

*На правах рукописи*



**ЛЕМЕЩЕНКО РОМАН АНАТОЛЬЕВИЧ**

**СОЗДАНИЕ СРЕДНЕРАННИХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦМС**

Специальность: 06.01.05 – селекция и семеноводство  
сельскохозяйственных растений

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени П. П. Лукьяненко» в 2010-2013 гг.

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
**Супрунов Анатолий Иванович**

Официальные  
оппоненты: **Волгин Вячеслав Викторович**, ФГБНУ  
«Всероссийский научно-исследовательский институт  
масличных культур имени В.С. Пустовойта», лабора-  
тория селекции гибридного подсолнечника, отдела  
подсолнечника, доктор сельскохозяйственных наук,  
доцент, ведущий научный сотрудник

**Есаулова Любовь Владимировна**, ФГБНУ «Все-  
российский научно-исследовательский институт ри-  
са», ученый секретарь, кандидат биологических наук

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграр-  
ный университет им. И. Т. Трубилина»

Защита состоится «18» апреля 2017 г. в 10 ч. 00 мин на заседании диссер-  
тационного совета Д 006.026.01 на базе ФГБНУ "Всероссийский научно-  
исследовательский институт риса" по адресу: 350921, г. Краснодар, пос.  
Белозерный, 3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ "Всероссийс-  
кий научно-исследовательский институт риса» 350921, г. Краснодар, пос.  
Белозерный, 3, тел. 8 (861) 229-41-98, а также на сайте - <http://www.vniirice.ru>,  
с авторефератом – на сайтах Высшей аттестационной комиссии -  
<http://www.vak.ed.gov.ru> и ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский  
институт риса" - <http://www.vniirice.ru>

Автореферат разослан 14 марта 2017 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук



С.С. Чижикова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Кукуруза — одна из важнейших кормовых, зерновых и овощных культур.

Создание среднеранних гибридов этой культуры в нашей стране приобретает особенно большое значение в связи с ее продвижением в северные районы возделывания. Появление гибридов, обладающих высокой продуктивностью, надёжно созревающих при коротком безморозном периоде, позволит увеличить объёмы производства зерна кукурузы в России, а также в значительной степени сэкономить энергоресурсы на его послеуборочную доработку.

**Степень ее разработанности.** Вопросами создания и оценки среднераннего материала, а также использования ЦМС в семеноводстве гибридов кукурузы уделяли внимание многие отечественные и зарубежные селекционеры. Так, вопросами создания и оценки исходного материала занимались Г.С. Галеев (1974), М.И. Хаджинов (1935), Б.П. Соколов (1962), В.С. Сотченко (1970), Б.В. Дзюбецкий (1978). Практические вопросы использования ЦМС в семеноводстве кукурузы рассматривали М.В. Хаджинов (1968), М.Т. Франковская (1999), Э.И. Вахрушева (1979). Над совершенствованием методов оценки экологической пластичности и стабильности гибридов кукурузы в различных эколого-географических зонах работают В.И. Костюченко (1976), А.И. Супрунов (2009), Н.И. Орлянский (2008), Р.В. Кравченко (2010). Программы обработки экспериментального материала и интерпретация данных подробно изложены в работах Б.А. Доспехова (1985), В.К. Савченко (1973), В.З. Пакудина и Л.М. Лопатиной (1984). В наших исследованиях мы использовали эти разработки для оценки нового исходного материала линий кукурузы, получение на их основе высокогетерозисных гибридов на основе ЦМС и изучение их адаптивной реакции.

**Цель и задачи.** Всестороннее комплексное изучение нового исходного материала - самоопыленных линий кукурузы - для создания на его основе высокопродуктивных среднеранних гибридов кукурузы с использованием ЦМС.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучить новые среднеранние линии кукурузы, которые имели бы не только высокую комбинационную способность, но и обладали бы хорошей продуктивностью, устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, адаптивным потенциалом к различным условиям выращивания;
- выявить особенности формирования количественных признаков самоопыленных линий кукурузы и их параметры изменчивости, а также установить корреляционные и регрессионные взаимосвязи между ними;
- изучить основные закономерности проявления комбинационной способности новых самоопыленных линий по признаку «урожайность зерна»;
- показать основные хозяйственно-ценные признаки новых самоопыленных линий;
- определить реакцию на цитоплазматическую мужскую стерильность (ЦМС) созданных самоопыленных линий кукурузы М и С типов;

- оценить экономическую эффективность возделывания новых среднеранних гибридов кукурузы.

