н. Оценка эффективности возделывания сельскохозяйственных культур по критерию энергозатрат / Л. Н. Анипенко // – зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2007. – 56 с.
3. Асыка Ю. А. Диаллельный анализ самоопыленных линий кукурузы по уборочной влажности зерна. – Тез. докл. Второй респ. науч.–тех. конф. молодых ученых и специалистов «Вклад молодых ученых Украины в интенсификацию с.–х. производства, 1986.
4. Ацци Д. Сельскохозяйственная экология/Дж //Ацци. М.: Изд-во иностр. литер. – 1959.
5. Балюра В. И. Унифицировать характеристику сортов и гибридов //Кукуруза. – 1961. – №. 11. – С. 36-40.
6. 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.
7. Блажний Е. С. Почвы равнинной и предгорно-степной части Краснодарского края //Тр. Куб. с.-х. ин. – 1958. – Т. 1958. – С. 7-84.
8. Бородин Е. В. Селекционная ценность самоопыленных линий и сортов кукурузы, выращенных при орошении в условиях Нижнего Поволжья: дис //СПб: ВИР. – 2001.
9. Браун У. Л. Создание и улучшение зародышевой плазмы современной кукурузы //Матер. IX заседания ЕУКАРПИИ, Секция кукурузы и сорго. – 1979. – С. 103-108.
10. Браун У. Л. Создание и улучшение зародышевой плазмы современной кукурузы //Матер. IX заседания ЕУКАРПИИ, Секция кукурузы и сорго. – Краснодар, 1979а. - Ч. 1. - С. 81-98.
11. Бриггс Ф., Ноулз П. Научные основы селекции растений //М.: Колос. – 1972. – С. 23-33.

12. Броунов П. И. Избранные сочинения. Т. 2. Сельскохозяйственная метеорология //Л.: Гидрометеоиздат.–340 с. – 1957.
13. Будаговский, А.И. Испарение почвенной влаги //М.: Наука. – 1964. –С. 244.
14. Вавилов Н. И. Линнеевский вид как система – В кн. Н.И. Вавилов. Избранные произведения в двух томах. – 1967. т. 1. –С. 268.
15. Вавилов Н. И. Избр. сочинения «Генетика и селекция» //Изд. Колос, М. – 1966.
16. Вербицкая Т.Г, Кожухова Н.Э, Гужва Д.В, Сиволап Ю.М, Соколов В.М Дифференциация линий кукурузы при помощи молекулярных маркеров // Кукуруза и сорго. - 1997. - № 6. - С. 7-11.
17. Вульф, В.Г. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности / В.Г. Вульф, П.П. Литун, А.В. Хавелова, Р.И. Кузьменко. – Харьков: Укр. НИИРСиГ, 1980. – 75 с.
18. Георгиев Т. Селекция кукурузы и и энергетическая проблема //Международных с.–х.. журнал. – 1980. – №. 3. – С. 25-28.
19. Говор Е.М. Классификация самоопыленных линий кукурузы на основе электрофоретической подвижности компонентов зерна Говор Е.М., Шиманский Л.П. / Земледелие и селекция в Беларуси. 2019. № 55. С. 353-359.
20. Голева Г. Г., Орлянская Н. А. Комбинационная способность раннеспелых и суперранних линий кукурузы по урожаю и уборочной влажности зерна //Направления стабилизации развития и выхода из кризиса АПК в современных условиях. – 1999. – С. 89-90.
21. Горбачева А. Г. и др. Экологическая оценка гибридов кукурузы в период прорастания при раннем и оптимальном сроках посева //Кукуруза и сорго. – 2015. – Т. 1. – №. 2. – С. 3-10.
22. ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО / ГОСТ от 29 декабря 1991 г. № 26205-91.

23. Грушка Я. В. Монография о кукурузе // Наука. М. – 1971.
24. Грушка Я. Монография о кукурузе: Пер. с чешского М.П. Умнова / Я. Грушка. - М.: Колос, 1965. - 723 с.
25. Губин С. В., Логинова А. М., Гетц Г. В. Экологическая адаптивность новых гибридов кукурузы с участием линий омской селекции //АПК России. – 2020. – Т. 27. – №. 3. – С. 421-426.
26. Гужва, Д. В. Разработка и использование генотипической классификации самоопыленных линий кукурузы в селекции на гетерозис: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Д. В. Гужва. – Одесса, 1997. – С.18.
27. 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.
28. Гульняшкин А.В. Оценка комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы в топкроссных скрещиваниях // Гульняшкин А.В., Карабатова, Г.П., Лемешев Н.А. //Сб. статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием Белгородского НИИСХ, 2017. С.205-210
29. 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.
30. Гульняшкин А. В., Варламова И. Н., Варламов Д. В. Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы //Селекция гибридов кукурузы для современного семеноводства: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Белгород. – 2016. – С. 265-271.

31. Гурьев Б. П., Зозуля А. Л. Проблемы селекции кукурузы на ускоренное высыхание зерна //Селекция и семеноводство. – 1987. – №. 62. – С. 14-15.
32. Гурьев Б. П. Проявление некоторых хозяйственно-полезных признаков у гибридов кукурузы //Селекция и семеноводство. – 1970. – №. 15. – С. 46-57.
33. Гурьева И. А. Влияние погодных условий на длину вегетационного периода и другие признаки у кукурузы //Селекция и семеноводство: межвед. темат. науч. сб.–К.: Урожай. – 1978. – №. 40. – С. 35-38.
34. 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. – №. 3-5. – С. 1596-1600.
35. 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.
36. Дмитриев В. И., Пунда Н. А., Кваша А. В. Сравнительная оценка гибридов кукурузы при возделывании на зерно в условиях Омской области //Актуальные проблемы научного обеспечения АПК в Сибири. – 2013. – С. 113-116.
37. Домашнев П. П. Морфо-биологические признаки кукурузы, их варьирование и значение при селекции в условиях полузасушливой степи Украины : дис. – Украинский ордена Ленина научно-исследовательский институт растениеводства, селекции и генетики имени ВЯ Юрьева, 1963.
38. Домашнев П. П., Дзюбецкий Б. В., Костюченко В. И. Селекция кукурузы //М.: Агропромиздат. – 1992. – Т. 204.
39. Доровская И. Ф. Изучение самоопыленных линий и межлинейных гибридов кукурузы методом морфофизиологического анализа //Морфогенез растений. – 1961. – Т. 1. – С. 375-378.

40. Доровская И. Ф. Формирование и фотосинтетическая деятельность ассимилирующей поверхности инбредной и гибридной кукурузы // Физиология растений. – 1962. – Т. 9. – №. 5.
41. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта // Колос. М., 1979. 288 с.
42. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – 1985.
43. Думачева Е. В. Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее. – 2017.
44. Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ/пер. с англ. ЕЗ Демиденко; под ред. АЯ Боярского // М.: Статистика. – 1977. – С. 72-80.
45. Емельянов И. Е. Гибридная кукуруза // Колос. М., 1964. 168 с.
46. Жамбю М. Иерархический кластер-анализ и соответствия: Финансы и статистика, Москва // Москва. – 1988.
47. Жужукин В. И., Гудова Л. А., Соловов Д. П. Факторный анализ взаимосвязей признаков кукурузы // Кукуруза и сорго. – 2010. – №. 1. – С. 18-20.
48. Жужукин В. И. Кластерный и факториальный анализ морфологических параметров кукурузы // Генетика. – 1994. – №. 30. – С. 51-61.
49. Забирова Э.Р. Отбор по компонентам структуры урожая и гетерозис у кукурузы: дисс... канд. с-х. наук. Краснодар. – 1986. – 146 с.
50. Задорин А. М. Изучение комбинационной способности гетерофильной формы гороха двухтестерным методом // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – №. 3 (7).
51. Зозуля А. Л. Селекция кукурузы для условий интенсивного земледелия. Автореф. дисс... докт. с.-х. наук. Харьков, - 1981. – 46 с. – 1981.
52. Зубко Д. Г. Принципы подбора родительских форм при селекции скороспелых трехлинейных гибридов кукурузы в условиях степи УССР : дис. – Украинский научноисследовательский институт растениеводства, селекции и генетики им. ВЯ Юрьева. Харьков, 1988.
53. Игнатъев С. А., Регидин А. А. Оценка параметров адаптивности коллекционных образцов эспарцета // Зерновое хозяйство России. – 2019. – №. 3. – С. 53-58.

54. Инге-Вечтомов С. Г. Генетика с основами селекции. – Рипол Классик, 1989.
55. Инге-Вечтомов С. Г. Система генотипа//Физиологическая генетика //Л.: Медицина. – 1976. – С. 57-114.
56. Исачкин А. В., Волчков Ю. А. О значении анализа комплекса признаков в генетическом изучении отдаленных гибридов плодовых культур //Бюллетень ВИР. – 1984. – №. 137. – С. 14-16.
57. 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). – С. 8-14.
58. 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.
59. Канукова Ж. О., Кашукоев М. В., Калова В. Х. Корреляционный анализ показателей гибридов кукурузы с использованием минеральных удобрений в горной зоне Кабардино-Балкарской республики //Агропродовольственная политика России. – 2015. – №. 2. – С. 71-74.
60. Капустян М. В. Оценка новых самоопыленных линий кукурузы, созданных на основе различных генетических плазм, по продуктивности ее компонентов //Генетические ресурсы растений. Харьков. – 2015. – №. 16. – С. 64-75.
61. Кендалл М., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды: Пер. с англ. – Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1976.
62. Кириченко К. С. Почвы Краснодарского края //Краснодар: Красгосиздат. – 1953.
63. Кишор В. К. и др. Генетические маркеры, ассоциированные с засухоустойчивостью кукурузы. – 2016. Патент на изобретение RU 2575605 С2, 20.02.2016. Заявка № 2012131293/10 от 23.12.2010.

64. Ключко П. Ф., Асыка Ю. А., Сергеев В. В. Зависимость скорости потери влаги зерном при созревании от морфологических особенностей растений кукурузы //Научн.-тен. бюлл. ВСГИ. – 1982. – №. 2.

65. Козубенко Л. В. Изучение и подбор родительских компонентов при селекции гибридов кукурузы на скороспелость в условиях восточной Лесостепи Украинской ССР : дис. – Харьков : Автореф. дис... канд. с.-х. наук, 1968.

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

67. 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.

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

69. Корзун О. С., Бруйло А. С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельско-хозяйственных растений. – 2011.

70. 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.

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

72. Кривошеев Г. Я. Идентификация самоопыленных линий кукурузы по составу аллелей генов восстановителей фертильности «с» типа ЦМС //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – №. 114. – С. 708-716.

73. 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.

