

На правах рукописи



ЛЮЛЮК ИЛЬЯ РОМАНОВИЧ

**РЕКУРРЕНТНЫЙ ОТБОР НА СЕЛЕКЦИОННО ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ
ПРИ СОЗДАНИИ РАННЕСПЕЛЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ И
ПОЛУЧЕНИЕ НА ИХ ОСНОВЕ ВЫСОКОГЕТЕРОЗИСНЫХ
 ГИБРИДОВ**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2025

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный центр риса»

Научный руководитель: кандидат сельскохозяйственных наук,
Гульняшкин Александр Васильевич

Официальные оппоненты: **Орлянский Николай Алексеевич**, д-р с.-х наук, Воронежский филиал ФГБНУ
«Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы, главный научный сотрудник

Кривошеев Геннадий Яковлевич, канд. с.-х наук, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кукурузы

Ведущая организация: ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»

Защита диссертации состоится «10» июня 2025 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета: 35.2.019.05 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 (гл. корпус, 1 этаж, ауд. 106).

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 и на сайтах - <http://www.kubsau.ru> и Высшей аттестационной комиссии – <https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «16» апреля 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук



Коваль А.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Кукуруза занимает одно из ведущих мест среди сельскохозяйственных культур как в России, так и в мире. Этот злак широко применяется в различных отраслях – от пищевой промышленности до производства биотоплива, что обусловлено его высокой питательной ценностью и многофункциональностью. В последние годы в Российской Федерации наблюдается устойчивый рост посевных площадей и валовых сборов кукурузы. Так, с 2009 года посевные площади увеличились с 1361,6 тыс. га до 2585,9 тыс. га.

Юг России сталкивается с рядом вызовов, включая изменение климатических условий, снижение количества осадков и повышение температуры в ключевые фазы роста растений. Эти изменения требуют внедрения в производство новых раннеспелых и засухоустойчивых гибридов, которые могут адаптироваться к неблагоприятным условиям. На фоне этих вызовов, разработка новых гибридов кукурузы с высоким уровнем гетерозиса и адаптивностью к разным экологическим условиям приобретает особую значимость. Важным критерием для выбора гибридов является уборочная влажность зерна. Гибриды с влажностью зерна ниже 14 % позволяют значительно сократить затраты на послеуборочную сушку, что особенно важно для регионов с коротким безморозным периодом и недостатком осадков.

Для создания таких гибридов необходимо использовать исходный материал с высоким уровнем хозяйственно-ценных признаков. Важно учитывать генетическое разнообразие и адаптивность к различным условиям, чтобы обеспечить стабильные урожаи даже в неблагоприятные годы.

Степень разработанности темы. Проблематика создания и оценки новых самоопыленных линий кукурузы, используемых для селекции гибридов, подробно рассматривается в научных трудах и публикациях Sprague G.F. (1950-е), East E.M. (начало XX века), Lindstrom E.W. (1921), В.К. Савченко (1973), Р.У. Югенхеймера (1979), Э.Р. Забирова (1984), В.С. Сотченко (1992), Russell W.A. (1992), С.Н. Новоселова (1995), М.В. Чумак (1999), Г.Е. Шмараева (1999), Б.В. Дзюбецкого (2002), С.И. Мустяца (2003), Н.А. Орлянского (2004), С.А. Хорошилов (2006), Е.М. Салфетникова (2011), А.И. Супрунова (2012), А.В. Гульяшкина (2012), Хатефов Е.Б (2020) и др. В этих работах детально рассмотрены ключевые теоретические и методологические аспекты инбредной селекции кукурузы. Особое внимание уделено созданию и оценке новых самоопыленных линий, изученных с позиции их адаптивности, устойчивости к стрессовым факторам, продуктивности и выраженности гетерозисного эффекта. В работах проанализированы методы селекционного отбора, исследована комбинационная способность линий и влияние их генетической структуры на продуктивность гибридов.

Цель исследования. Разработать новый раннеспелый исходный материал кукурузы в виде самоопыленных линий (рекомбинантов) с

использованием метода рекуррентного отбора на специфическую комбинированную способность.

Задачи исследований:

- из синтетической популяции гетерозисной плазмы Iodent выделить новые раннеспелые самоопыленные линии (рекомбинанты) кукурузы методом рекуррентного отбора;
- определить комбинационную способность новых рекомбинантных линий кукурузы;
- установить корреляционные зависимости между основными элементами структуры урожая у новых линий (рекомбинантов) кукурузы;
- изучить динамику снижения уборочной влажности зерна у выделившихся рекомбинантов кукурузы в процессе созревания;
- оценить экологическую пластичность и стабильность выделившихся гибридов кукурузы;
- определить экономическую эффективность выращивания новых гибридов кукурузы.

Научная новизна исследования. Впервые в условиях Центральной зоны Краснодарского края была проведена работа по получению принципиально нового исходного материала линий (рекомбинантов) кукурузы с пониженной уборочной влажностью и повышенной скоростью влагоотдачи, используя метод рекуррентной селекции. Было проведено всестороннее исследование нового исходного материала, который показал высокие результаты по общей и специфической комбинационной способности в ключевых хозяйственно-ценных признаках. В результате созданы новые высокопродуктивные раннеспелые гибриды кукурузы. В условиях Центральной зоны Краснодарского края была проведена работа по созданию линий (рекомбинантов) кукурузы с низкой уборочной влажностью, используя генетический материал из коллекции ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко». Разработаны линии (рекомбинанты) кукурузы, обладающие важными хозяйственно-ценными признаками, которые были использованы для создания экспериментальных межлинейных гибридов.

Теоретическая и практическая значимость работы. В процессе проведенного исследования был разработан новый раннеспелый и среднеранний исходный материал кукурузы, отличающийся устойчивостью и улучшенными морфологическими признаками. На основе этого материала были созданы высокопродуктивные гибриды, которые демонстрируют высокую урожайность и стабильность в различных агроэкологических условиях.

Новые гибриды были оценены для использования в качестве родительских форм в создании трехлинейных гибридов, показав отличные результаты в условиях Центральной зоны Краснодарского края. Эти гибриды проявили высокую адаптивность и стабильность, что подтверждается результатами экологических испытаний в различных регионах.

Основное практическое значение данного исследования заключается в создании гибридов, которые обладают меньшей уборочной влажностью, что позволяет сократить затраты на досушивание зерна и повысить общую экономическую эффективность производства. Эти гибриды будут рекомендованы для внедрения в производство в различных агроклиматических зонах, что позволит повысить урожайность и устойчивость сельскохозяйственного производства, а также снизить затраты на выращивание кукурузы.

Методология и методы исследования. Исследования были выполнены с применением как лабораторных, так и полевых методик, что обеспечило комплексный подход к изучению линий и гибридов кукурузы. Лабораторные и полевые испытания по выращиванию и изучению линий и гибридов кукурузы проводились в соответствии с методикой полевых опытов ВНИИ кукурузы, а также адаптированными методиками государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур для региональных условий. Это позволило учитывать специфические особенности климата и почв центральной зоны Краснодарского края.

Для создания и оценки новых гибридов использовались современные методы селекции, что обеспечило высокую точность в выявлении наиболее продуктивных и устойчивых гибридов. Экологические испытания проводились в различных агроклиматических зонах с целью определения адаптивности и стабильности гибридов. Методики включали контроль за развитием растений, измерение агрономических показателей, таких как урожайность, и оценку продуктивности, что позволило получить всестороннюю информацию о каждом гибриде.