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

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

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

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Созданы новые источники высокой комбинационной способности (самоопыленные линии), обладающие комплексом селекционно-ценных признаков и свойств, которые используются в селекционных программах ФГБНУ «Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко», ориентированных на создание высокогетерозисных гибридов кукурузы с повышенной продуктивностью и низкой уборочной влажностью зерна. Лучшие самоопыленные линии вовлечены в процесс создания регионально адаптированных гибридов с хозяйственно-ценными признаками.

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

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

Созданный новый селекционный материал, являющийся ценным источником хозяйственных признаков, вошедший в генофонд данной культуры.

В 2015 г. внесен в Государственный реестр гибрид кукурузы Краснодарский 294АМВ, а с 2016 г. проходит государственное испытание гибрид кукурузы Краснодарский 210МВ, в создании которых принимал участие диссертант.

**Методология и методы исследования.** Опыты по изучению линий и гибридов кукурузы проводили по Методике полевых опытов с кукурузой ВНИИ кукурузы (1980) и Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур с учетом общепринятой для зоны технологии (1989). Теоретико-методологическую основу полевых исследований составили методы планирования и проведения опытов по Б.А. Доспехову (1980).

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Характеристика нового среднераннего исходного материала, обладающего комплексом селекционно-ценных признаков и свойств.
2. Особенности формирования селекционно-ценных признаков новых самоопыленных линий кукурузы и корреляционные взаимосвязи между ними.

3. Основные закономерности проявления комбинационной способности новых самоопыленных линий кукурузы по признакам «урожайность зерна» и «уборочная влажность зерна» в зависимости от тестера-анализатора.

4. Реакция новых самоопыленных линий кукурузы на цитоплазматическую мужскую стерильность (ЦМС) М и С типа.

5. Оценка экологической пластичности и стабильности выделившихся тесткроссов.

6. Экономическая эффективность возделывания новых среднеранних гибридов кукурузы.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Научные положения, результаты экспериментальных исследований, выводы по диссертации оригинальны, обоснованы и получены в результате использования современных методик лабораторных и полевых опытов. Достоверность результатов работы подтверждается статистической обработкой экспериментальных данных методом дисперсионного анализа. Данные первичной документации отвечают требованиям, предъявляемым к регистрации научных результатов, и соответствуют представленной научной работе.

Основные положения диссертации докладывались на заседаниях методического совета Краснодарского НИИСХ, а также были представлены на международных и всероссийских научно-практических конференциях, в числе которых: IV и V Всероссийские научно-практические конференции молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса (г. Краснодар, 2010, 2011).

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

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Введение.**

Обоснована актуальность темы диссертации, дана общая характеристика работы, сформулированы цели и задачи исследований, основные положения, выносимые на защиту, показана научная новизна и практическая значимость результатов исследований, приведена структура и объем диссертационной работы.

### **Глава 1. Новый исходный материал для селекции среднеранних гибридов кукурузы (обзор литературы).**

В первой главе отражены проблема и состояние изученности вопроса. Приведены данные литературных источников отечественных и зарубежных авторов по проблеме создания нового исходного материала, его оценки и исполь-

зования в селекции высокогетерозисных среднеранних гибридов.

## **Глава 2. Условия, исходный материал и методика проведения исследований.**

Экспериментальная часть выполнена в ФГБНУ «Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко» (г. Краснодар) в 2010-2013 годах. Экологическое испытание 13 выделившихся гибридов проведено в 2014 году в фирме «Семеноводство Кубани» (ст. Ладожская, Краснодарский край).

Погодные условия 2010-2013 годов характеризовались повышенными температурами и недостатком влаги в период развития кукурузы.

Летние месяцы характеризовались повышенным температурным фоном (выше средних многолетних значений на 2-4 °С) и крайне неравномерным распределением атмосферных осадков особенно в критические фазы роста и развития растений. Экстремально засушливые погодные условия, сложившиеся в июле – (осадков выпало - 2,2 мм) и первой декаде августа (осадков -1,1 мм) значительно повлияли на зерновую продуктивность растений.

Условия вегетации кукурузы в 2012 году также характеризовались повышенным температурным режимом и неравномерным распределением осадков.