74. Кулешов Н. Н., Новиненко А. И. Созревание кукурузы и сроки ее уборки //Кукуруза. – 1960. – №. 9. – С. 32-35.
75. Куперман Ф. М. К вопросу о физиологической природе явлений гетерозиса у кукурузы //Кукуруза. – 1960. – №. 10.
76. Куперман Ф. М., Марьяхина И. Я. Морфологический анализ северных скороспелых сортов и гибридов //Кукуруза. – 1962. – №. 1. – С. 39.
77. Лавриненко Ю. А. и др. Модели гибридов кукурузы FAO 150-490 для условий орошения //Plant varieties studying and protection. – 2018. – Т. 14. – №. 1. – С. 58-65.
78. Лавриненко Ю. А., Марченко Т. Ю., Нужна М. В. Морфофизиологические и гетерозисные модели гибридов кукурузы групп спелости FAO 180-390 для условий орошения //Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №. 3. – С. 67-70.
79. Лакин Г. Ф. Биометрия. М. – 1990. – 351 с.
80. Лемешев Н. А., Новичихин А. П., Гульняшкин А. В. Оценка новых линий кукурузы на комбинационную способность по признаку" уборочная влажность зерна" //Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – №. 77. – С. 117-121.
81. Леонова Е. П., Мельниченко Т. В. Оценка комбинационной способности сортообразцов моркови в условиях Украины //Наука и мир. – 2014. – Т. 1. – №. 4. – С. 147-150.
82. Литтл Т., Хиллз Ф. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ //М.: Колос. – 1981. – Т. 320.
83. Мадякин Е. В. Подбор исходного материала для создания гибридов кукурузы, адаптированных к условиям Среднего Поволжья : дис. – Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2009.
84. Мазнюк С. Г. Прогноз проявления гетерозиса у кукурузы // Вестник сельскохозяйственной науки. 1961. №12. С. 45–49.
85. Мандель И. Д. Кластерный анализ. М. – 1988. – 176 с.

86. Матвеева Г. В., Новикова Л. Ю., Корнеев В. Б. Статистический анализ элементов продуктивности гибридов кукурузы //Кукуруза и сорго. – 2010. – №. 4. – С. 25-29.
87. Методические рекомендации по проведению опытов с кукурузой. – Днепропетровск: ВНИИ кукурузы. – 1980. – С. 36.
88. 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.
89. Миков С. В. Создание линий и гибридов кукурузы с использованием экзотических рас Латинской Америки (Методические аспекты проблемы). – 2005.
90. Мороз В. В. Принципы подбора исходного материала для селекции гибридов кукурузы с низкой уборочной влажностью зерна: Автореферат дис... канд. сельскохозяйственных наук: 06.01. 05/Украинская с.-х. академия //Киев: УСХА. – 1989.
91. Мусийко А. С., Трофимов В. А. Корреляция признаков у самоопыленных линий и гибридов кукурузы //Вестник с.-х. науки. – 1965. – №. 2. – С. 114-118.
92. Мустяца С. И., Мистрец С. И., Нужная Л. П. Использование зародышевой плазмы гетерозисной группы Ланкастер в селекции раннеспелой кукурузы //СИ Мустяца, СИ Мистрец, ЛП Нужная. – 2001. – С. 6-11.
93. Мустяца С. И., Мистрец С. И. Итоги создания раннеспелых линий кукурузы с зародышевой плазмой группы Рейд //Кукуруза и сорго. – 2003. – №. 1. – С. 2-8.
94. Мустяца С. И. Создание и оценка раннеспелых линий //Кукуруза и сорго. – 1994. – №. 6. – С. 8-11.
95. Мустяца С. И. Селекция раннеспелых гибридов кукурузы: автореф... докт. с.-х. наук. – 1993.

96. Мустяца С. и др. Создание, оценка, классификация и использование самоопыленных линий скороспелой кукурузы //Institutul de fitotehnie „Porumbeni” la 40 ani de activitate științifică. – 2014. – С. 70-98.

97. Мустяца С. И., Брума С. Г., РУССО Г. В. Дифференциация сестринских и родственных линий кукурузы различными методами. В: Материалы научно-практической конференции, посвященной 25-летию ВНИИ кукурузы //Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы. Пятигорск. – 2012. – С. 86-101.

98. 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.

99. Мустяца С. И., Мистрец С. И. Определение генетических различий между сестринскими линиями //В: Кукуруза и сорго. – 2000. – №. 6. – С. 12-16.

100. Новичихин А. П. и др. Динамика потери влаги зерном при созревании новых самоопыленных линий кукурузы //Аспекты животноводства и производства продуктов питания. – 2018. – С. 333-337.

101. Новоселов С. Н. Основные закономерности проявления гетерозиса у сахарной кукурузы //Современные проблемы науки и образования. – 2007. – №. 2. – С. 18-22.

102. Новоселов С. Н. Оценка комбинационной способности исходных форм сахарной кукурузы при межсортовых скрещиваниях //Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. НИ Вавилова. – 1995. – №. 234. – С. 23-24.

103. Носов П. В. Эрозия почвы и плодородие пахотного горизонта карбонатного чернозема Кубани //Агрохимическая характеристика почв и применение удобрений/Тр. Куб. СХИ. – 1973. – №. 70. – С. 98.

104. Овчаров К. Е. Физиология формирования и прорастания семян //М.: Колос. – 1976. – Т. 7.

105. Олдендерфер М. С., Блэшфилд Р. К. Кластерный анализ//Факторный, дискриминантный и кластерный анализ //М.: Финансы и статистика. – 1989. – Т. 215. – С. 176.
106. Орлянская Н.А. Морфологическая характеристика самоопыленных линий кукурузы / Направления стабилизации развития и выхода из кризиса АПК в современных условиях: Тез. докл. межд. науч. - практ. конф. молодых ученых и специалистов. — Воронеж, ВГАУ. – 1999. – С. 90-91.
107. ОРЛЯНСКИЙ Н. А., ОРЛЯНСКАЯ Н. А. Влажность зерна новых самоопыленных линий кукурузы плазм Айодент и Ланкастер //Кукуруза и сорго. – 2019. – №. 4. – С. 3-12.
108. ОРЛЯНСКИЙ Н. А., ОРЛЯНСКАЯ Н. А. Влияние типа плазмы отцовских самоопыленных линий на устойчивость к загущению раннеспелых гибридов кукурузы //Кукуруза и сорго. – 2017. – №. 4. – С. 20-24.
109. Орлянский Н. А. Селекция и семеноводство зерновой кукурузы на повышение адаптивности в условиях Центрального Черноземья : дис. – Воронежский государственный аграрный университет им. КД Глинки, 2004.
110. Пакудин В. З. Оценка комбинационной способности линий кукурузы в диаллельных и анализирующих скрещиваниях: дис. – Краснодар: ВЗ Пакудин, 1972.
111. Пакудин В. З. Оценка комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы в диаллельных скрещиваниях //Вопросы селекции зерновых, зернобобовых культур и трав: Сб. науч. тр./Краснодарский НИИСХ. – 1977. – С. 125-140.
112. Палилова А.Н. Восстановление пыльцевой фертильности у гибридов кукурузы, полученных на стерильной основе // Цитология и генетика. – 1959. – №3. – С. 76–82.
113. Панфилов А. Э., Цымбаленко И. Н. Оценка гибридов кукурузы по параметрам адаптивности в условиях Зауралья //Кукуруза и сорго. – 1998. – №. 2. – С. 2-4.

114. 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.

115. Паритов А. Ю., Керефова М. К. Использование диаллельных скрещиваний для анализа генетической природы гетерозиса //Актуальные проблемы генетики. – 2003. – С. 194-195.

116. Паритов А. Ю., Тхагапсоева Р. В. Применение новых технологий в селекции кукурузы //Современные тенденции развития науки и технологий. – 2017. – С. 93.

117. Полуэктов Е. В., Цвылев Е. М. Почвенно-земельные ресурсы Ростовской области: Учебное пособие. – 1999.

118. Редькин Н. Е. Агрохимические особенности и водно-физические свойства черноземов Кубани //Тр./КСХИ. – 1968. – №. 19. – С. 47.

119. Россия в цифрах. 2020: Крат.стат.сб./Росстат- М., Р76 2020 – 550 с. ISBN 978-5-89476-488-7

120. Руднев А.Е. Признаки продолжительности вегетационного периода и спелости зерна гибридов кукурузы различной скороспелости на типичном черноземе западного Предкавказья: Автореф. дис...канд. с.-х. наук / А.Е. Руднев. – Краснодар – 1985. – С.24.

121. Рундфельдт Г. Использование эффекта гетерозиса при селекции кукурузы //Гибридная кукуруза. М.: Изд-во иностранной литературы. – 1955. – С. 134-180.

122. Савченко В. К. Оценка общей и специфической комбинационной способности полиплоидных форм в системах диаллельных скрещиваний //Генетика. – 1966. – Т. 1. – С. 29-40.

123. Савченко В. К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов родительских форм. – 1973.

124. САЛФЕТНИКОВА Е. М. Оценка комбинационной способности инбредных линий кукурузы, полученных из F2 и беккроссных популяций //Кукуруза и сорго. – 2011. – №. 1. – С. 20-23.

125. Сатарова Т. Н. и др. SNP-анализ в паспортизации и идентификации линий кукурузы //Plant varieties studying and protection. – 2014. – №. 3 (24). – С. 4-9.

126. Симакин А. И. Агрохимическая характеристика кубанских черноземов и удобрения //Краснодар: Краснодарское книжное изд-во. – 1969. – С. 40.

127. Симакин А. И. Удобрение, плодородие почв и урожай //Краснодар: Краснодарское книжное изд-во. – 1988. – С. 269.

128. Соколов Б. П., Колос М. Основы селекции и семеноводства гибридной кукурузы //М.: Колос. – 1968. – С. 7-60.

129. Соколов Б. П., Домашнев П. П. К вопросу о классификации кукурузы по длине вегетационного периода //Кукуруза. – 1962. – №. 11. – С. 42-43.

130. Соколов Б. П. Гибридные семена кукурузы–мощный фактор повышения урожайности кукурузы //БП Соколов–М.: Знание. – 1956.

131. 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.

132. Сотченко В. С. Селекция и семеноводство раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы. – 1992.

133. Сотченко В. С. и др. Урожай и уборочная влажность зерна гибридов кукурузы в разных экологических условиях в зависимости от сроков посева //Кормопроизводство. – 2019. – №. 4. – С. 26-31.

134. Сотченко В. С. Кукуруза: основные направления в селекции высокопродуктивных гибридов //Журнал «Нива Татарстана». – 2012. – №. 2-3. – С. 10.

135. Сотченко Е. Ф. Фузариоз початков кукурузы в Предгорной зоне Ставропольского края: этиология болезни, сортоустойчивость : дис. – Краснодар : [Кубан. гос. аграр. ун-т], 2004.

136. Сотченко Ю. В. Изучение комбинационной способности и экологической пластичности в селекции кукурузы на скороспелость : дис. – Всерос. науч.-исслед. ин-т кукурузы, 2000.

137. Спрэг Д. Ф. Селекция кукурузы //Кукуруза и ее улучшение. – 1957. – С. 163-222.

138. Спрэг Э. У. Получение новых источников генетической изменчивости для Евразии. // Материалы IX заседания Еукарпии, секции кукурузы и сорго. Под ред. М. М. Хаджинова. КНИИСХ – 1979. – С. 125-129.

139. Спрэг Э.У. Получение новых источников генетической изменчивости для Европы // Материалы IX заседания Еукарпии. – Краснодар. – 1979а. - Ч. 1. – С. 99-114.

140. Мартынов С. П. Статистический и биометрико-генетический анализ в растениеводстве и селекции //Пакет программ AGROS, версия. – 1999. – Т. 2.

141. Стулин А. Ф. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от густоты растений и уровня минерального питания //Кукуруза и сорго. – 2009. – №. 1. – С. 4-5.

142. Супрунов А. И. и др. Селекция раннеспелых гибридов кукурузы с быстрой отдачей влаги зерном при созревании // Рисоводство. – 2019. – №. 4. – С. 19-24.

143. Супрунов А.И. Эффективность рекуррентного отбора на раннее цветение в позднеспелых популяциях кукурузы: Автореф. дис...канд. е.- х. наук - Краснодар, 2002. - 19 с.