Для статистической обработки данных использовались программы Microsoft Excel, Statistica и AGROS, предназначенные для статистического и биометрического анализа в растениеводстве и селекции. Эти программы обеспечили точность и надежность обработки данных, что позволило сделать обоснованные выводы и рекомендации по внедрению новых гибридов в сельскохозяйственное производство. Использование этих программ способствовало выявлению значимых различий между гибридами и определению их экономической эффективности.

Положения, выносимые на защиту:

- результаты анализа нового исходного материала рекомбинантов кукурузы, их характеристика для селекции высокоурожайных гибридов;
- характеристика новых рекомбинантов в системе топкроссных скрещиваний по основным селекционным показателям, позволившая определить наиболее перспективные образцы для селекции;
- результаты оценок общей и специфической комбинационной способности линий (рекомбинантов) по основным селекционным признакам, способствующие определить высокогетерозисные гибридные комбинации по урожайности и влажности зерна;

– результаты испытаний экологической пластичности и стабильности новых гибридов по норме реакции признака «урожайность зерна» на изменение условий выращивания;

– экономическая эффективность производства новых гибридов, подтвердившая рентабельность выращивания.

Степень достоверности и апробация результатов. Автор выполнил значительный объем исследовательской работы на селекционном участке, включая скрещивания, полевые испытания и сортоиспытание. Все эксперименты проводились с использованием современных методик селекции, что обеспечило высокую точность и надежность полученных данных.

Достоверность результатов подтверждается большим объемом собранных данных и их статистической обработкой с применением специализированных программ Microsoft Excel, Statistica и AGROS. Применение этих программ позволило обеспечить высокую статистическую надежность полученных результатов.

Все выводы и рекомендации, сделанные на основе проведенных исследований, основываются на корректной интерпретации данных и обладают высокой степенью достоверности. Результаты исследований были подтверждены в ходе независимых экспериментов и испытаний, что обеспечивает их практическую применимость и научную значимость.

Основные положения и результаты исследования докладывались на заседаниях методической комиссии отдела селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко», а также были представлены на следующих конференциях: Всероссийской научно-практической конференции (г. Краснодар, 2021 г.); Международная научно-практическая конференция «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата» (г. Саратов, 2021 г.); Всероссийской научно-практической конференции (г. Краснодар, 2021 г.); Международная научно-практическая конференция «Приоритеты современной науки: актуальные исследования и направления» (г. Москва, 2021 г.).

Публикация результатов исследования. Основные положения диссертации опубликованы в 6 научных статьях, в том числе 2 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Личный вклад соискателя. Автором разработана исследовательская программа, включающая детальные планы для проведения экспериментов. Были заложены опытные участки в центральной зоне Краснодарского края, проведены необходимые скрещивания и испытания новых гибридов кукурузы. Автор самостоятельно осуществил контроль за проведением экспериментов, включая наблюдения, измерения и учет агрономических показателей.

В рамках исследования автором проведена статистическая обработка и анализ собранных данных, что позволило выявить наиболее продуктивные и устойчивые гибриды. Автор подготовил научные отчеты по результатам исследований, опубликовал статьи в профильных научных журналах и подготовил диссертационную работу и автореферат.

Структура и объем диссертации. Диссертация занимает 169 страниц и выполнена в компьютерном наборе. В работе представлены: введение, пять глав, заключение, предложения для селекции, перспективы дальнейшей разработки темы исследования, список литературы и приложения. Экспериментальные данные представлены в 44 таблицах, 20 рисунках и 3 приложениях. В списке использованной литературы 172 источника, из которых 53 иностранных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 Обзор литературы. В главе отражено состояние изученности вопроса. Обобщены данные литературных источников отечественных и зарубежных авторов о процессе влагоотдачи зерна кукурузы в предуборочный период. Дается заключение о актуальности создания гибридов кукурузы с низкой уборочной влажностью для разных регионов.

2 Материалы и методы исследования. Опыты были проведены полях ФГБНУ «НЦЗ им П. П. Лукьяненко» в Краснодаре (2021-2023 гг.) Основную часть почвенного покрова составляют типичные карбонатные черноземы.

Годы проведения исследований являются достаточно контрастными по погодным условиям в 2021 г. – оптимальный, в 2022 г. – осадков меньше среднемноголетних, в 2023 г. – нормальное количество осадков, но низкая влажность воздуха.

Исходным материалом для создания новых линий кукурузы послужили 8 линий различных групп спелости: основу этой популяции составили раннеспелые линии Кр613, Р165, К2 и Кр3615. Также в состав популяции вошли среднеранние линии Кр640, Кр651 и Кр29, дополненные среднеспелой линией Кр627. Все выбранные линии принадлежали к генетической плазме Iodent.

Агротехнические методы, применяемые в ходе эксперимента, соответствовали стандартным практикам для Центрально-Черноземной зоны и рекомендациям, изложенным в методиках государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и полевых опытов с кукурузой ВНИИ кукурузы.

Фенологические наблюдения и анализ морфологических признаков растений проводились регулярно, включая определение длительности вегетационного периода и учет количественных признаков кукурузы. Для оценки структуры урожая проводился биометрический анализ, включающий измерения длины и диаметра початка, количества рядов зерен и других параметров.

В ходе исследования систематически фиксировались данные о количестве растений до начала уборки урожая, а также регистрировались растения, подверженные полеганию и повреждениям, включая учет пораженных пузырчатой головней. В период вегетации измерялись морфологические параметры, такие как высота растений и уровень прикрепления початка. Анализ структуры урожая включал изучение

количественных показателей, таких как длина и диаметр початка, число рядов зерен и количество зерен в каждом ряду, масса тысячи зерен и процентное содержание зерна в початках.

Полевые исследования кукурузы проводились в соответствии с методологией, разработанной ВНИИ кукурузы, с организацией мониторинга и метрологических измерений. Урожай новых самоопыленных рекомбинантов собирался вручную в селекционном питомнике с последующими измерениями. Для уборки тесткроссов использовался селекционный комбайн Wintersteiger Delta.

Данные экспериментов обрабатывались статистическими методами для выявления значимости различий и расчета коэффициентов вариации и корреляции. Экологическая пластичность и стабильность тесткроссов определялась по разработанным методикам, а селекционная ценность гибридов и рекомбинантов оценивалась по международным стандартам. Для обработки данных использовались Microsoft Excel 2023 и специализированные программы Statistica версии 12.6 и AGROS версии 2.0. Статистическую обработку полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову. Программа AGROS предоставила возможности для моделирования генетической структуры и прогнозирования селекционной эффективности.

3 ИЗУЧЕНИЕ И ОЦЕНКА НОВЫХ САМООПЫЛЕННЫХ РЕКОМБИНАНТОВ КУКУРУЗЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГЕТЕРОЗИСНЫХ ГИБРИДОВ (результаты исследования)

3.1 Использование периодического отбора в селекции кукурузы

В исследовании использовалась восьмилинейная синтетическая популяция с линиями раннего и среднего созревания, обладающая высокой генетической вариабельностью и адаптируемостью к разным условиям. Популяция была высеяна в 2018 году, рекомбинанты самоопылены в 2019 году, проведено тестирование общей комбинационной способности и морфологических характеристик (таблица 1).

Таблица 1 – Систематизация тестеров кукурузы по принадлежности к гетерозисным группам зародышевой плазмы

№	Название тестера	Название гетерозисной группы
1	Kp16 MB	Lancaster
2	Kp8653 MB	Lancaster
3	Kp1330/6 MB	Lancaster
4	Kp7024 MB	Lancaster + Stiff Stalk Synthetic
5	Kp5238 MB	Lancaster
6	Коралл MB	Lancaster

Каждая линия скрещивалась с тремя тестерами, что расширило генетическую базу и позволило выявить устойчивые и продуктивные комбинации. Для тестирования использовались коммерческие линии с генетической плазмой Lancaster, чтобы повысить гетерозисный эффект. Популяция включала раннеспелые линии Кр613, Р165, К2 и Кр3615 с ФАО 200-300, что делает их пригодными для регионов с коротким вегетационным периодом. Также были добавлены среднеранние линии Кр640, Кр651, Кр29 и среднеспелая Кр627. Этот состав обеспечил генетическое разнообразие и потенциал гетерозиса, способствующий устойчивости к стрессам и увеличению урожайности (рисунок 1).