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

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

Главной особенностью погодных условий 2012-2014 годов во всех пяти зонах испытания были высокие температуры в основные фазы развития кукурузы, а также недостаточное количество выпавших осадков и неравномерное их распределение за период вегетации. Из трех лет исследований в ФГБНУ «Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко» самым неблагоприятным для выращивания кукурузы был 2012 год. При высоких среднесуточных температурах воздуха (на 3-5 °С выше климатической нормы) осадков выпало на 95,2 мм меньше среднемноголетних данных.

Метеорологические условия 2014 года, в зоне проведенных исследований (ст. Ладожская), в целом характеризовались как благоприятные для роста и развития растений кукурузы. Все основные фазы развития растений проходили

при достаточном количестве тепла и влаги, что способствовало формированию высокого урожая зерна.

Резкая контрастность метеорологических условий в годы проведения исследований и различие почвенно-климатических зон при экологическом сортоиспытании обеспечили более качественную и всестороннюю оценку изученного материала и выделение гибридов, наиболее адаптированных к различным условиям выращивания.

Для создания новых среднеранних линий кукурузы в качестве донора ранненспелости была использована зубовидная линия селекции института Кр 810, полученная из позднеспелой популяции RSSSCPR после 14 циклов отбора на раннее цветение. В качестве второго компонента для создания нового исходного материала были привлечены четыре среднепоздние линии кукурузы из генетической коллекции института гетерозисной группы *ident, sss*: Кр 119, Кр 947, Кр 773 и Кр 774.

На созданных гибридных комбинациях был заложен новый линейный материал. В течение пяти лет на данном материале проводился отбор по морфобиологическим признакам. По результатам многолетнего отбора из 600 новых линий для дальнейшей селекционной проработки было отобрано 18 среднеранних новых линий кукурузы.

Для оценки комбинационной способности новых линий были привлечены три тестера гетерозисной группы Ланкастер: Кр 685 МВ, Кр 244 МВ и Кр 717 МВ.

Эксперименты по изучению линий и гибридов кукурузы проводили по Методике полевых опытов с кукурузой ВНИИ кукурузы (1980) и методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур с учетом общепринятой для зоны технологии (1989).

Изучаемый материал выращивался на опытном участке в специальном севообороте, в условиях богары. Агротехника во всех полевых опытах была общепринятой для зоны исследований. Посев делянок проводился при прогревании почвы (10-12°C) на глубину заделки семян (вторая декада апреля) селекционной сеялкой *Wintersteiger monoseed DT*, площадь делянки 9,8 м кв., повторность трехкратная, в блоках номера размещались рендомизированно. Новые гибриды высевались в контрольном питомнике, стандартом служил районированный гибрид селекции КНИИСХ: двойной межлинейный гибрид среднераннего типа - РОСС 299 МВ (ФАО 290).

Во всех селекционных питомниках проводились фенологические наблюдения, промеры и учеты. Уборка урожая зерна самоопыленных линий проводилась вручную, гибридов кукурузы - комбайнами (*Wintersteiger Delta* и *СК-5 Нива*) с определением влажности с одновременным либо последующим взвешиванием зерна с делянки и определением его влажности. Полученные результаты пересчитывали на гектар при 14 % влажности.

Полученный экспериментальный материал обработан с помощью методов корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985). Комбинационную способность исходного материала определяли в системе топкроссных скрещиваний по В.К. Савченко (1973). Результаты

экологической пластичности и стабильности тесткроссов, прошедших экологическое сортоиспытание, определяли согласно методике S.A. Eberhart и W.A. Russell (1966).

Статистическая обработка данных проводилась путем расчетов в Microsoft Excel, а также с использованием специализированных компьютерных программ Statistica 6.0 и пакета компьютерных программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS версии 2.09.

### **Глава 3. Результаты исследований** **Создание и классификация нового исходного материала.**

Как уже отмечалось выше, раннеспелый исходный материал значительно уступает по зерновой продуктивности элитным линиям из более поздних гетерозисных групп, таких как Айодент, Стиф Сток Синтетик, Ланкастер и др. В связи с этим в качестве исходного материала для создания новых среднеранних форм привлекались раннеспелая линия и среднепоздние линии, в генотип которых были включены плазмы, обуславливающие раннеспелость и позднеспелость. Предполагалось, что в гибридном материале будут объединены наиболее ценные аллели как раннеспелых, так и позднеспелых форм.