144. Супрунов А. И. Создание нового исходного материала для селекции различных подвидов кукурузы и его оценка в агроклиматических зонах России //Автореферат. Краснодар. – 2009. – С. 401.

145. Тарасенко Б. И. Обработка почвы/Тарасенко БИ,-2. изд., перераб. и доп. – 1987.

146. Терентьев П. В. Дальнейшее развитие метода корреляционных плеяд //Применение математических методов в биологии. – 1960. – Т. 1. – С. 42-58.

147. 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.

148. Тищенко В. Н., Панченко П. М. Использование кластерного анализа для идентификации и отбора высокопродуктивных генотипов озимой пшеницы в процессе селекции. – 2008.

149. Тищенко В. Н. Новый метод отбора у озимой пшеницы на основе кластерного анализа // Научные труды Полтавской государственной аграрной академии.-Том4 (23). Сельскохозяйственные науки. – 2005. – С. 67-74.

150. Трофимов В. А., Гужва Д. В., Соколов В. М. Генетико-статистический анализ при идентификации зародышевой плазмы кукурузы //Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – 1999. – С. 97-100.

151. Турбин Н. В., Хотылева Л. В., Тарутина Л. А. Генетический анализ некоторых количественных признаков у кукурузы //Вопросы математической генетики.–Минск: Наука и техника. – 1969. – С. 47-58.

152. Тыныспаева Б. И., Нургалиева М. Б., Мухамеджанова А. С. Экологическое сортоиспытание гибридов кукурузы зарубежной селекции в тоо «костанайский ниисх» //Научные исследования для АПК в Сибири и Казахстане. – 2018. – С. 110-118.

153. Филатов Г. В. Гетерозис: физиолого-генетическая природа. – Агропромиздат, 1988.

154. 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.

155. Хаджинов М. И., Щербак В. С. Современное состояние учения о происхождении и эволюции кукурузы //генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – 2009. – С. 13-34.

156. Хаджинов М. И., Щербак В. С. Изучение возможностей использования экзотических рас кукурузы стран Латинской Америки в селекционно-генетических программах нашей страны // Новые методы создания и использования исходных материалов для селекции растений. –

1979. – №1. – С. 105–113.

157. Ханиев М. Х., Шогенов Ю. М., Атажоков З. Б. Испытания гибридов кукурузы в Кабардино-Балкарии //Зерновое хозяйство. – 2007. – №. 3-4. – С. 31-33.

158. Хавнев М. Х., Шогенов Ю. М., Гатажоков З. Б. Испытания раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы в Кабардино-Балкарии //Зерновое хозяйство. – 2007. – №. 2. – С. 18-19.

159. Хейс Г. Развитие представлений о гетерозисе //Гибридная кукуруза. – 1955. – С. 73-94.

160. Хотылева Л. В., Тарутина Л. А. Методы оценки комбинационной способности родительских форм при гетерозисе //Генетический анализ количественных признаков с помощью математикостатистических методов: Сб. ст.–М.: ВНИИТЭИ сельхоз. – 1973.

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

162. 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.

163. Чумак М. В. Селекция раннеспелых и среднеспелых гибридов кукурузы в Краснодарском НИИСХ //Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы. – 1999. – С. 13-28.

164. Шевцов И. А. Использование инбридинга у растений //К.: Наукова думка. – 1983.

165. Кукеков В. Г. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ видов *Zea mays* L //Ленинград: ВИР. – 1977.

166. Шмараев Г. Е. Кукуруза (филогения, классификация, селекция) //М.: Колос. – 1975. – Т. 304.
167. Шмараев Г. Е. Теоретические основы селекции. – 1999.
168. Щербак В. С. Расширение генетической основы исходного материала в селекции кукурузы //Селекция кукурузы. – 1984. – №. 27. – С. 104-117.
169. Щербак В. С., Забирова Э. Р., Худайкулов А. Б. Использование в селекциях кукурузы экзотических рас из Латинской Америки //Сельскохозяйственная биология. – 1983 г.
170. Югенхеймер Р. У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование //М.: Колос. – 1979. – С. 103.
171. Юдин Б. Ф. О некоторых подходах к изучению апомиксиса у *zea mays* //Проблемы апомиксиса у растений и животных. – 1973. – С. 123.
172. Юрьев В. Я. и др. Общая селекция и семеноводство полевых культур //М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры. – 1950.
173. Яблоков А. В. Состояние исследований и некоторые проблемы фенетики популяций //Фенетика популяций. М.: Наука. – 1982. – С. 3-14.
174. Aguila C. A., Ic V., MA G. 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.
175. Anderson E. Correlated development of the tassel and the ear// Proc. Corn Res. Conf. – 1947. – P. 25-31.
176. Anderson E., Brown W.L. The history of common maize varieties in the United States corn belt. – N.Y. Bot. Gard. – 1950. – P. 242-267.
177. Afuakwa J. J., Crookston R. K. Using the Kernel Milk Line to Visually Monitor Grain Maturity in Maize 1 //Crop Science. – 1984. – Т. 24. – №. 4. – P. 687-691.
178. Bonnet O.T. Development of the corn kernel// Proc. 2-nd Corn Res. Conf. – 1947. – P. 32-36.
179. Bonnet O.T. The development anatomy of the corn plant// Proc. 15-th Corn Res. Conf. – 1960. – P. 40-47.

180. Bonnet O.T. The inflorescence of maize// Sci. – 1954. – №120. – P. 77-87
181. Brieger F.G. Centers of diversification of wild and cultivated plants. 9-th Int. Cong. Genet. – 1953. – P 135-142.
182. Carter M. W., Poneleit C. G. Black Layer Maturity and Filling Period Variation Among Inbred Lines of Corn (*Zea mays* L.) 1 //Crop Science. – 1973. – T. 13. – №. 4. – P. 436-439.
183. Craswell E. T., Godwin D. C. The efficiency of nitrogen fertilizers applied to cereals grown in differentclimates. – 1984. – №. REP-3326. CIMMYT.
184. Crosbie T. M., Mock J. J. Changes in physiological traits associated with grain yield improvement in three maize breeding programs //Crop Science. – 1981. – T. 21. – №. 2. – P. 255-259.
185. Daynard T. B., Tanner J. W., Duncan W. G. Duration of the grain filling period and its relation to grain yield in corn, *Zea mays* L. //Crop Science. – 1971. – T. 11. – №. 1. – P. 45-48.
186. Daynard T. B. Relationships Among Black Layer Formation, Grain Moisture Percentage, and Heat Unit Accumulation in Corn 1 //Agronomy Journal. – 1972. – T. 64. – №. 6. – P. 716-719.
187. De Wet J. M. J., Harlan J. R. Origin of maize: The tripartite hypothesis //Euphytica. – 1972. – T. 21. – №. 2. – P. 271-279.
188. De Wet J. M. J. et al. Introgression from *Tripsacum* into *Zea* and the origin of maize //Caryologia. – 1972a. – T. 25. – №. 1. – P. 25-31.
189. Duvick D. N. et al. Long-term selection in a commercial hybrid maize breeding program //Plant breeding reviews. – 2004. – T. 24. – №. 2. – P. 109-152.
190. Duvick D.N., Smith J.S.C., Cooper M. Changes in performance, parentage, and genetic diversity of successful corn hybrids, 1930–2000 //Corn Orig Hist Technol Prod. – 2004a. – T. 4. – P. 65.
191. Eberthart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties //Crop Science. – 1966. – T. 6. – P. 36-40.

192. Finlay K. W., Wilkinson G. N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme //Australian journal of agricultural research. – 1963. – T. 14. – №. 6. – P. 742-754.
193. Galinat W. C. Corn's evolution and its significance for breeding //Economic Botany. – 1961. – T. 15. – №. 4. – P. 320-325.
194. Galinat W. C. The origin of corn //Corn and corn improvement. – 1988. – T. 18. – P. 1-31.
195. Geiger H. H. Breeding methods in diploid rye (*Secale cereale* L.) //Tagungsbericht Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR. – 1982.
196. Goodman M. M. et al. history and origin of maize. – 1965.
197. Hansen L. The physiology of corn production // Amer. Soc. Hort. Sci. – 1997. – 102. – P. 158-162.
198. Hartung R. C., Poneleit C. G., Cornelius P. L. Direct and correlated responses to selection for rate and duration of grain fill in maize //Crop science. – 1989. – T. 29. – №. 3. – P. 740-745.
199. Ignjatović-Micić D. et al. RFLP and RAPD analysis of maize (*Zea mays* L.) local populations for identification of variability and duplicate accessions //Maydica. – 2003. – T. 48. – №. 2. – P. 153-159.
200. Jenkins M. T. Corn improvement. – 1936.
201. Kannenberg L. W. et al. HOPE, a hierarchical, open-ended system for broadening the breeding base of maize //Broadening the Genetic Base of Crop Production. – 2001. – P. 311-329.
202. Kumari J., Gadag R. N., Prasanna B. M. Molecular profiling of maize (*Zea mays* L.) inbred lines using SSR markers //Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. – 2005. – T. 65. – №. 4. – P. 249-252.
203. Laude T. P., Carena M. J. Diallel analysis among 16 maize populations adapted to the northern US Corn Belt for grain yield and grain quality traits //Euphytica. – 2014. – T. 200. – №. 1. – P. 29-44.

204. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability //Heredity. – 1954. – T. 8. – №. 3. – P. 333-356.
205. Liang X. et al. Fruit and vegetable nutrition value assessment and replacement based on the principal component analysis and cluster analysis //Applied Mathematics. – 2015. – T. 6. – №. 09. – P. 1620.
206. Livini C. et al. Genetic diversity of maize inbred lines within and among heterotic groups revealed by RFLPs //Theoretical and applied genetics. – 1992. – T. 84. – №. 1. – P. 17-25.
207. Mangelsdorf P. C. et al. Corn. Its origin, evolution and improvement. – Belknap Press of Harvard University Press, 1974. – №. 2. ed.
208. Mangelsdorf P. C. The origin of corn //Scientific American. – 1986. – T. 255. – №. 2. – P. 80-87.
209. Mangelsdorf P. C. The origin and evolution of maize //Advances in genetics. – 1947. – T. 1. – P. 161-207.
210. Mangelsdorf P. C., Reeves R. G. The origin of maize //Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 1938. – T. 24. – №. 8. – P. 303.
211. Muna A. Estimation of Combining Ability for Plant and Ear Height in Maize// Sedeeq College of Agric. – Tikrit University. – Tikrit. – Iraq – 2011.
212. Muntean L. et al. Combining ability for yield in maize synthetic populations obtained from local populations //Romanian agricultural research. – 2014. – T. 31. – P. 3-10.
213. Perenzin M., Ferrari F., Motto M. Heritabilities and relationships among grain-filling period, seed weight and quality in forty Italian varieties of corn (*Zea mays* L.) //Canadian Journal of Plant Science. – 1980. – T. 60. – №. 4. – P. 1101-1107.
214. Piovarci A. Modifikovane typy rastliny v slachteni kukurice (*Zea mays* L.) //Vedecke prace Vyskumneho ustavu kukurice v Trnave. – 1981.