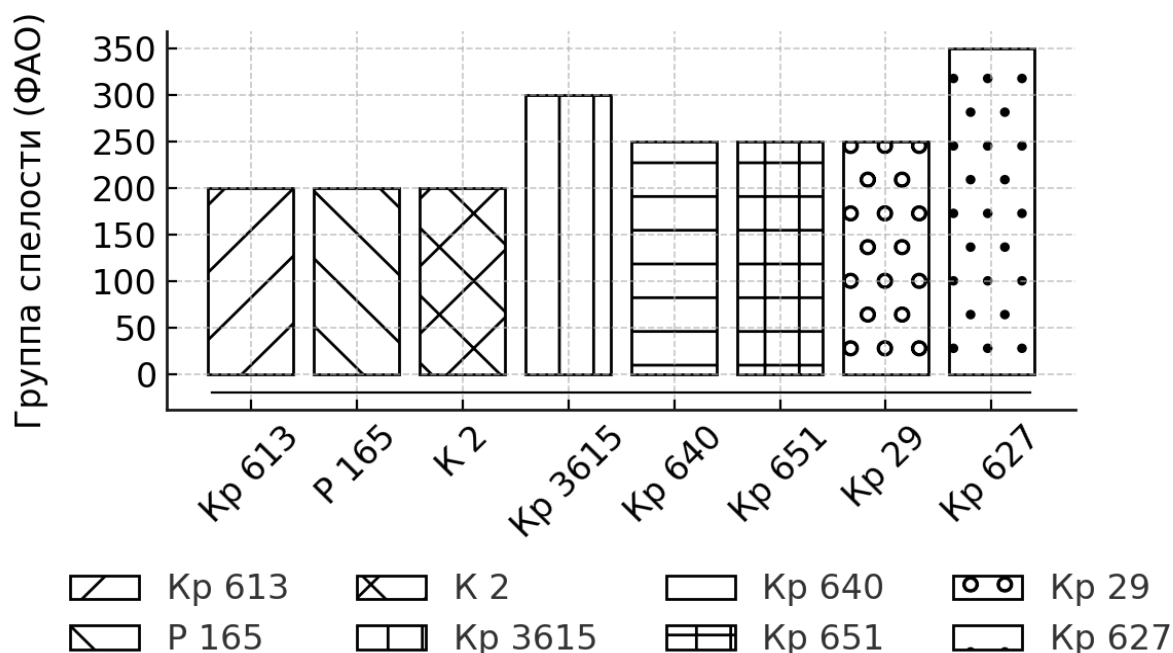


Рисунок 1 – Характеристика исходных линий кукурузы синтетической популяции по группе спелости

В 2019 году было отобрано 145 рекомбинантов для дальнейшего самоопыления, а лучшие 20 рекомбинантов 1-го цикла будут использованы для 2-го цикла отбора. Периодический отбор в селекции кукурузы помогает улучшить комбинационные качества и урожайность путем накопления полезных аллелей и создания генетически разнообразных популяций. Исследование выявило 20 лучших рекомбинантов для продолжения отбора, что способствует повышению устойчивости и продуктивности будущих гибридов.

3.2 Деление исходного материала по вегетационному периоду

В исследовании рассматриваются две группы рекомбинантных линий кукурузы: раннеспелые (ФАО100-200) и среднеранние (ФАО 201-300). Раннеспелые линии, такие как LK12-1, LK12-3, LK12-9, имеют короткий вегетационный период – 51-60 дней, что особенно важно для регионов с ограниченным теплым периодом или интенсивным севооборотом, требующим быстрого освобождения полей. Среднеранние линии (LK12-34, LK12-44,

LK12-57) характеризуются более длительным периодом вегетации – 61-70 дней, что позволяет увеличить продуктивность при благоприятных условиях (таблица 2).

В ходе исследований 2023 года средний срок от всходов до цветения початка у раннеспелых линий сократился с 57,8 до 55,8 дней по сравнению с 2022 годом. Это небольшое, но важное снижение подтверждает селекционный прогресс и улучшение адаптации сортов к разным агроклиматическим условиям.

Таблица 2 – Классификация выделившихся по признаку «урожайность зерна» рекомбинантов кукурузы в зависимости от сроков созревания, 2022-2023 гг.

Название рекомбинанта	Индекс скороспелости	Дней от всходов до цветения початка
LK12-1, LK12-3, LK12-9, LK12-24, LK12-27, LK12-28, LK12-29,	Раннеспелая группа (ФАО 100-200)	51-60
LK12-34, LK12-44, LK12-57, LK12-61, LK12-62, LK12-66, LK12-88, LK12-91, LK12-94, LK12-99, LK12-101	Среднеранняя группа (ФАО 201-300)	61-70

Анализ 75 раннеспелых рекомбинантов в оба года продемонстрировал устойчивую тенденцию к сокращению сроков цветения.

3.3 Оценка устойчивости новых рекомбинантов кукурузы к болезням и вредителям

Экологические условия и агротехнические методы значительно влияют на развитие заболеваний и повреждений кукурузы. Повышение температуры и увеличение влажности способствуют распространению болезней, таких как пузырчатая головня и ржавчина, тогда как засуха может усилить устойчивость к фузариозу. Избыточное внесение азота и механические повреждения также повышают уязвимость растений к патогенам. Вредители, включая кукурузного мотылька и хлопковую совку, усугубляют ситуацию, повреждая ткани растений и создавая условия для проникновения грибов. Анализ устойчивости генотипов с использованием трехфакторного дисперсионного анализа показал, что генотип оказывает значительное влияние на уровень повреждений.

Данные трехлетнего исследования продемонстрировали колебания уровней поврежденности рекомбинантов. Например, повреждения кукурузным мотыльком достигли максимума в 2022 году (оценка 6 по шкале LDR), а хлопковая совка вызвала наибольший ущерб в том же году (поврежденность – 11,2 %). Пузырчатая головня показала стабильный уровень поражения на уровне 4 баллов, а фузариоз колебался от 4 до 5 баллов в разные годы.

3.4 Высота растения и прикрепления початка

Многие исследователи отмечают, что высота растений кукурузы положительно коррелирует с урожайностью, но слишком высокие растения могут вызвать проблемы с механизацией и устойчивостью к стрессовым условиям. На рисунке 2 представлена характеристика лучших раннеспелых рекомбинантов кукурузы по высоте растений за два года. В 2023 году средняя высота растений увеличилась по сравнению с 2022 годом: с 160 см до 170 см, особенно у рекомбинанта LK12-1, чья высота возросла с 164 см до 177 см. Это указывает на влияние генетики и условий выращивания на высоту растений.