При последующих самоопылениях проводилась жесткая браковка и отбор, на завершающих этапах которого оставалось не более 3 % наиболее перспективного материала. Это позволило получить новый исходный материал - самоопыленные линии кукурузы, сочетающие в своем генотипе раннее созревание, продуктивность и устойчивость к неблагоприятным условиям среды. Дальнейшая селекционная работа включала в себя отбор лучших генотипов, определение комбинационной способности и реакции новых линий на ЦМС.

Для дальнейшего изучения селекционной ценности изучаемых самоопыленных линий проводилась система топкроссных скрещиваний. Скрещивание новых линий с тестерами-анализаторами проводилось на более поздних этапах инбридинга, когда линии достигли морфологической выравненности. Для этого использовались три тестера гетерозисной группы Ланкастер Кр 685 МВ, Кр 244 МВ, Кр 717 МВ.

#### **Оценка новых линий по морфо-биологическим признакам**

На начальном этапе селекционного процесса неотъемлемой частью исследований является отбор селективируемого материала по хозяйственно-ценным признакам. Данный процесс позволяет сократить объемы работ и включить новые линии в дальнейшее изучение и тестирование. Это достигается за счет браковки новых линий с неудовлетворяющими морфологическими признаками (Таблица 1).

Данные показывают, что у новых среднеранних линий кукурузы в среднем за два года исследований высота растений варьировала от 121,3 до 167,2 см. Высота прикрепления початка изменялась от 32,6 до 79,2 см.

Таблица 1 – Характеристика лучших новых среднеранних линий кукурузы, Краснодар, (2011 – 2012 гг.)

| Название линий         | Высота раст.,<br>см. | Высота пр.<br>поч., см. | Кол-во листь-<br>ев, шт. |
|------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| 810947773 / 3-1-1-1-1  | 163,9±3,72           | 56,4±3,52               | 15,3±0,14                |
| 810947773 / 9-2-1-1-1  | 167,2±4,27           | 56,1±4,45               | 14,3±0,14                |
| 810947773 / 10-1-1-1-1 | 160,6±3,72           | 52,5±1,10               | 17,1±0,03                |
| 810773119 / 2-1-1-3-1  | 146,3±4,04           | 36,2±1,62               | 14,1±0,03                |
| 810773119 / 6-2-1-2-1  | 145,6±0,26           | 45,7±2,94               | 16,3±0,17                |
| 810773119 / 7-1-1-1-1  | 161,8±4,95           | 41,1±3,20               | 18,3±0,14                |
| 810773119 / 7-1-2-1-1  | 167,1±3,46           | 47,4±1,21               | 17,4±0,23                |
| 810773119 / 8-1-1-2-1  | 154,2±3,55           | 79,2±8,42               | 15,2±0,09                |
| Среднее                | 144,2±3,35           | 44,7±2,15               | 15,1±0,32                |
| Xmax                   | 167,2                | 79,2                    | 18,2                     |
| Xmin                   | 121,3                | 32,6                    | 14,0                     |

Такие же значения носили различия и по количеству листьев. С точки зрения стабильности признаков высота растений, высота прикрепления початка и количество листьев у изучаемых линий за годы исследований коэффициенты вариации по данным признакам были низкими, что говорит о выровненности линейного материала.

### Элементы продуктивности початков изучаемых линий кукурузы

Урожайность кукурузы на зерно определяется продуктивностью отдельного растения и количеством растений на единице площади. Продуктивность является одним из основных критериев, определяющих эффективность отбора той или иной формы в селекции. Многими исследованиями установлено, что это сложный признак, зависящий от многих количественных элементов, таких, как: количество початков на растении, длина и диаметр початка, число рядов зерен в початке, количество зерен в ряду и в початке, масса 1000 зерен, масса зерна с початка.

Изучение морфологических и структурных характеристик новых самоопыленных линий позволило выделить ряд ценных в селекционном отношении генотипов 810947773/1-1-1-2-1, 810947773/2-2-1-1-1, 810947773/3-1-1-1-1, 810947773/9-2-1-1-1, 810773774/5-2-1-2-1, 810773119/7-1-2-1-1, 810773119/7-1-2-2-1, которые характеризовались высокой стабильностью проявления основных селекционно-ценных признаков в различных условиях выращивания (Таблица 2).