215. Poneleit C. G., Egli D. B. Differences Between Reciprocal Crosses of Maize for Kernel Growth Characteristics// Crop science. – 1983. – T. 23. – №. 5. – P. 871-875.
216. Randolph L. F. New evidence on the origin of maize //The American Naturalist. – 1952. – T. 86. – №. 829. – P. 193-202.
217. Randolph L.F. The origin of maize// Indian J. Genet. and Plant Breed. – 1959. – №19. – P. 1012.
218. Randolph L. F., McClintock B. Polyploidy in *Zea mays* L //The American Naturalist. – 1926. – T. 60. – №. 666. – P. 99-102.
219. Rench W. E., Shaw R. H. Black layer development in corn. – 1971.
220. Rood S. B., Major D. J. Diallel analysis of flowering-time in corn (*Zea mays*) using a corn heat unit transformation //Canadian Journal of Genetics and Cytology. – 1980. – T. 22. – №. 4. – P. 633-640.
221. Siemer E. G., Leng E. R., Bonnett O. T. Timing and Correlation of Major Developmental Events in Maize, *Zea mays* L. 1 //Agronomy Journal. – 1969. – T. 61. – №. 1. – P. 14-17.
222. Smith J. S. C. et al. The 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. – T. 36. – №. 3. – P. 213-226.
223. Tardieu F. Plant tolerance to water deficit: physical limits and possibilities for progress //Comptes Rendus Geoscience. – 2005. – T. 337. – №. 1-2. – P. 57-67.
224. Trifunović B., Stanković G., Trifunović V. Multiple regression analysis of prolificacy and effects on yield in a synthetic population of maize (*Zea mays* L.) //Genetika. – 2000. – T. 32. – №. 3. – P. 355-362.
225. Troyer A. F. Persistent and popular germplasm in seventy centuries of corn evolution //Corn: Origin, History, and Production. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ. – 2004. – P. 133-231.
226. Troyer F. Temperate corn—background, behavior, and breeding //Specialty corns. – CRC press, 2000. – P. 405-478.

227. Wellhausen E. J. et al. Races of maize in Mexico. Bussey Inst., Harvard Univ., Cambridge //Races of maize in Mexico. Bussey Inst., Harvard Univ., Cambridge. – 1952.

228. Wellhausen E. J. Improving American corn with exotic germ plasm. – 1956. – №. CIS-43. CIMMYT.

229. Wilkes H. G. Genetic erosion in teosinte //Plant genetic resources newsletter – 1972.

230. Wilkes H. G. Maize and Its Wild Relatives: Teosinte and Tripsacum, wild relatives of maize, figured prominently in the origin of maize //Science. – 1972a. – T. 177. – №. 4054. – P. 1071-1077.

231. 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. – 1991. – T. 1. – №. 6.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Урожайность зерна тесткроссов кукурузы в различных условиях выращивания

Гибриды	НЦЗ, 18	НЦЗ, 17	НЦЗ, 16	«Отбор», 17	Ладож- ская, 17	Зерно- град, 17	КБНИИСХ, 17	Среднее
Краснодарский 194 МВ	27,2	51,2	46,5	61,9	45,5	48,6	46,0	46,7
Краснодарский 291 АМВ	39,2	63,0	54,4	65,9	63,9	61,9	63,3	62,0
(Лн0159 х Лн0614) х Лн0706	14,0	63,7	56,9	79,5	52,0	38,5	47,8	50,3
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0720	23,7	62,7	57,7	78,5	58,1	49,3	50,6	54,4
(Лн714627 х Лн008) х Лн0720	33,5	57,4	56,4	69,3	57,0	40,4	56,0	52,9
(Лн752 х Лн0684) х Лн0613	45,4	71,9	64,5	72,4	62,2	48,9	59,7	60,7
(Лн752 х Лн0684) х Лн0685	23,1	68,6	59,6	50,6	54,9	52,3	48,3	51,0
(Лн752 х Лн0684) х Лн0653	35,3	45,9	56,6	49,1	41,0	55,9	42,9	46,7
(Лн752 х Лн0684) х Лн0647	24,6	38,2	55,6	63,1	61,0	51,5	46,0	48,6
(Лн0711 х Лн008) х Лн0694	44,4	70,4	59,5	63,1	50,0	52,7	55,0	56,4
(Лн0711 х Лн008) х Лн0609	48,3	77,7	59,5	64,1	51,7	47,6	60,2	58,4
(Лн0711 х Лн008) х Лн0685	46,4	74,7	60,1	71,8	61,8	49,0	55,8	59,9
(Лн742 х Лн0716) х Лн0720	32,0	71,6	61,3	66,5	51,0	51,6	55,0	55,6
(Лн742 х Лн0716) х Лн0600	28,9	38,4	54,5	78,9	58,5	43,3	46,8	49,9
(Лн742 х Лн0716) х Лн0605	24,8	60,8	54,4	65,9	60,1	50,8	49,9	52,4
(Лн742 х Лн0716) х Лн0613	24,6	39,2	60,1	67,4	50,5	41,6	42,0	46,5
(Лн0823 х Лн070) х Лн0633	14,0	60,3	56,2	88,1	50,9	45,8	53,1	52,6
(Лн0823 х Лн070) х Лн0699	31,2	60,0	57,9	64,1	52,7	44,0	48,3	51,2
(Лн0823 х Лн070) х Лн0728	35,8	59,2	58,4	61,0	63,8	45,6	47,9	53,1
(Лн0823 х Лн070) х Лн0724	45,6	77,0	61,8	64,8	64,6	49,4	58,1	60,2

окончание приложения 2								
(Лн627 x Лн0699) x Лн0613	26,2	70,2	63,4	64,8	57,9	51,1	56,0	55,6
Средние	32,3	61,8	58,2	67,7	55,5	48,1	51,7	
Повторения	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
mSe	4,0	5,9	12,5	2,6	2,2	58,6		
НСР0,5	3,3	4,0	5,8	3,4	3,1	-	3,2	3,74

Приложение 2

Оценка фенотипической стабильности гибридов кукурузы на основе экологической регрессии по признаку «урожайность зерна» (среднее по семи пунктам, 2016-2018 гг.)

Гибрид	X_i	SS(RG)	SS(o)	S% (RG)	Отклонения от линии регрессии	Экорегрессия
Краснодарский 194 МВ	46,7	552,5	87,1	8,2	Сильные	Слабая
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0706	50,3	2508,5	31,1	4,5	Слабые	Сильная
(Лн0479 x Лн0159) x Лн0720	54,4	1607,1	46,8	5,1	Средние	Средняя
(Лн714627 x Лн008) x Лн0720	52,9	757,1	102,9	7,8	Сильные	Слабая
(Лн752 x Лн0684) x Лн0613	60,7	576,4	77,1	5,9	Средние	Средняя
(Лн752 x Лн0684) x Лн0685	51,0	775,4	408,2	16,2	Очень сильные	Очень слабая
(Лн752 x Лн0684) x Лн0653	46,7	88,1	279,0	14,6	Очень сильные	Очень слабая
(Лн752 x Лн0684) x Лн0647	48,6	585,7	524,7	19,3	Очень сильные	Очень слабая
(Лн0711 x Лн008) x Лн0694	56,4	306,3	144,2	8,7	Сильные	Слабая
(Лн0711 x Лн008) x Лн0609	58,4	324,3	350,1	13,1	Очень сильные	Очень слабая
(Лн0711 x Лн008) x Лн0685	59,9	539,8	142,1	8,1	Сильные	Слабая
(Лн742 x Лн0716) x Лн0720	55,6	880,0	120,7	8,1	Сильные	Слабая
(Лн742 x Лн0716) x Лн0600	49,9	912,5	650,8	20,9	Очень сильные	Очень слабая
(Лн742 x Лн0716) x Лн0605	52,4	1006,5	79,4	6,9	Средние	Средняя
(Лн742 x Лн0716) x Лн0613	46,5	835,1	378,1	17,1	Очень сильные	Очень слабая
(Лн0823 x Лн070) x Лн0633	52,6	2646,8	223,7	11,6	Очень сильные	Очень слабая
(Лн0823 x Лн070) x Лн0699	51,2	738,3	12,0	2,8	Слабые	Сильная

окончание приложения 2						
(Лн0823 x Лн070) x Лн0728	53,1	503,1	121,5	8,5	Сильные	Слабая
(Лн0823 x Лн070) x Лн0724	60,2	451,3	209,5	9,8	Сильные	Слабая
(Лн627 x Лн0699) x Лн0626	62,5	575,0	154,1	8,1	Сильные	Слабая
(Лн627 x Лн0699) x Лн0613	55,6	1136,3	113,9	7,8	Сильные	Слабая

Приложение 3

Оценка экологической пластичности гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна» (среднее по семи пунктам, 2016-2018 гг.)

Гибрид	Xi	bi	Sb	t	B	Комментарии
Краснодарский 194 МВ	46,7	0,8	0,2	1,1	0,8	Экстенсивная фенотипически высоко стабильная форма
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0706	50,3	1,8	0,1	8,9	1,0	Интенсивная форма с очень низкой фенотипической стабильностью
Лн0479 x Лн0159) x Лн0720	54,4	1,4	0,1	4,0	1,0	Интенсивная форма с очень низкой фенотипической стабильностью
(Лн714627 x Лн008) x Лн0720	52,9	1,0	0,2	0,1	0,9	Очень высокая фенотипическая стабильность
(Лн752 x Лн0684) x Лн0613	60,7	0,9	0,1	1,0	0,9	Экстенсивная фенотипически высоко стабильная форма
(Лн752 x Лн0684) x Лн0685	51,0	1,0	0,3	0,1	0,6	Очень высокая фенотипическая стабильность
(Лн752 x Лн0684) x Лн0653	46,7	0,3	0,3	2,5	0,1	Экстенсивная форма с очень низкой фенотипической стабильностью
(Лн752 x Лн0684) x Лн0647	48,6	0,9	0,4	0,4	0,4	Экстенсивная фенотипически высоко стабильная форма
(Лн0711 x Лн008) x Лн0694	56,4	0,6	0,2	1,9	0,6	Экстенсивная форма с низкой фенотипической стабильностью
(Лн0711 x Лн008) x Лн0609	58,4	0,7	0,3	1,2	0,4	Экстенсивная форма с низкой фенотипической стабильностью
(Лн0711 x Лн008) x Лн0685	59,9	0,8	0,2	0,9	0,8	Экстенсивная фенотипически высоко стабильная форма
(Лн742 x Лн0716) x Лн0720	55,6	1,1	0,2	0,4	0,9	Очень высокая фенотипическая стабильность
(Лн742 x Лн0716) x Лн0600	49,9	1,1	0,4	0,2	0,5	Очень высокая фенотипическая стабильность
(Лн742 x Лн0716) x Лн0605	52,4	1,1	0,1	1,0	0,9	Интенсивная фенотипически высоко стабильная форма
(Лн742 x Лн0716) x Лн0613	46,5	1,0	0,3	0,1	0,6	Очень высокая фенотипическая стабильность
(Лн0823 x Лн070) x Лн0633	52,6	1,8	0,2	3,5	0,9	Интенсивная форма с очень низкой фенотипической стабильностью

окончание приложения 3						
(Лн0823 x Лн070) x Лн0699	51,2	1,0	0,1	0,5	1,0	Очень высокая фенотипическая стабильность
(Лн0823 x Лн070) x Лн0728	53,1	0,8	0,2	1,1	0,8	Экстенсивная фенотипически высоко стабильная форма
(Лн0823 x Лн070) x Лн0724	60,2	0,8	0,2	1,0	0,6	Экстенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью
(Лн627 x Лн0699) x Лн0626	62,5	0,9	0,2	0,7	0,8	Экстенсивная фенотипически высоко стабильная форма
(Лн627 x Лн0699) x Лн0613	55,6	1,2	0,2	1,2	0,9	Интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью

B - коэффициент адекватности; b_i – коэффициент регрессии (пластичность);
 S_b - ошибка коэффициента регрессии; t - критерий значимости отклонения от 1

Приложение 4

Урожайность зерна новых самоопыленных линий в скрещиваниях с тестерными линиями с целью идентификации на принадлежность к гетерозисным группам (НЦЗ им П. П. Лукьяненко 2018 гг.)