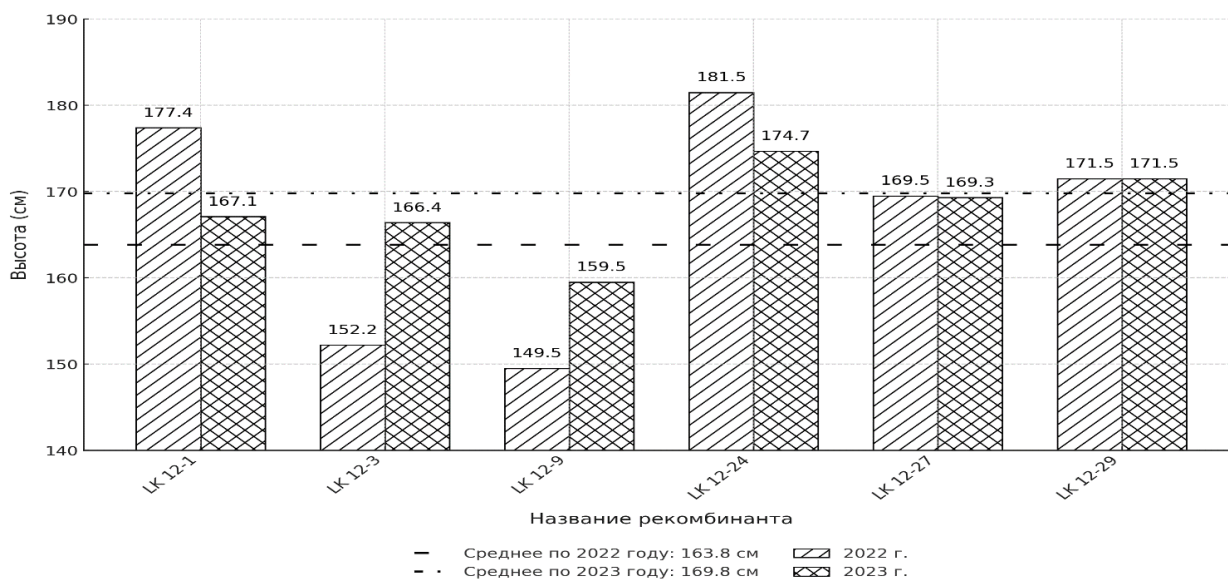


Рисунок 2 – Высота растений лучших раннеспелых рекомбинантов кукурузы по признаку «урожайность зерна», 2022-2023 гг.

На рисунке 3 представлено сравнение высоты прикрепления початка для раннеспелых рекомбинантов кукурузы в 2022-2023 гг. Анализируя данные, можно отметить несколько ключевых моментов. Во-первых, наблюдается общая тенденция к увеличению высоты прикрепления початка у большинства рекомбинантов в 2023 году по сравнению с 2022 годом. Это может свидетельствовать о позитивных изменениях в агротехнических приемах или улучшении генетических характеристик растений, что способствует лучшему развитию и росту кукурузы.

Наибольшее увеличение высоты прикрепления початка наблюдается у рекомбинанта LK12-27, где высота выросла с 60 см в 2022 году до 62 см в 2023 году. Такой прирост может быть связан с оптимизацией условий выращивания или усиленной селекционной работой, направленной на улучшение генотипа. В то же время, у некоторых рекомбинантов, таких как LK12-9 и LK12-24, изменения в высоте прикрепления початка были минимальными, что может указывать на их генетическую стабильность в различных условиях.

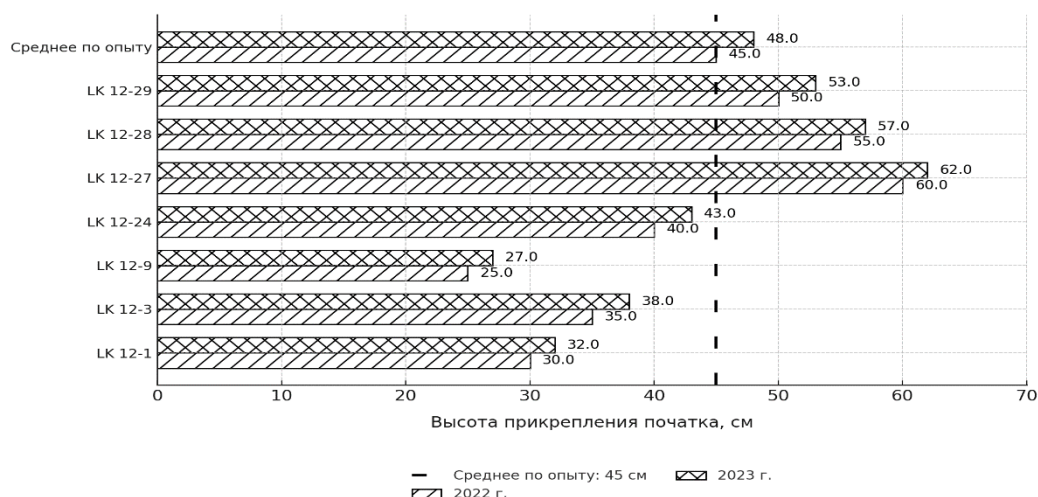


Рисунок 3 – Высота прикрепления початка лучших раннеспелых рекомбинантов кукурузы по признаку «урожайность зерна», 2022-2023 гг.

В то же время максимальные значения показали снижение с 80,0 см в 2022 году до 77,0 см в 2023 году. Эти изменения свидетельствуют о сокращении диапазона высот, что может указывать на более равномерное развитие растений кукурузы и улучшение условий выращивания, обеспечивающих стабильные результаты.

Среднее значение высоты прикрепления початка по опыту составляет около 45 см. Этот показатель служит ориентиром для оценки эффективности рекомбинантов: большинство из них демонстрируют высоту выше среднего уровня, что может быть положительным признаком с точки зрения устойчивости к полеганию и эффективности механизированной уборки.

3.5 Морфологические и биологические свойства початка

Работа по повышению урожайности кукурузы зависит от генетического разнообразия и структурных компонентов, таких как початок. Таблица 3 демонстрирует значительные различия среди раннеспелых линий кукурузы, выявляя перспективные варианты для селекции. Линии LK12-1 и LK12-3 выделяются длиной початка (16,6 см и 17,0 см), что немного ниже среднего значения 18,8 см, но свидетельствует о хорошем потенциале. Диаметр початков колеблется в пределах 3,8–4,2 см, обеспечивая плотное заполнение зернами. Количество зерен в ряду стабильно около 28, а варианты LK12-1, LK12-27 и LK12-29 показывают высокую продуктивность с весом початков 93,4–110,2 г.

Вес зерна с початка также превышает среднее значение, варьируясь от 70,7 г до 85,6 г. Масса 1000 зерен варьируется от 198,9 г до 241,1 г, что указывает на широкий генетический потенциал. Выход зерна с початка составляет 76,3 % – 80,5 %, подтверждая эффективность этих линий.

Таблица 3 – Характеристика раннеспелых рекомбинантов кукурузы, 2022-2023 гг.

Название рекомбинанта	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Масса зерна с початка, г	Количество рядов зерен, шт.	Масса 1000 зерен, г	Выход зерна с початка, %
LK12-1	16,6	3,9	84,8	14	209,7	77,7
LK12-3	17,0	4,0	85,6	14	210,5	78,9
LK12-9	16,1	4,1	70,7	16	200,3	80,5
LK12-24	15,9	3,8	76,8	14	222,7	80,2
LK12-27	14,8	3,8	80,1	18	199,4	76,3
LK12-28	15,0	3,9	75,5	16	198,9	78,5
LK12-29	15,5	4,2	80,6	14	241,1	77,6
Среднее	18,8	4,2	59,2	17,2	215,1	80,8

Анализ изменчивости хозяйственно-ценных признаков у раннеспелых рекомбинантов кукурузы за 2022 и 2023 годы показал следующие результаты. Средняя длина початка увеличилась с 17,5 до 20,1 см, среднее значение за два года составило 18,8 см. Коэффициент вариации (CV) находился на уровне 11,9 % – 13,7 %, что указывает на стабильность признака. Диаметр початка увеличился с 3,9 до 4,4 см, при CV 33,1 %, что говорит о высокой изменчивости.