Линии	Кр740 (Id)	Кр7685 (Lc)	Кр0815 (Euro)	NS-73 зМ (SS)
Лн008	62,9	49,1	27,1	20,2
Лн0228зм	43,9	44,8	19,3	18,4
Лн0357	42,2	17,0	30,8	21,9
Лн0600	42,2	41,9	31,1	11,7
Лн0602	60,5	46,6	37,7	17,6
Лн0603	50,1	47,4	26,0	20,5
Лн0604	46,8	49,3	25,8	29,8
Лн0605	55,0	38,9	59,8	17,8
Лн0607	52,8	31,4	35,6	42,0
Лн0608	51,0	47,6	36,8	33,5
Лн0609	35,0	40,8	52,3	36,6
Лн0613	47,3	48,9	41,7	38,3
Лн0626	41,8	38,7	40,7	44,8
Лн0627	54,4	48,0	43,2	18,6
Лн0634	39,4	50,5	43,1	58,6
Лн0635	69,9	62,3	29,1	28,3

окончание приложения 4				
Лн0647	45,8	35,0	29,3	20,0
Лн0653	32,5	20,2	48,9	35,8
Лн0667	49,0	36,8	33,6	54,2
Лн0668	36,8	48,5	17,1	51,4
Лн0677	54,4	21,3	42,1	47,3
Лн0679	23,9	46,6	38,7	30,6
Лн0681	40,5	61,7	45,3	35,7
Лн0685	61,3	22,1	41,3	51,2
Лн0691	48,4	46,1	33,4	42,1
Лн0693	53,8	58,1	34,0	33,4
Лн0694	51,4	30,3	46,1	39,0
Лн0695	42,0	48,6	41,2	19,4
Лн0699	66,8	20,3	49,9	45,8
Лн0701	52,8	45,0	39,0	23,8
Лн0703	61,0	23,1	48,6	51,2
Лн0706	57,2	19,6	40,0	41,9
Лн0711	40,3	36,8	21,4	14,6
Лн0713	56,1	42,8	24,7	22,4
Лн0716	44,1	48,3	42,5	20,1
Лн0717	46,0	19,1	44,5	18,3
Лн0718	45,5	35,1	34,0	28,7
Лн0720	66,2	19,2	42,0	50,3
Лн0722	40,0	27,4	45,6	35,5
Лн0723	42,2	38,1	47,9	58,6
Лн0724	42,5	21,1	23,7	50,8
Лн0725	42,9	30,4	36,9	49,6
Лн0726	43,6	53,8	35,9	35,1
Лн0728	60,5	49,9	43,4	50,8
Лн0729	65,7	56,4	41,2	30,6

Данные хозяйственно-ценных признаков новых самоопыленных линий кукурузы (НЦЗ им П. П. Лукьяненко 2017-2018 гг.)

Линии	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Кол-во зерен в ряду, шт	Масса початка, г	Масса зерна с початка, г	Кол-во рядов зерен, шт	Масса 1000 зерен, г	Выход зерна, %
Лн008	14,0	3,5	23,5	62,5	42,6	14	197,1	55,8
Лн0228	12,4	3,5	26,5	67,7	48,1	16	171,5	67,4
Лн0357	14,9	4,2	33,0	108,8	88,0	20	203,7	79,0
Лн0600	14,0	3,2	25,5	64,0	44,1	14	159,1	66,7
Лн0602	13,3	3,5	26,6	69,9	50,3	20	165,1	67,9
Лн0603	15,7	3,3	28,6	64,5	44,5	14	210,6	78,6
Лн0604	13,9	3,4	27,6	74,1	54,7	14	192,0	80,3
Лн0605	12,1	3,4	27,6	70,4	51,6	18	156,8	78,5
Лн0607	18,0	3,6	33,0	74,8	55,5	14	196,0	68,9
Лн0608	12,8	3,6	27,2	78,1	58,4	12	252,8	88,9
Лн0609	13,9	3,9	25,2	61,2	41,4	16	215,1	71,1
Лн0613	15,3	3,8	31,6	88,5	69,1	18	174,9	74,3
Лн0626	14,4	3,7	29,8	80,0	61,6	16	168,5	80,1
Лн0627	16,6	3,6	31,8	103,6	83,2	12	250,4	77,4
Лн0633	16,1	3,1	32,8	78,4	58,0	12	203,2	71,6
Лн0634	14,3	3,4	28,1	85,6	64,9	16	197,8	81,5
Лн0635	15,4	3,4	34,6	101,0	81,0	16	187,8	76,4
Лн0647	19,5	3,5	36,8	101,9	82,3	12	238,2	74,1
Лн0653	15,3	3,6	29,7	95,1	75,1	18	213,3	79,1
Лн0660	16,6	3,8	33,9	114,4	96,0	18	214,4	80,5
Лн0667	15,4	3,4	31,9	65,8	48,7	14	182,7	78,6
Лн0668	15,3	3,4	25,7	72,8	51,9	14	201,9	53,7
Лн0677	12,2	3,3	27,3	70,1	49,9	14	181,3	73,1
Лн0679	14,1	3,7	21,1	91,9	71,7	16	225,4	83,7
Лн0681	14,2	3,7	27,3	86,9	67,2	16	223,6	71,5
Лн0685	15,1	3,5	32,0	88,9	68,6	18	189,1	83,4
Лн0691	16,5	3,3	29,0	64,6	45,2	14	224,4	80,5
Лн0693	12,2	5,4	24,2	82,6	62,6	16	167,6	64,8
Лн0694	13,5	3,4	27,1	65,3	46,8	16	175,1	75,6
Лн0695	13,2	4,0	26,4	101,0	81,5	20	201,8	81,2
Лн0699	16,7	3,5	24,6	92,8	72,7	14	328,6	76,7
Лн0701	13,6	3,5	26,4	84,3	64,9	14	218,0	76,9
Лн0703	15,8	3,9	34,0	128,5	108,0	16	227,1	76,6

окончание приложения 5								
Лн0706	11,3	2,4	23,0	73,7	55,7	16	217,9	81,2
Лн0711	15,3	3,9	27,8	88,4	67,8	14	257,2	84,1
Лн0713	15,5	3,7	26,7	104,2	83,8	16	237,1	73,4
Лн0716	13,7	4,2	25,9	106,6	86,2	18	278,5	81,2
Лн0717	14,3	3,6	32,6	88,6	69,3	18	186,5	84,0
Лн0718	14,4	3,8	29,7	86,3	66,2	14	224,9	81,6
Лн0720	14,0	3,5	28,4	87,5	67,6	14	231,8	77,0
Лн0722	14,0	3,9	29,6	104,1	83,7	16	254,6	81,4
Лн0723	18,4	3,6	30,7	95,7	75,1	16	228,3	84,5
Лн0724	16,5	3,8	27,7	109,4	88,9	14	284,3	79,5
Лн0725	17,0	3,5	30,5	69,7	49,1	14	184,0	64,6
Лн0726	12,9	3,4	22,6	65,1	45,1	14	176,3	70,0
Лн0728	14,0	4,2	33,3	113,9	94,3	20	192,9	81,2
Лн0729	13,5	3,1	25,2	62,8	43,4	14	151,2	79,5
Лн0731	17,0	4,4	31,0	117,5	95,2	16	272,6	79,5

Приложение 6

Данные морфо-биологических признаков новых самоопыленных линий кукурузы (НЦЗ им П. П. Лукьяненко 2017-2018 гг.)

Линии	Урожайность зерна, ц/га	Высота растений, см	Высота прикрепления початка, см	Вегетационный период, дней
Лн008	8,6	190,2	63,9	48,5
Лн0228зм	14,8	169,6	69,9	48,5
Лн0357	18,7	148,0	45,7	48,5
Лн0600	10,4	155,2	51,3	48,5
Лн0602	12,9	172,8	56,1	52,0
Лн0603	18,3	143,5	45,4	53,0
Лн0604	18,9	162,3	74,2	54,0
Лн0605	13,5	149,4	51,6	52,5
Лн0607	12,4	157,6	55,3	54,0
Лн0608	19,4	135,4	41,8	54,0
Лн0609	9,2	151,0	49,6	53,5
Лн0613	13,9	133,4	41,3	51,0
Лн0626	21,3	132,8	44,3	51,0
Лн0627	20,2	177,5	56,0	49,5
Лн0633	11,9	174,3	64,5	52,5
Лн0634	22,3	190,8	95,7	52,5
Лн0635	20,4	175,6	76,4	48,0
Лн0647	14,0	191,3	47,6	49,0

окончание приложения 6				
Лн0653	17,7	156,2	50,3	48,5
Лн0660	16,9	146,7	62,4	57,0
Лн0667	11,2	140,0	47,0	49,5
Лн0668	10,4	184,8	71,7	51,0
Лн0677	11,0	136,0	41,2	49,5
Лн0679	19,1	156,4	42,0	47,5
Лн0681	22,3	177,6	56,3	48,0
Лн0685	23,8	181,1	63,0	51,5
Лн0691	12,7	170,0	70,4	50,5
Лн0693	13,2	151,5	73,5	51,5
Лн0694	8,8	131,6	38,3	51,5
Лн0695	21,3	164,3	54,6	49,5
Лн0699	16,5	184,7	63,4	53,0
Лн0701	14,5	161,1	49,0	50,5
Лн0703	20,8	169,1	62,4	53,5
Лн0706	18,3	167,7	34,5	50,0
Лн0711	21,0	138,2	35,7	53,0
Лн0713	16,0	134,0	42,5	49,5
Лн0716	26,9	176,2	67,5	50,0
Лн0717	21,8	159,1	53,6	50,5
Лн0718	22,8	162,9	70,4	49,0
Лн0720	15,8	135,2	39,2	47,0
Лн0722	23,3	154,9	58,0	57,5
Лн0723	27,5	160,0	61,7	56,0
Лн0724	27,5	182,1	78,8	54,5
Лн0725	15,5	171,9	63,1	49,5
Лн0726	10,2	133,2	34,4	46,5
Лн0728	29,8	157,8	57,6	58,0
Лн0729	13,2	176,5	69,7	50,0
Лн0731	26,8	179,5	51,7	56,0

Приложение 7

Результаты испытаний всего набора тесткроссов в зависимости от года изучения (НЦЗ им П.П. Лукьяненко 2016-2018 гг.)

Гибрид	Урожайность зерна, ц/га			Убор.вл, %			Селекц. индекс		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Краснодарский 194 МВ	46,5	51,2	27,1	22,9	21,9	19,0	2,0	2,3	1,4
Краснодарский 291АМВ	50,7	72,5	45,4	32,4	26,8	26,9	1,6	2,7	1,7
(Лн714627 х Лн008) х Лн0706	41,4	35,5	33,4	27,9	15,2	14,6	1,5	2,3	2,3
(Лн714627 х Лн008) х Лн0720	56,4	57,4	33,5	32,0	20,0	18,1	1,8	2,9	1,8

продолжение приложения 7

(Лн714627 x Лн008) x Лн0627	48,3	46,8	30,0	31,0	18,0	25,1	1,6	2,6	1,2
(Лн714627 x Лн008) x Лн0667	54,4	49,6	33,1	22,2	17,5	20,2	2,5	2,8	1,6
(Лн714627 x Лн008) x Лн0668	39,8	36,3	22,0	25,3	17,6	16,1	1,6	2,1	1,4
(Лн714627 x Лн008) x Лн0677	47,1	45,8	24,7	25,5	20,0	16,5	1,8	2,3	1,5
(Лн714627 x Лн008) x Лн0679	53,0	44,8	17,2	17,7	14,7	17,7	3,0	3,0	1,0
(Лн714627 x Лн008) x Лн0602	55,9	48,7	14,7	22,3	17,0	20,2	2,5	2,9	0,7
(Лн714627 x Лн008) x Лн0681	49,5	47,6	19,8	24,6	19,3	23,3	2,0	2,5	0,8
(Лн714627 x Лн008) x Лн0695	38,6	49,2	13,7	22,5	19,5	16,6	1,7	2,5	0,8
(Лн714627 x Лн008) x Лн0729	46,0	50,0	14,7	32,9	22,1	25,0	1,4	2,3	0,6
(Лн714627 x Лн008) x Лн0693	54,1	43,7	30,7	26,0	16,7	21,2	2,1	2,6	1,4
(Лн714627 x Лн008) x Лн0713	56,2	59,6	14,8	25,0	19,3	21,2	2,2	3,1	0,7
(Лн714627 x Лн008) x Лн0701	34,4	44,8	12,6	29,4	19,5	21,2	1,2	2,3	0,6
(Лн714627 x Лн008) x Лн0731	49,7	45,9	11,5	29,4	19,7	21,0	1,7	2,3	0,5
(Лн714627 x Лн008) x Лн0718	46,4	43,2	17,2	26,4	15,4	21,8	1,8	2,8	0,8
(Лн714627 x Лн008) x Лн008	52,0	36,6	10,4	28,3	15,1	21,2	1,8	2,4	0,5
(Лн714627 x Лн008) x Лн0613	54,3	43,8	21,3	22,0	17,4	17,2	2,5	2,5	1,2
(Лн714627 x Лн008) x Лн0357	42,8	36,9	10,4	30,8	16,5	20,6	1,4	2,2	0,5
(Лн714627 x Лн008) x Лн0726	44,5	38,9	12,7	21,0	16,0	13,7	2,1	2,4	0,9
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0706	56,9	63,7	14,0	19,1	12,3	11,3	3,0	5,2	1,2
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0720	56,1	62,2	16,3	21,6	16,0	15,5	2,6	3,9	1,1
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0627	50,3	61,8	14,6	27,1	15,6	24,4	1,9	4,0	0,6
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0667	51,3	52,5	14,3	19,4	13,9	14,0	2,6	3,8	1,0
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0668	43,1	58,5	15,7	25,1	18,5	15,3	1,7	3,2	1,0
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0677	44,0	42,0	24,4	20,5	15,3	14,5	2,1	2,8	1,7
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0679	46,7	43,0	16,1	15,4	14,7	13,1	3,0	2,9	1,2
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0602	56,8	54,2	32,8	18,4	14,4	18,2	3,1	3,8	1,8
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0681	48,3	57,8	33,1	21,7	16,5	18,2	2,2	3,5	1,8
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0695	45,1	52,5	20,7	19,9	14,0	13,1	2,3	3,7	1,6
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0729	50,4	53,4	39,6	19,9	14,8	18,3	2,5	3,6	2,2
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0693	48,8	61,4	14,6	18,5	15,2	17,8	2,6	4,0	0,8
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0713	51,3	53,0	21,9	20,6	16,5	18,0	2,5	3,2	1,2
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0701	43,5	49,4	14,9	25,3	18,9	18,4	1,7	2,6	0,8
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0731	36,6	47,8	16,6	28,6	14,7	15,2	1,3	3,2	1,1
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0718	48,1	66,3	15,3	18,4	13,1	13,7	2,6	5,0	1,1
(Лн0159 x Лн0614) x Лн008	53,0	52,9	14,2	23,7	15,6	19,3	2,2	3,4	0,7
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0613	37,2	42,1	13,6	19,0	13,1	13,2	2,0	3,2	1,0
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0357	48,7	46,6	12,9	20,2	14,4	13,0	2,4	3,2	1,0
(Лн0159 x Лн0614) x Лн0726	44,0	47,1	14,5	17,1	13,6	12,3	2,6	3,5	1,2
(Лн0479 x Лн0159) x Лн0706	49,7	46,9	28,5	20,5	15,0	14,7	2,4	3,1	1,9

продолжение приложения 7

(Лн0479 х Лн0159) х Лн0720	57,7	62,7	23,7	20,7	17,7	23,8	2,8	3,5	1,0
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0627	44,6	42,1	21,9	25,8	21,3	22,6	1,7	2,0	1,0
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0667	52,5	56,7	24,7	25,2	16,8	18,8	2,1	3,4	1,3
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0668	44,6	46,0	24,8	29,7	21,0	18,2	1,5	2,2	1,4
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0677	42,9	59,3	18,0	20,3	18,0	13,0	2,1	3,3	1,4
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0679	46,9	54,5	27,6	19,9	15,7	15,5	2,4	3,5	1,8
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0602	51,6	51,9	22,4	27,4	16,9	18,3	1,9	3,1	1,2
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0681	39,3	51,0	18,4	21,7	18,4	21,6	1,8	2,8	0,8
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0695	47,6	52,4	24,5	28,8	19,7	20,2	1,7	2,7	1,2
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0729	44,9	42,3	19,4	23,0	18,7	20,6	2,0	2,3	0,9
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0693	53,9	63,4	21,4	26,8	18,6	16,6	2,0	3,4	1,3
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0713	55,7	69,6	44,7	25,1	18,3	17,1	2,2	3,8	2,6
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0701	43,0	36,4	15,3	24,3	20,3	20,4	1,8	1,8	0,8
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0731	40,4	51,1	16,3	31,2	17,9	16,7	1,3	2,9	1,0
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0718	52,4	47,5	16,1	22,9	17,4	17,4	2,3	2,7	0,9
(Лн0479 х Лн0159) х Лн008	56,3	71,7	44,5	22,8	17,4	22,2	2,5	4,1	2,0
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0613	48,3	41,0	13,3	20,2	17,4	14,3	2,4	2,4	0,9
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0357	42,6	65,3	17,6	21,7	18,0	16,8	2,0	3,6	1,0
(Лн0479 х Лн0159) х Лн0726	52,6	49,9	19,6	17,7	17,4	13,6	3,0	2,9	1,4
(Лн752м х Лн0684) х Лн0720	57,6	45,6	39,4	21,8	19,5	15,9	2,6	2,3	2,5
(Лн752м х Лн0684) х Лн0633	41,2	58,3	10,5	21,8	19,5	20,9	1,9	3,0	0,5
(Лн752м х Лн0684) х Лн0634	54,6	59,3	37,8	26,3	19,0	15,4	2,1	3,1	2,5
(Лн752м х Лн0684) х Лн0635	42,2	48,2	21,2	25,8	20,2	19,6	1,6	2,4	1,1
(Лн752м х Лн0684) х Лн0608	55,6	44,8	32,7	27,9	21,8	26,7	2,0	2,1	1,2
(Лн752м х Лн0684) х Лн0691	41,3	45,0	14,0	28,7	20,8	22,9	1,4	2,2	0,6
(Лн752м х Лн0684) х Лн0694	45,5	46,2	13,3	34,2	25,2	24,8	1,3	1,8	0,5
(Лн752м х Лн0684) х Лн0600	54,6	35,7	7,5	28,3	18,6	18,5	1,9	1,9	0,4
(Лн752м х Лн0684) х Лн0603	42,0	39,4	14,2	22,3	17,8	16,4	1,9	2,2	0,9
(Лн752м х Лн0684) х Лн0604	47,0	47,2	9,6	22,5	17,6	17,6	2,1	2,7	0,5
(Лн752м х Лн0684) х Лн0605	62,8	39,2	36,1	21,0	17,7	17,8	3,0	2,2	2,0
(Лн752м х Лн0684) х Лн0607	49,3	39,0	12,9	26,9	20,9	22,5	1,8	1,9	0,6
(Лн752м х Лн0684) х Лн0609	44,8	36,8	21,1	24,7	19,8	17,3	1,8	1,9	1,2
(Лн752м х Лн0684) х Лн0613	64,5	71,9	45,4	21,1	15,7	16,2	3,1	4,6	2,8
(Лн752м х Лн0684) х Лн0685	59,6	68,6	23,1	29,4	21,5	22,1	2,0	3,2	1,0
(Лн752м х Лн0684) х Лн0653	56,6	45,9	35,3	21,8	19,4	23,3	2,6	2,4	1,5
(Лн752м х Лн0684) х Лн0647	55,6	38,2	24,6	21,4	18,8	25,3	2,6	2,0	1,0
(Лн752м х Лн0684) х Лн0660	42,9	33,1	14,6	21,0	18,1	16,8	2,0	1,8	0,9
(Лн752м х Лн0684) х Лн0703	46,5	47,3	19,6	27,1	21,1	18,8	1,7	2,2	1,0
(Лн752м х Лн0684) х Лн0716	37,3	39,2	16,1	25,8	18,9	16,2	1,4	2,1	1,0