Масса зерна с початка возросла с 55 до 63,2 г, среднее значение составило 59,2 г. Коэффициент вариации достиг 31,7 %, указывая на нестабильность признака. Количество рядов зерен варьировало от 12 до 25,3 при среднем значении 17,2 и CV 16,8 %. Масса 1000 зерен увеличилась с 200,1 до 230,1 г, среднее значение составило 215,1 г, а изменчивость умеренная (CV 19,8 %).

Таблица 4 – Изменчивость хозяйственно-ценных признаков у раннеспелых рекомбинантов кукурузы, 2022-2023 гг.

Показатель	Длина початка, см	Диаметр початка, см	Масса зерна с початка, г	Количество рядов зерен, шт.	Масса 1000 зерен, г	Выход зерна с початка, %
Среднее за 2 года исследования						
№	70	70	70	70	70	70
Среднее	18,8	4,2	59,2	17,2	215,1	80,8
Xmin	13,8	2,3	22,7	12,9	149,2	54,7
Xmax	22,7	7,4	92,3	23,7	307,7	90,6
Lim	8,9	5,2	69,7	10,8	158,5	35,9
S	2,3	1,3	17,4	2,7	39,7	9,1
CV, %	12,8	33,1	31,7	16,8	19,8	11,9
HCP ₀₅	0,8	0,4	5,8	1	12,8	3

Выход зерна с початка повысился с 75,1 % до 86,3 % (CV 11,1 %–12,7 %), что говорит о высокой стабильности. Наибольшую изменчивость показали диаметр початка и масса зерна, что требует дальнейшей селекционной работы.

3.6 Исследование взаимосвязей количественных признаков и элементов структуры урожайности новых рекомбинантов кукурузы

Урожайность кукурузы является комплексным признаком, зависящим от множества генетических и экологических факторов. Корреляционный анализ показал, что масса початка ($r = 0,63$) и масса зерна с початка ($r = 0,64$) имеют сильную положительную связь с урожайностью, что делает их ключевыми показателями для повышения продуктивности. Умеренные корреляции наблюдаются с высотой прикрепления початка ($r = 0,44$) и выходом зерна ($r = 0,47$), подчеркивая их значимость для формирования урожая. Признаки, такие как длина и диаметр початка, показали слабое влияние на урожайность.

Высота прикрепления початка тесно связана с высотой растения ($r = 0,84$), а также оказывает влияние на массу початка и количество зерен в ряду. Масса початка и масса зерна с початка имеют очень высокую корреляцию ($r = 0,99$), что свидетельствует о важности зерновой части в формировании массы початка. Количество зерен в ряду связано с морфологическими характеристиками растения, но не зависит от количества рядов зерен. Таким образом, для селекционных программ приоритетными признаками являются масса початка, масса зерна с початка, высота прикрепления початка и выход зерна.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ И КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА НОВЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ НОВЫХ РЕКОМБИНАНТОВ КУКУРУЗЫ

Результаты применения метода топкроссных скрещиваний для оценки нового набора самоопыленных рекомбинантов кукурузы. Метод позволил быстро выявить линии с высоким потенциалом по урожайности и влажности зерна при сборе, сократив необходимость в большом количестве индивидуальных скрещиваний и испытаний. Использование различных тестеров обеспечило объективную оценку линий и выявление генотипов с высокой общей и специфической комбинационной способностью (ОКС и СКС). Это улучшило распределение ресурсов и понимание гетерозисного эффекта, что повысило эффективность селекционного процесса. Результаты подтверждают значимость метода для создания перспективных гибридов кукурузы.

4.1 Общая комбинационная способность новых самоопыленных рекомбинантов кукурузы по показателям урожайности зерна

Анализ данных показал, что урожайность рекомбинантов кукурузы варьировала в зависимости от года и генотипа. Наиболее высокую среднюю

урожайность за три года продемонстрировал рекомбинант LK12-88 (7,2 т/га), что подтверждается его положительными эффектами ОКС (от 6,0 до 7,7). Рекомбинант LK12-18 также показал высокий уровень урожайности (7,0 т/га), несмотря на более низкие эффекты ОКС в 2022 году. Линия LK12-82 имела стабильный прирост урожайности, достигнув 7,0 т/га в 2023 году, при этом её эффекты ОКС оставались на низком уровне, что может свидетельствовать о хорошей адаптивности к различным условиям.

Рекомбинанты LK12-3 и LK12-13 продемонстрировали более низкие показатели урожайности (6,0 и 5,7 т/га соответственно) и эффекты ОКС, особенно в 2022 году, что может быть связано с влиянием неблагоприятных условий этого года.

Таблица 5 – Показатели общей комбинационной способности рекомбинантов первого блока по признаку «урожайность зерна», 2021-2023 гг.

Рекомбинант	Эффекты ОКС			Урожайность зерна в среднем по тестерам, т/га			
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее
LK12-88	6,8	6,0	7,7	8,0	7,0	7,8	7,2
LK12-18	6,7	5,4	6,2	7,8	6,2	7,1	7,0
LK12-82	4,2	3,4	4,7	6,9	6,3	7,0	6,7
LK12-3	5,5	3,2	4,5	6,3	5,5	6,1	6,0
LK12-13	4,6	4,2	5,3	5,9	5,0	6,2	5,7
Средн.	-	-	-	7,0	6,0	6,8	6,6
HCP ₀₅	2,8	1,9	2,6	-	-	-	-

Средняя урожайность по всем рекомбинантам составила 6,6 т/га, при этом наибольшие отклонения наблюдались в 2021 и 2023 годах. Значения HCP₀₅ указывают на статистически значимые различия в эффектах ОКС между генотипами и годами.

4.2 Оценка специфической комбинационной способности новых рекомбинантов и их влияние на урожайность зерна

Анализ специфической комбинационной способности (σ^2_{Si}) рекомбинантов кукурузы показал значительные различия в стабильности урожайности между годами и генотипами. Наиболее стабильным рекомбинантом оказался LK12-88, у которого значения варiances колебались в пределах 29,2–51,2, без резких скачков.

Рекомбинанты LK12-18 и LK12-82 продемонстрировали значительную изменчивость: после снижения варiances в 2022 году (16,2 и 18,9 соответственно) она резко увеличилась до 75,9 в 2023 году. Особую нестабильность показал LK12-3, у которого значение варiances выросло до 180,2 в 2023 году, что свидетельствует о высокой чувствительности этого рекомбинанта к внешним условиям. Рекомбинант LK12-13 имел отрицательное значение варiances в 2021 году (-2,9), что может указывать на минимальные различия по этому показателю или на аномалии в данных.

Таблица 6 – Показатели специфической комбинационной способности (σ^2Si) рекомбинантов кукурузы по показателю «урожайность зерна» в первом блоке исследований, 2021-2023 гг.

Рекомбинант	Величина варiances СКC (σ^2Si) по показателю «урожайность зерна»		
	2021 г.	2022 г.	2023 г.
LK12-88	29,2	51,2	39,6
LK12-18	61,0	16,2	75,9
LK12-82	38,2	18,9	75,9
LK12-3	29,3	15,5	180,2
LK12-13	-2,9	23,3	43,6
σ^2Si среднее	18,9	18,8	91,0

Средние значения σ^2Si по годам также демонстрируют рост изменчивости в 2023 году, что подтверждает влияние агроклиматических факторов на показатели урожайности.