продолжение приложения 7

(Лн752м x Лн0684) x Лн0725	47,4	47,6	11,8	25,2	19,5	17,6	1,9	2,4	0,7
(Лн0711 x Лн008) x Лн0720	55,6	47,0	33,9	30,4	18,3	22,6	1,8	2,6	1,5
(Лн0711 x Лн008) x Лн0633	43,0	53,5	19,1	23,6	17,5	22,3	1,8	3,1	0,9
(Лн0711 x Лн008) x Лн0634	60,0	61,4	38,8	25,8	18,4	17,2	2,3	3,3	2,3
(Лн0711 x Лн008) x Лн0635	45,4	45,4	21,6	29,7	21,0	19,1	1,5	2,2	1,1
(Лн0711 x Лн008) x Лн0608	56,6	66,3	35,5	31,2	20,5	24,7	1,8	3,2	1,4
(Лн0711 x Лн008) x Лн0691	50,9	42,8	22,0	30,7	25,8	21,1	1,7	1,7	1,0
(Лн0711 x Лн008) x Лн0694	59,5	70,4	44,4	30,7	23,9	25,5	1,9	2,9	1,7
(Лн0711 x Лн008) x Лн0600	51,8	38,4	15,0	30,7	22,2	21,2	1,7	1,7	0,7
(Лн0711 x Лн008) x Лн0603	49,9	60,1	22,4	26,9	18,2	16,6	1,9	3,3	1,3
(Лн0711 x Лн008) x Лн0604	46,4	51,2	17,8	27,7	19,0	21,8	1,7	2,7	0,8
(Лн0711 x Лн008) x Лн0605	58,8	61,8	36,6	29,3	18,0	18,3	2,0	3,4	2,0
(Лн0711 x Лн008) x Лн0607	43,5	55,5	19,4	28,6	22,0	21,0	1,5	2,5	0,9
(Лн0711 x Лн008) x Лн0609	59,5	77,7	48,3	27,2	20,4	18,9	2,2	3,8	2,6
(Лн0711 x Лн008) x Лн0613	48,6	66,5	29,1	26,6	17,1	20,8	1,8	3,9	1,4
(Лн0711 x Лн008) x Лн0685	60,1	74,7	46,4	30,1	23,6	22,4	2,0	3,2	2,1
(Лн0711 x Лн008) x Лн0653	51,5	65,1	12,6	29,3	19,7	18,2	1,8	3,3	0,7
(Лн0711 x Лн008) x Лн0647	53,3	71,6	35,4	28,3	16,2	16,7	1,9	4,4	2,1
(Лн0711 x Лн008) x Лн0660	49,9	47,5	22,5	25,7	18,4	20,7	1,9	2,6	1,1
(Лн0711 x Лн008) x Лн0703	50,7	72,5	45,4	30,4	23,0	23,6	1,7	3,2	1,9
(Лн0711 x Лн008) x Лн0716	43,4	47,7	16,5	28,8	21,2	19,5	1,5	2,3	0,8
(Лн0711 x Лн008) x Лн0725	45,2	42,3	7,4	30,0	19,3	18,9	1,5	2,2	0,4
(Лн742 x Лн0716) x Лн0720	61,3	71,6	34,5	28,1	20,4	24,0	2,2	3,5	1,4
(Лн742 x Лн0716) x Лн0633	42,4	40,8	23,0	25,2	19,7	19,4	1,7	2,1	1,2
(Лн742 x Лн0716) x Лн0634	56,9	57,8	17,1	29,8	20,2	16,9	1,9	2,9	1,0
(Лн742 x Лн0716) x Лн0635	53,0	57,9	20,0	24,6	20,9	21,7	2,2	2,8	0,9
(Лн742 x Лн0716) x Лн0608	52,6	54,3	34,5	29,2	24,1	24,1	1,8	2,3	1,4
(Лн742 x Лн0716) x Лн0691	54,0	46,3	22,0	29,4	19,7	27,5	1,8	2,3	0,8
(Лн742 x Лн0716) x Лн0694	37,7	35,6	14,2	30,0	27,8	27,5	1,3	1,3	0,5
(Лн742 x Лн0716) x Лн0600	54,5	38,4	28,9	29,9	21,9	23,6	1,8	1,8	1,2
(Лн742 x Лн0716) x Лн0603	49,5	46,2	33,1	20,6	17,8	17,8	2,4	2,6	1,9
(Лн742 x Лн0716) x Лн0604	42,9	45,1	22,5	25,9	18,9	18,8	1,7	2,4	1,2
(Лн742 x Лн0716) x Лн0605	57,2	60,8	24,8	26,1	19,6	18,0	2,2	3,1	1,4
(Лн742 x Лн0716) x Лн0607	46,1	46,1	21,7	26,5	24,4	23,2	1,7	1,9	0,9
(Лн742 x Лн0716) x Лн0609	38,0	35,2	20,0	25,7	20,8	18,2	1,5	1,7	1,1
(Лн742 x Лн0716) x Лн0613	60,1	39,2	24,6	22,9	21,1	23,0	2,6	1,9	1,1
(Лн742 x Лн0716) x Лн0685	53,6	62,5	18,7	29,5	25,0	23,6	1,8	2,5	0,8
(Лн742 x Лн0716) x Лн0653	44,3	40,8	24,9	28,3	24,3	20,4	1,6	1,7	1,2
(Лн742 x Лн0716) x Лн0647	36,4	25,8	10,1	28,6	19,5	16,3	1,3	1,3	0,6

продолжение приложения 7

(Лн742 x Лн0716) x Лн0660	51,5	28,0	19,3	20,2	17,7	17,4	2,5	1,6	1,1
(Лн742 x Лн0716) x Лн0703	44,1	31,0	23,9	31,5	24,6	21,2	1,4	1,3	1,1
(Лн742 x Лн0716) x Лн0716	53,3	44,9	37,2	30,7	20,2	24,7	1,7	2,2	1,5
(Лн742 x Лн0716) x Лн0725	45,2	35,6	11,7	22,7	21,9	16,8	2,0	1,6	0,7
(Лн0823 x Лн070) x Лн0626	59,9	81,3	47,2	22,8	19,8	19,5	2,6	4,1	2,4
(Лн0823 x Лн070) x Лн0633	56,2	60,3	42,7	22,7	21,4	20,5	2,5	2,8	2,1
(Лн0823 x Лн070) x Лн0634	47,5	75,2	48,3	23,2	17,2	16,1	2,0	4,4	3,0
(Лн0823 x Лн070) x Лн0635	45,5	51,8	9,5	28,8	20,9	18,0	1,6	2,5	0,5
(Лн0823 x Лн070) x Лн0607	47,5	58,2	25,5	29,0	23,6	20,1	1,6	2,5	1,3
(Лн0823 x Лн070) x Лн0604	43,1	63,3	17,7	25,0	19,1	20,2	1,7	3,3	0,9
(Лн0823 x Лн070) x Лн0613	48,8	62,4	41,4	24,7	18,9	19,2	2,0	3,3	2,2
(Лн0823 x Лн070) x Лн0685	53,4	66,3	22,1	29,4	25,0	27,9	1,8	2,7	0,8
(Лн0823 x Лн070) x Лн0699	57,9	60,0	31,2	30,1	24,7	27,4	1,9	2,4	1,1
(Лн0823 x Лн070) x Лн0653	43,7	56,7	13,9	26,4	22,2	19,6	1,7	2,6	0,7
(Лн0823 x Лн070) x Лн0660	44,8	52,1	17,7	25,9	20,4	23,3	1,7	2,6	0,8
(Лн0823 x Лн070) x Лн0728	58,4	59,2	35,8	31,7	25,2	23,7	1,8	2,4	1,5
(Лн0823 x Лн070) x Лн0722	57,1	55,6	21,1	34,0	26,0	26,3	1,7	2,1	0,8
(Лн0823 x Лн070) x Лн0723	55,3	68,9	13,9	30,1	22,9	26,1	1,8	3,0	0,5
(Лн0823 x Лн070) x Лн0711	51,7	60,5	40,6	29,1	22,2	20,6	1,8	2,7	2,0
(Лн0823 x Лн070) x Лн0717	48,6	45,9	11,5	28,7	24,9	22,5	1,7	1,8	0,5
(Лн0823 x Лн070) x Лн0724	61,8	77,0	45,6	31,6	23,9	23,1	2,0	3,2	2,0
(Лн0823 x Лн070) x Лн0228	46,2	66,5	14,9	24,2	18,8	15,9	1,9	3,5	0,9
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0626	48,5	51,4	35,3	26,3	18,9	20,6	1,8	2,7	1,7
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0633	51,9	46,1	37,0	26,1	21,0	24,2	2,0	2,2	1,5
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0634	42,4	35,0	36,5	28,8	20,8	28,0	1,5	1,7	1,3
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0635	41,5	39,7	13,0	28,7	22,2	22,6	1,4	1,8	0,6
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0607	46,4	48,3	18,2	36,0	25,5	28,4	1,3	1,9	0,6
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0604	49,0	54,1	20,0	29,3	19,8	23,6	1,7	2,7	0,8
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0613	51,8	43,7	38,2	29,9	18,4	22,6	1,7	2,4	1,7
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0685	50,7	35,6	24,8	34,8	26,5	29,0	1,5	1,3	0,9
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0699	53,0	32,9	20,4	32,7	31,6	30,0	1,6	1,0	0,7
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0653	47,8	46,3	21,0	28,7	24,3	26,9	1,7	1,9	0,8
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0660	52,4	44,8	18,4	29,1	23,7	29,1	1,8	1,9	0,6
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0728	47,9	35,0	9,6	30,1	29,9	29,0	1,6	1,2	0,3
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0722	32,6	39,4	10,0	42,8	30,7	30,3	0,8	1,3	0,3
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0723	46,3	46,2	10,5	30,5	28,7	28,6	1,5	1,6	0,4
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0711	51,7	49,4	33,3	34,7	26,8	28,5	1,5	1,8	1,2
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0717	44,9	49,2	10,3	33,9	26,9	28,0	1,3	1,8	0,4
(Лн0627 x Лн0728) x Лн0724	48,6	54,0	12,5	42,5	25,6	28,7	1,1	2,1	0,4

окончание приложения 7

(Лн0627 x Лн0728) x Лн0228	47,5	50,8	21,4	24,0	21,1	19,7	2,0	2,4	1,1
(Лн627 x Лн0699) x Лн0626	60,9	77,7	48,3	24,9	25,0	19,2	2,4	3,1	2,5
(Лн627 x Лн0699) x Лн0633	58,2	52,8	37,1	22,4	21,8	24,9	2,6	2,4	1,5
(Лн627 x Лн0699) x Лн0634	46,1	38,8	21,7	27,4	20,4	18,4	1,7	1,9	1,2
(Лн627 x Лн0699) x Лн0635	48,8	46,0	32,7	26,5	23,8	20,6	1,8	1,9	1,6
(Лн627 x Лн0699) x Лн0607	49,7	39,2	21,6	29,6	26,6	20,9	1,7	1,5	1,0
(Лн627 x Лн0699) x Лн0604	48,9	35,6	22,0	26,1	21,9	21,0	1,9	1,6	1,1
(Лн627 x Лн0699) x Лн0613	63,4	70,2	38,7	23,7	21,6	23,2	2,7	3,2	1,7
(Лн627 x Лн0699) x Лн0685	58,4	35,9	13,2	29,8	24,5	29,8	2,0	1,5	0,4
(Лн627 x Лн0699) x Лн0699	17,0	14,4	6,9	41,5	27,7	28,2	0,4	0,5	0,2
(Лн627 x Лн0699) x Лн0653	44,4	38,9	17,0	29,1	24,0	19,8	1,5	1,6	0,9
(Лн627 x Лн0699) x Лн0660	57,4	42,9	24,5	29,0	25,4	20,9	2,0	1,7	1,2
(Лн627 x Лн0699) x Лн0728	42,7	39,8	17,1	40,3	30,2	29,5	1,1	1,3	0,6
(Лн627 x Лн0699) x Лн0722	41,6	22,2	14,9	43,5	28,3	28,8	1,0	0,8	0,5
(Лн627 x Лн0699) x Лн0723	32,9	26,0	13,2	40,6	27,7	28,2	0,8	0,9	0,5
(Лн627 x Лн0699) x Лн0711	54,8	58,4	35,3	31,3	24,7	25,1	1,7	2,4	1,4
(Лн627 x Лн0699) x Лн0717	39,2	47,5	37,6	33,3	26,4	27,0	1,2	1,8	1,4
(Лн627 x Лн0699) x Лн0724	41,8	32,7	19,4	41,4	31,1	25,0	1,0	1,1	0,8
(Лн627 x Лн0699) x Лн0228	46,9	49,0	22,8	27,4	21,3	17,4	1,7	2,3	1,3

Приложение 8

Данные хозяйственно-ценных признаков гибридов кукурузы от ДС (НЦЗ им П. П. Лукьяненко 2017-2018 гг.)