4.3 Исследование общей комбинационной способности новых рекомбинантов кукурузы по показателю «влажность зерна»

Анализ таблицы показал, что большинство рекомбинантов демонстрируют отрицательные эффекты общей комбинационной способности (ОКС) по признаку «уборочная влажность зерна», что свидетельствует о снижении влажности при сборе. Наиболее выраженное снижение наблюдается у рекомбинанта LK12-88, со средним значением эффекта ОКС -4,2 и наибольшим эффектом в 2023 году (-6,7). Рекомбинанты LK12-18 и LK12-82 также показывают значительное снижение влажности, хотя их эффекты ОКС менее стабильны между годами.

Таблица 7 – Комбинационная способность новых рекомбинантов кукурузы по признаку «уборочная влажность зерна»: 1 блок тестирования, 2021-2023 гг.

Название рекомбинанта	Эффекты ОКС (G_i)				Варианса СКC (σ^2Si)		
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	2021 г.	2022 г.	2023 г.
LK12-88	-4,0	-2,2	-6,7	-4,2	0,3	0,1	0,7
LK12-18	-5,4	-1,7	-3,2	-3,3	1,2	2,3	4,3
LK12-82	-1,9	-1,1	-3,1	-2,8	0,7	-0,3	1,1
LK12-3	-3,0	-1,8	-4,8	-2,8	0,4	-0,2	1,6
LK12-13	-3,2	-0,5	-4,7	-2,6	1,0	0,5	0,8
HCP05	1,3	0,9	0,7	-	-	-	-
Среднее	-	-	-	-	5,6	2,2	8,2

По показателю специфической комбинационной способности (СКC) наибольшие значения варiances зафиксированы у LK12-18, особенно в 2023 году (4,3), что указывает на его чувствительность к условиям выращивания. В то же время рекомбинанты LK12-82 и LK12-3 имеют более стабильные показатели СКC с небольшими колебаниями в пределах от -0,3 до 1,6. Средние

значения варианс СКС также свидетельствуют о значительной изменчивости в 2023 году, что может быть связано с изменением агроклиматических условий.

4.4 Исследование селекционной ценности ведущих тесткроссов

Анализ урожайности и влажности зерна тесткроссов кукурузы за 2021–2023 годы показал, что гибриды демонстрируют значительную изменчивость в зависимости от года и условий выращивания. Средняя урожайность тестируемых гибридов варьировалась от 6,0 до 7,1 т/га в разных годах, при этом максимальные значения достигали 9,5 т/га. В 2022 году наблюдалась наибольшая стабильность урожайности с минимальным коэффициентом вариации (12,6 %). Дисперсионный анализ подтвердил значимость генотипа гибрида и погодных условий на уровень продуктивности, при этом взаимодействие между этими факторами оказалось несущественным.

Наилучшие результаты среди раннеспелых тесткроссов показал гибрид Кр7024 МВ х 12-57, достигнувший урожайности 9,1 т/га в 2023 году и продемонстрировав стабильную уборочную влажность в пределах 13,9–18,3 %. Среди среднеранних тесткроссов лучшим оказался гибрид Кр16 МВ х 12-92, который имел среднюю урожайность 8,3 т/га и устойчивость к колебаниям внешних условий с влажностью зерна от 16,7 % до 19,1 %. Оба гибрида значительно превосходили стандартные показатели гибридов Краснодарский 194 МВ и Краснодарский 291 АМВ.

4.5 Оценка экологической пластичности и стабильности новых гибридов кукурузы.

Исследования подтверждают, что генетическая устойчивость и экологическая пластичность играют ключевую роль в адаптивности гибридов. В рамках наших исследований в 2021–2023 годах проводилось экологическое сортоиспытание новых тесткроссов на различных станциях, включая НЦЗ в Краснодаре, ССЦ «Отбор», Уральский НИИСХ, АНЦ «Донской» и Перевозскую опытную станцию.

Климатические условия в местах проведения испытаний существенно различались. Наиболее благоприятным для испытаний оказался пункт СЦ «Отбор» в Кабардино-Балкарии, где урожайность гибридов была максимальной благодаря умеренно жаркому климату и хорошей почвенной структуре. Наименее благоприятным был Уральский НИИСХ с дефицитом осадков и частыми засухами, что негативно влияло на урожайность. Остальные пункты, включая АНЦ «Донской» и Перевозскую станцию, показали средние результаты, что также обусловлено разными уровнями влагообеспеченности и качеством почв.

Особое внимание уделяется пониманию экологической пластичности и стабильности сортов кукурузы, которые определяются реакцией гибридов на изменения окружающей среды. Методы анализа, такие как модель Эберхарта и Рассела, позволяют оценивать эти показатели и выявлять наиболее перспективные генотипы для селекционной работы.

Результаты испытаний подтверждают высокую стабильность и продуктивность некоторых гибридов, включая Кр16 МВ х 12-92, который превзошел раннеспелый стандарт Краснодарский 194 МВ. Проведение таких исследований на различных станциях позволяет выявить гибриды с лучшими адаптивными свойствами, что является важным шагом в обеспечении стабильных урожаев даже при неблагоприятных условиях выращивания.

Таблица 8 – Показатели экологической пластичности и стабильности урожайности раннеспелых гибридов кукурузы, 2021-2023 гг.

Название гибрида	Урожайность, т/га	Пластичность, b_i	Стабильность, Sd_i^2	Ошибка (Sb_i)	Критерий значимости (t)	Коэффициент адекватности (B)
Краснодарский 194 МВ st.	6,1	0,5	195,9	14,00	-0,036	0,5
Краснодарский 291 АМВ st.	6,9	1,4	777,1	27,88	0,014	1,4
(0,9<b<1,1) - очень высокая фенотипическая стабильность						
Коралл МВ х 12-66	7,6	1,0	452,6	21,27	0,000	1,0
Коралл МВ х 12-34	6,6	1,0	335,4	18,32	0,000	1,0
1,1<b <1,2 - интенсивная фенотипически высокостабильная форма						
Кр16 МВ х 12-3	7,4	1,2	531,2	23,05	0,009	1,2
Кр16 МВ х 12-44	7,2	1,1	407,4	20,18	0,005	1,1
1,2<b <1,4 - интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью						
Кр7024 МВ х 12-57	7,6	1,4	105,3	10,26	0,039	1,4
Кр16 МВ х 12-92	7,7	1,3	628,1	25,07	0,012	1,3
Среднее по опыту	6,9	—				
НСР ₀₅	0,3					

4.6 Экономическая оценка эффективности внедрения новых гибридов в производство

Эффективное использование ресурсов и создание адаптированных высокоурожайных гибридов кукурузы являются важными задачами селекционной работы. Многолетние данные из Краснодарского края показывают, что урожайность раннеспелых гибридов составляет 4,5 т/га, среднеранних — 6,0 т/га, а среднеспелых и позднеспелых — 7,5 т/га. Раннеспелые гибриды уступают по урожайности, но выигрывают за счет раннего освобождения полей под озимые. Основной недостаток позднеспелых гибридов — высокая влажность зерна при сборе, что увеличивает затраты на

досушивание. В ходе исследования наибольшую продуктивность продемонстрировали раннеспелый гибрид Кр16 МВ х 12-92 и среднеранний Кр7024 МВ х 12-57, которые превосходили стандартные образцы по урожайности и влажности зерна.

Анализ показывает, что оба новых гибрида, Кр7024 МВ х 12-57 и Кр16 МВ х 12-24, значительно превосходят стандартный гибрид Краснодарский 194 МВ по экономической эффективности (таблица 9).

Таблица 9 – Экономический потенциал новых раннеспелых гибридов кукурузы, 2021-2023 гг.