Гибриды	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Кол-во зерен в ряду, шт	Масса початка, г	Масса зерна с початка, г	Кол-во рядов зерен, шт
Краснодарский 194МВ	21,1	4,3	40,1	184,1	159,7	18
Краснодарский 291АМВ	19,5	4,3	37,6	190,0	158,1	18
Лн003 x Лн008	18,4	4,0	27,9	119,5	95,3	16
Лн003 x Лн0228	16,1	4,0	35,1	106,0	81,6	16
Лн003 x Лн0685	16,2	3,8	27,9	73,8	55,3	14
Лн003 x Лн004	17,0	4,1	30,4	114,0	137,2	16
Лн008 x Лн0685	19,6	4,1	27,8	138,7	110,1	16
Лн008 x Лн004	17,4	3,7	28,6	103,4	77,8	16
Лн0228 x Лн0685	16,4	4,4	37,9	158,9	132,4	18
Лн0228 x Лн004	16,3	3,9	36,4	118,2	91,8	18
Лн0228 x Лн008	19,0	4,3	41,0	146,4	118,8	18

продолжение приложения 8

Лн0357 х Лн0228	17,5	4,3	40,4	163,6	135,7	18
Лн0357 х Лн0685	19,5	4,6	37,2	187,8	158,0	18
Лн0357 х Лн0647	20,2	4,3	36,3	170,4	147,8	18
Лн0357 х Лн0614	20,8	4,4	41,4	184,9	159,5	20
Лн0357 х Лн003	18,3	4,0	35,7	128,4	104,0	18
Лн0357 х Лн004	17,0	4,0	24,1	108,3	77,9	18
Лн0357 х Лн008	19,4	4,1	35,8	152,6	123,3	18
Лн0685 х Лн004	19,1	3,9	33,6	113,2	92,7	14
Лн0681 х Лн0357	18,2	4,3	29,5	135,8	109,3	18
Лн0681 х Лн0685	17,8	4,4	39,0	184,2	154,3	18
Лн0681 х Лн0647	18,6	3,9	36,5	142,8	116,4	14
Лн0681 х Лн0614	19,1	3,8	37,5	129,1	102,5	14
Лн0681 х Лн003	16,9	4,6	35,7	175,9	148,3	18
Лн0681 х Лн004	20,1	4,0	28,6	134,5	108,2	16
Лн0681 х Лн008	18,7	4,3	42,3	164,8	137,4	16
Лн0681 х Лн0228	16,9	4,3	35,1	163,2	137,4	16
Лн0647 х Лн0228	19,7	3,8	34,6	122,2	95,7	16
Лн0647 х Лн0685	19,7	4,1	39,3	174,1	138,8	14
Лн0647 х Лн003	19,0	4,1	33,0	134,7	107,5	16
Лн0647 х Лн004	20,3	3,8	35,0	110,3	80,6	14
Лн0647 х Лн008	21,6	4,0	42,8	162,8	124,9	14
Лн0614 х Лн0228	17,6	4,0	32,7	116,2	94,5	18
Лн0614 х Лн0685	19,1	4,3	36,2	170,5	141,6	18
Лн0614 х Лн0647	21,0	4,0	39,5	176,0	146,6	16
Лн0614 х Лн0718	19,5	3,8	31,6	143,9	117,4	16
Лн0614 х Лн003	19,7	4,4	38,0	171,8	142,2	18
Лн0614 х Лн004	18,4	3,7	29,0	114,6	85,8	14
Лн0614 х Лн008	18,1	3,8	34,4	135,3	105,3	18
Лн0687 х Лн0228	20,0	4,7	42,7	187,5	156,6	16
Лн0687 х Лн0685	16,3	4,5	30,7	147,8	121,1	18
Лн0687 х Лн0647	15,9	4,5	37,8	190,9	166,9	16
Лн0687 х Лн0614	20,7	4,2	35,2	159,8	133,0	18
Лн0687 х Лн0718	16,0	4,1	30,8	126,7	104,0	14
Лн0687 х Лн003	19,9	4,6	43,8	203,7	176,6	16
Лн0687 х Лн004	17,0	4,3	29,1	135,5	109,3	14
Лн0687 х Лн008	19,8	4,6	32,4	157,1	123,5	18
Лн0687 х Лн0357	18,5	4,4	37,8	163,2	138,1	16
Лн0687 х Лн0681	19,2	4,7	34,3	179,3	160,8	18
Лн0718 х Лн0228	19,2	4,1	37,3	149,4	123,3	16

Лн0718 х Лн0357	19,6	4,5	42,4	170,6	143,5	16
Лн0718 х Лн0685	16,0	4,2	34,1	142,5	112,1	18
Лн0718 х Лн003	15,9	4,3	32,0	114,1	89,3	16
Лн0718 х Лн004	18,8	4,3	34,2	141,6	115,4	16
Лн0718 х Лн008	21,4	4,6	40,4	205,3	174,4	18
Лн0718 х Лн0681	19,8	4,4	40,8	191,7	160,2	18
Лн0718 х Лн0647	21,1	4,7	38,3	154,4	124,8	20
Лн0720 х Лн0228	16,9	4,3	40,3	145,2	120,0	16
Лн0720 х Лн0357	18,8	4,6	38,7	186,5	158,1	18
Лн0720 х Лн0685	20,2	4,3	35,8	181,2	147,1	16
Лн0720 х Лн0718	17,0	4,5	32,4	154,6	125,3	16
Лн0720 х Лн003	18,6	4,5	38,3	172,6	140,0	16
Лн0720 х Лн004	16,5	3,9	31,8	118,3	93,0	16
Лн0720 х Лн008	18,2	4,1	33,8	136,7	102,2	16
Лн0720 х Лн0681	16,4	4,1	35,1	139,0	111,1	16
Лн0720 х Лн0614	18,8	4,1	38,7	161,8	132,5	16
Лн0720 х Лн0647	18,1	4,2	36,8	154,6	130,2	16
Лн0720 х Лн0687	18,2	4,0	32,5	100,4	72,2	14
Лн0480 х Лн0685	19,1	4,2	37,9	151,6	123,5	16
Лн0480 х Лн0647	19,7	4,6	40,0	205,7	175,5	18
Лн0480 х Лн0718	21,1	4,5	40,5	206,5	179,9	18
Лн0480 х Лн004	15,7	4,1	24,6	114,0	90,2	16
Лн0480 х Лн008	17,2	4,5	32,0	138,2	112,7	16
Лн0480 х Лн0720	16,0	4,5	32,6	154,9	128,2	20
Лн0480 х Лн0614	17,9	4,4	28,2	144,2	113,9	16
Лн0480 х Лн003	17,7	4,0	37,2	136,1	112,0	14
Лн0480 х Лн0228	16,6	4,1	31,1	123,1	99,4	16
Лн0480 х Лн0357	16,8	4,2	34,0	140,1	111,7	16
Лн0480 х Лн0681	15,8	4,4	36,2	137,3	115,6	18
Лн0480 х Лн0687	19,1	4,6	40,0	187,3	156,1	14
Краснодарский 194 МВ	17,8	4,4	35,6	146,3	116,0	18
Краснодарский 291АМВ	19,5	4,5	38,4	188,9	163,0	16

Данные морфо-биологических признаков гибридов кукурузы от ДС (НЦЗ им П. П. Лукьяненко 2017-2018 гг.)

Гибриды	Урожайность зерна, ц/га	Уборочная влажность зерна, %	Высота растений, см	Высота прикрепления початка, см
Краснодарский 194 МВ	44,4	20,7	217,2	81,7
Краснодарский 291АМВ	54,0	26,2	210,6	80,7
Лн003 х Лн008	27,8	17,6	205,3	80,1
Лн003 х Лн0228	29,8	16,4	218,2	83,7
Лн003 х Лн0685	29,3	23,5	195,3	68,9
Лн003 х Лн004	33,6	15,7	204,7	74,7
Лн008 х Лн0685	29,7	21,5	207,5	70,6
Лн008 х Лн004	29,1	17,8	208,2	80,0
Лн0228 х Лн0685	29,7	19,3	222,1	83,8
Лн0228 х Лн004	25,3	16,4	204,5	82,9
Лн0228 х Лн008	28,9	15,0	212,9	85,3
Лн0357 х Лн0228	26,0	18,4	204,7	75,1
Лн0357 х Лн0685	60,4	25,1	202,4	77,1
Лн0357 х Лн0647	33,6	17,3	206,1	78,8
Лн0357 х Лн0614	48,3	18,4	204,0	75,7
Лн0357 х Лн003	23,2	16,6	209,3	81,9
Лн0357 х Лн004	30,0	14,4	203,3	69,5
Лн0357 х Лн008	35,3	19,0	206,0	75,3
Лн0685 х Лн004	39,6	20,7	198,9	77,3
Лн0681 х Лн0357	34,2	21,6	205,5	76,2
Лн0681 х Лн0685	41,0	19,5	191,1	73,9
Лн0681 х Лн0647	41,2	13,0	232,9	77,8
Лн0681 х Лн0614	42,8	15,1	218,8	80,4
Лн0681 х Лн003	62,5	21,5	209,9	65,8
Лн0681 х Лн004	40,4	19,6	214,7	76,8
Лн0681 х Лн008	59,8	18,2	200,5	62,4
Лн0681 х Лн0228	65,4	18,0	216,6	94,7
Лн0647 х Лн0228	27,2	12,6	224,1	71,2
Лн0647 х Лн0685	32,4	21,1	252,6	76,4
Лн0647 х Лн003	33,0	19,8	219,1	68,0
Лн0647 х Лн004	29,5	12,0	221,2	71,2
Лн0647 х Лн008	33,2	13,7	241,1	67,1
Лн0614 х Лн0228	26,6	12,5	216,3	87,7
Лн0614 х Лн0685	37,8	16,9	210,1	84,6

продолжение приложения 9

Лн0614 х Лн0647	31,7	12,9	212,2	83,7
Лн0614 х Лн0718	30,0	13,2	195,4	77,3
Лн0614 х Лн003	24,5	12,7	205,8	78,4
Лн0614 х Лн004	29,2	14,0	199,6	73,0
Лн0614 х Лн008	35,2	16,0	204,5	68,3
Лн0687 х Лн0228	38,3	24,5	207,9	69,0
Лн0687 х Лн0685	26,1	17,8	198,9	71,5
Лн0687 х Лн0647	41,1	27,4	196,6	71,0
Лн0687 х Лн0614	34,4	13,4	214,8	84,4
Лн0687 х Лн0718	28,2	15,2	195,4	64,3
Лн0687 х Лн003	42,5	20,3	208,7	84,1
Лн0687 х Лн004	61,3	17,6	196,3	71,1
Лн0687 х Лн008	41,7	19,2	223,5	86,1
Лн0687 х Лн0357	62,0	19,7	202,0	61,9
Лн0687 х Лн0681	35,6	20,2	207,7	83,0
Лн0718 х Лн0228	24,8	13,6	214,6	88,0
Лн0718 х Лн0357	28,1	15,5	203,1	76,7
Лн0718 х Лн0685	27,7	20,0	206,6	80,1
Лн0718 х Лн003	21,0	14,5	215,8	80,3
Лн0718 х Лн004	28,2	15,8	215,7	79,7
Лн0718 х Лн008	35,0	16,7	220,0	74,0
Лн0718 х Лн0681	58,9	17,9	217,8	81,5
Лн0718 х Лн0647	45,7	24,4	216,5	88,7
Лн0720 х Лн0228	32,1	15,5	201,2	79,0
Лн0720 х Лн0357	62,6	18,9	210,0	80,1
Лн0720 х Лн0685	38,0	22,0	195,2	69,8
Лн0720 х Лн0718	46,0	15,5	206,1	88,4
Лн0720 х Лн003	43,4	17,8	219,6	82,7
Лн0720 х Лн004	31,6	17,6	215,7	72,3
Лн0720 х Лн008	31,5	18,7	202,6	78,2
Лн0720 х Лн0681	34,6	17,3	211,3	80,7
Лн0720 х Лн0614	38,1	16,0	198,3	75,0
Лн0720 х Лн0647	59,0	18,7	203,3	87,2
Лн0720 х Лн0687	47,9	23,5	199,5	71,6
Лн0480 х Лн0685	45,7	21,8	205,3	76,7
Лн0480 х Лн0647	63,0	17,8	209,1	81,5
Лн0480 х Лн0718	64,4	23,9	219,6	87,9
Лн0480 х Лн004	34,7	19,8	190,6	63,8
Лн0480 х Лн008	36,5	21,0	219,9	82,9