Показатель	Краснодарский 194 МВ (стандарт)	Кр7024 МВ х 12-57	Кр16 МВ х 12-24
Урожайность, т/га	6,1	8,2	7,5
Уборочная влажность, %	16,7	16,6	16,8
Цена продажи 1 т зерна, руб.	12000	12000	12000
Производственные затраты с 1 га, руб.	49481,5	50704	50688
Чистый доход с 1 га, руб.	23838,5	40496	39312
Уровень рентабельности, %	48,2	79,8	77,5

Урожайность гибрида Кр7024 МВ х 12-57 составила 8,2 т/га, что на 34 % выше, чем у стандарта (6,1 т/га), при схожей уборочной влажности (16,6 %). Это обеспечило максимальный чистый доход в размере 40 496 руб./га и уровень рентабельности 79,8 %. Гибрид Кр16 МВ х 12-24 также показал высокие результаты: урожайность 7,5 т/га, чистый доход 39 312 руб./га и рентабельность 77,5 %.

В то же время гибрид Краснодарский 194 МВ (стандарт) имеет наименьшие показатели по всем ключевым критериям. Его чистый доход с 1 га составил всего 23 838,5 руб., а уровень рентабельности — 48,2 %. Это подтверждает высокую экономическую эффективность новых гибридов благодаря их большей продуктивности и стабильной уборочной влажности, что позволяет снизить затраты на сушку и повысить доходность производства.

5 ДИНАМИКА ПРОЦЕССОВ ВЛАГООТДАЧИ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В ПРОЦЕССЕ СОЗРЕВАНИЯ

Сравнительный анализ влагоотдачи гибридов показал, что гибрид Краснодарский 194 МВ демонстрирует наиболее быстрое снижение влажности зерна, начиная с 42,6 % на 35-й день и достигая 16,6 % к 55-му дню. Гибрид Кр16 МВ х 12-24 имеет начальную влажность 41,7 %, снижающуюся до 35,2 % на 40-й день и до 16,8 % на 55-й день. Эти результаты подчеркивают важность выбора гибридов с оптимальной влагоотдачей для минимизации затрат на сушку зерна и обеспечения устойчивого производства в условиях различных климатических факторов.

Для гибрида Краснодарский 194 МВ влагоотдача зерна начинается с 42,6 % на 35-й день и постепенно снижается до 16,6 % к 55-му дню. Этот гибрид демонстрирует наименьшее значение влагоотдачи среди всех представленных гибридов уже на 35-й день, что свидетельствует о его быстрой способности терять влагу. Гибрид Кр16 МВ × 12-24 начинается с 41,7 % на 35-й день, достигает 35,2 % на 40-й день и затем постепенно снижает влагоотдачу до 16,8 % к 55-му дню.

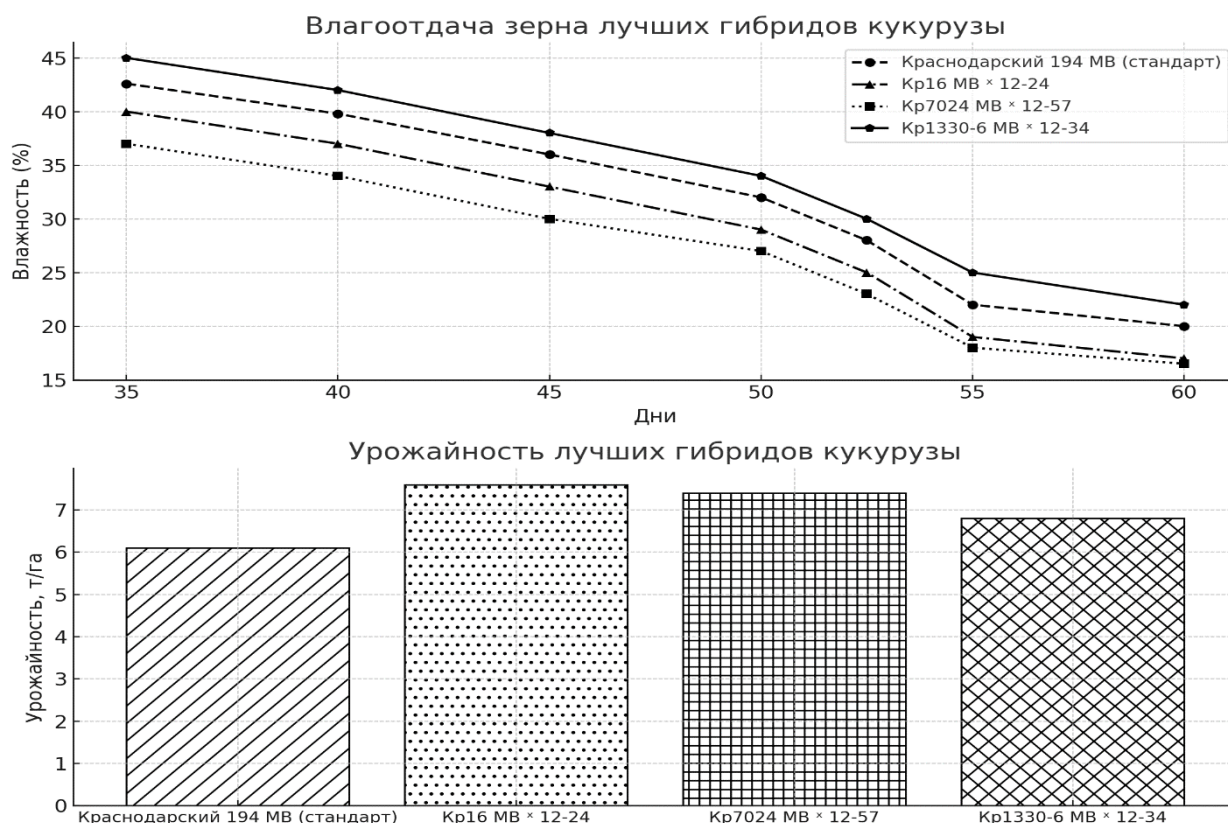


Рисунок 4 – Исследование влагоотдачи зерна раннеспелых тесткроссов, 2021–2023 гг.

Гибрид Кр7024 МВ × 12-57 демонстрирует урожайность 7,4 т/га, что также является высоким показателем. Гибрид Кр1330-6 МВ × 12-34 имеет урожайность 6,8 т/га, что также является хорошим результатом.

Анализ графика показывает, что гибрид Краснодарский 194 МВ обладает низкой влагоотдачей, что может быть полезным в условиях, требующих быстрого высыхания зерна. Гибриды Кр16 МВ × 12-24 и Кр7024 МВ × 12-57 показывают высокую урожайность, что делает их привлекательными для производителей. Гибрид Кр1330-6 МВ × 12-34 сочетает в себе высокую начальную влагоотдачу и хорошую урожайность, что также делает его достойным выбора.

Анализ динамики влагоотдачи показал, что рекомбинанты LK 12-24 и LK 12-92 к 50-му дню демонстрируют более низкую влажность зерна (13,9 % и 15,4 % соответственно) по сравнению с их стандартами

Кр714 (13,7 %) и Кр640 (18,3 %). Это может быть связано с физическими параметрами: у LK 12-24 более крупный диаметр стержня (2,2 см) и меньшее количество оберток (5 против 6 у Кр714), а у LK 12-92 меньшее количество оберток (7 против 9 у Кр640) при схожем диаметре стержня. Эти факторы способствуют более быстрому испарению влаги, что делает указанные рекомбинанты перспективными для селекции на ускоренную сушку зерна и снижение затрат на послепродажную обработку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате рекуррентной селекции из синтетической популяции гетерозисной плазмы Iodent, было выделено 145 рекомбинантов второго самоопыления, прошедшие испытания в 2021–2023 годах. В ходе сортоиспытаний и экологических исследований выделено 20 лучших рекомбинантов, среди которых особо перспективными оказались рекомбинанты LK 12-92, LK 12-24, LK 12-57, LK 12-3, LK 12-28. Эти варианты целесообразно использовать во втором цикле рекуррентного отбора.

2. Выделены рекомбинанты кукурузы с высокими показателями ОКС СКС, за три года исследования:

- по урожайности зерна рекомбинанты LK12-88, LK12-18 и LK12-24 продемонстрировали высокие значения ОКС (6,8–8,7) и среднюю урожайность 7,0–8,3 т/га, рекомбинанты LK12-92 и LK12-57 показали наименьшую изменчивость СКС (σ^2Si 16,6–70,8), обеспечивая стабильную продуктивность;

- по уборочной влажности зерна рекомбинанты LK12-88 (-4,2), LK12-61 (-3,4), LK12-57 (-3,8), LK12-24 (-3,5) и LK12-94 (-2,2) показали устойчиво низкие значения ОКС и высокую адаптивность в различных условиях. Наибольшее снижение влажности отмечено у LK12-57 (-6,8 в 2023 г.) и LK12-24 (-6,3 в 2023 г.), которые являются наиболее перспективными для селекции их целесообразно использовать в гибридных селекционных программах по кукурузе.

3. Расчет коэффициентов корреляции в раннеспелой и среднеранней группах у самоопыленных рекомбинантов кукурузы показал, что урожайность кукурузы тесно связана с массой початка (0,70–0,75) и массой зерна (0,71–0,75), а также с количеством рядов зерен (0,30–0,55) и массой 1000 зерен (0,40–0,47). Диаметр и длина початка влияют на продуктивность (0,36–0,67), а высота растений и початков (0,19–0,29) важны для адаптации. Это обеспечивает возможность дальнейшего улучшения нового исходного материала через селекцию, основанную на отборе по данным элементам структуры урожайности.

4. Раннеспелый гибрид Кр7024 МВ х LK12-57 продемонстрировал наивысшую урожайность среди всех тесткроссов раннеспелой группы, достигнув 9,1 т/га в 2023 году и среднюю урожайность 8,2 т/га за три года, что значительно выше стандарта Краснодарский 194 МВ (6,3 т/га). Уборочная влажность гибрида варьировала от 13,9 % до 18,3 %, демонстрируя

устойчивость к внешним условиям. Лучший среднеранний гибрид Кр16 МВ х 12-92 показал среднюю урожайность 8,33 т/га за три года и 8,1 т/га в 2023 году, превосходя стандарт Краснодарский 291 АМВ (7,23 т/га).

5. Исследование новых рекомбинантов выявило материал с продолжительным накоплением сухого вещества и быстрой влагоотдачей при созревании, что ценно для селекции высокоурожайных гибридов с эффективной потерей влаги зерном. Образцы LK12-57, LK12-92 и LK12-93, характеризующиеся быстрой потерей влаги зерном, будут включены во второй цикл рекуррентного отбора.

6. При проведении экологического сортоиспытания дана полная характеристика новым тесткроссам по норме их реакции на изменения условий среды, и выявлены общие закономерности формирования их урожайности. Выделены высокопластичные гибридные комбинации интенсивного типа: Кр7024 МВ х LK 12-57, Кр16 МВ х LK 12-92 отличающиеся высокой урожайностью зерна и стабильностью ее проявления в различных экологических условиях выращивания.

7. В результаты анализа экономической эффективности выращивания новых гибридов было выявлено, что раннеспелый гибрид: Кр7024 МВ х LK12-57, показал наибольшую урожайность (7,6 т/га) и чистый доход (40496 руб./га), а также самый высокий уровень рентабельности (79,8 %). Лучший среднеранний гибрид: Кр16 МВ х LK 12-92, этот вариант превзошел стандарт по всем ключевым показателям, продемонстрировав урожайность 8,3 т/га, чистый доход 39257 руб./га и уровень рентабельности 65,0 %.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

1. Выделившиеся за период изучения рекомбинанты LK 12-92, LK 12-24, LK 12-57, LK 12-3, LK 12-28, LK 12-34, LK 12-18, LK 12-9, включить во второй цикл рекуррентного отбора.

2. Передать в конкурсное сортоиспытание отдела селекции и семеноводства кукурузы высокоурожайные раннеспелые и среднеранние гибриды: Кр7024 МВ х LK12-57, Кр16 МВ х LK 12-92.

3. Включить рекомбинанты с быстрой отдачей влаги (LK 12-92, LK 12-24, LK 12-57, LK 12-3, LK 12-28, LK 12-34, LK 12-18, LK 12-9) в программы отдела селекции и семеноводства кукурузы по созданию гибридов с пониженной уборочной влажностью зерна.

4. Включить рекомбинанты LK12-92, LK12-24, LK12-57 и LK12-3 в селекционную программу отдела селекции и семеноводства кукурузы по созданию стерильных аналогов материнских форм и созданию восстановителей фертильности отцовских форм.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение генетических механизмов, влияющих на раннеспелость и снижение влажности зерна, применение молекулярно-биологических методов для идентификации маркеров, связанных с комбинационной способностью и продуктивностью, а также использование гаплоидных технологий позволит ускорить создание новых гетерозисных гибридов на основе коллекции линий и гибридов, разработанных автором.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Люлюк, И.Р.** Сравнительный анализ динамики влагоотдачи и продуктивности раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы / И.Р. Люлюк, А.А. Земцев, А.В. Гульяшкин, Н.А. Лемешев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 109. – С. 217-221.

2. **Люлюк, И.Р.** Тестирование и оценка комбинационной способности новых рекомбинантов кукурузы / И.Р. Люлюк, А.П. Новичихин, Д.С. Перевязка, Б.Б. Аминжонов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – №10. – С. 1-11.

Публикации в других изданиях:

3. **Люлюк, И.Р.** Создание нового исходного материала методом рекуррентной селекции / И.Р. Люлюк, А.А. Земцев, А.В. Гульяшкин // Год науки и технологий 2021: Сборник тезисов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 09–12 февраля 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 183-184.

4. Земцев, А.А. Селекция новых гибридов кукурузы на пониженную уборочную влажность зерна / А. А. Земцев, **И.Р. Люлюк**, Г.П. Карабатова // Год науки и технологий 2021: Сборник тезисов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 09–12 февраля 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 403.

5. Лемешев, Н.А. Оценка продуктивности линий и гибридов кукурузы методом корреляционного анализа на основе количественных признаков / Н.А. Лемешев, А.В. Гульяшкин, **И.Р. Люлюк**, А.А. Земцев // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата : сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию ФГБНУ РосНИИСК

«Россорго», Саратов, 25–26 марта 2021 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью “Амирит”, 2021. – С. 183–187.

6. Гульяншкин, А.В. Оценка комбинационной способности новых линий кукурузы в топкроссных скрещиваниях / А.В. Гульяншкин, **И.Р. Люлюк**, А.А. Земцев, Е.В. Шкарбутко // Приоритеты современной науки: актуальные исследования и направления: сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции, Москва, 30 сентября 2021 года / Под общ. ред. Туголукова А. В. – Москва: Индивидуальный предприниматель Туголуков Александр Валерьевич, 2021. – С. 151–155.

Научное издание

ЛЮЛЮК ИЛЬЯ РОМАНОВИЧ

**РЕКУРРЕНТНЫЙ ОТБОР НА СЕЛЕКЦИОННО ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ
ПРИ СОЗДАНИИ РАННЕСПЕЛЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ И
ПОЛУЧЕНИЕ НА ИХ ОСНОВЕ ВЫСОКОГЕТЕРОЗИСНЫХ
 ГИБРИДОВ**

Подписано в печать 2025 г. Формат 60 × 84 ¹/₁₆.

Усл. печ. Л. – 1,0. Тираж 100 экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13