Выделенные линии обладали не только оптимальной высотой и облиственностью растений, но и озерненностью початков, урожаем зерна с початка и массой 1000 зерен.

Таблица 2 – Биометрическая характеристика початков новых среднеранних самоопыленных линий кукурузы. (Краснодар 2010 – 2011 гг.)

| Название             | длина початка, см | диаметр початка, см | Кол-во рядов зерен, шт. | Кол-во зерен в ряду, шт. | Кол-во зерен с початка, шт. | Масса 1000 зерен, г. |
|----------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 810947773/1-1-1-2-1  | 12,2              | 3,71                | 13,0                    | 21,8                     | 285,4                       | 308,3                |
| 810947773/3-1-1-1-1  | 12,1              | 3,92                | 13,7                    | 19,9                     | 278,8                       | 290,5                |
| 810947773/5-1-1-1-1  | 10,3              | 3,67                | 13,2                    | 18,0                     | 219,9                       | 297,8                |
| 810947773/9-2-1-1-1  | 13,6              | 3,78                | 14,4                    | 22,7                     | 332,0                       | 289,3                |
| 810947773/10-1-1-1-1 | 12,7              | 3,36                | 13,3                    | 19,7                     | 260,2                       | 279,0                |
| 810773774/4-1-1-1-1  | 11,5              | 3,57                | 13,0                    | 21,0                     | 268,0                       | 277,2                |
| 810773774/5-2-1-2-1  | 10,4              | 3,74                | 16,9                    | 20,1                     | 353,4                       | 280,9                |
| 810773774/6-2-1-1-1  | 10,4              | 3,62                | 14,1                    | 16,4                     | 253,7                       | 276,9                |
| 810773774/7-1-2-1-1  | 9,8               | 3,51                | 13,0                    | 18,1                     | 238,2                       | 309,2                |
| Среднее              | 11,0              | 3,8                 | 14,2                    | 18,9                     | 298,2                       | 274,8                |
| CV, %                | 12,4              | 7,5                 | 8,6                     | 12,9                     | 11,3                        | 10,4                 |
| HCP <sub>05</sub>    | 3,91              | 1,2                 | 6,3                     | 7,7                      | 9,3                         | 4,7                  |

Полученные результаты предопределяют перспективу дальнейшего использования выделенных линий в селекционном процессе в качестве источников хозяйственно-ценных признаков.

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

Пригодность линий для использования в качестве родителей при скрещивании в гибридных комбинациях определяется не только их хозяйственно-ценными признаками, но также их способностью давать высокий гетерозисный эффект в F<sub>1</sub>. Это свойство, названное комбинационной способностью (КС), играет важную роль в успешном проведении селекции на гетерозис. Подбор родительских форм для скрещивания проводится на основе предварительного изучения их общей и специфической комбинационной способности.

В наших исследованиях для оценки КС был использован топкроссный метод, т.к. он является более надежным и широко распространенным в селекционной практике. В связи с этим оценку комбинационной способности изучаемых самоопыленных линий проводили по данным урожайности тесткроссных гибридов в течение четырех лет с 2010 по 2013 гг.

Анализируя полученные результаты, отметим, что лучшим среди тестеров оказалась линия Кр 244 МВ с наиболее высокими и стабильными значениями эффектов ОКС по годам исследований. Гибриды с линиями Кр 685 МВ и Кр 717 МВ были менее стабильными по данному признаку и характеризовались низкой ОКС в годы исследований.

Эти гибриды оказались менее значимыми при использовании их в качестве тестеров-анализаторов, однако с их участием выделен ряд ценных в селекционном и практическом отношении линий.

Анализ результатов показал, что высокой и стабильной оценкой ОКС по годам характеризовались линии 810773119/6-2-1-2-1 и 810773119/8-1-1-2-1, 810947773/1-1-1-2-1 и 810947773/2-2-1-1-1. В соответствии с этим названные линии представляют несомненный практический интерес, как исходный материал для гетерозисной селекции (Таблица 3).

Таблица 3 – Эффекты ОКС выделившихся новых линий кукурузы по признаку урожайность зерна (КНИИСХ, 2010 - 2013 гг.)

| ♀ Линия             | Эффекты ОКС по годам |         |         |         |
|---------------------|----------------------|---------|---------|---------|
|                     | 2010 г.              | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. |
| 810947773/1-1-1-2-1 | 7,55                 | -1,16   | 4,21    | 1,11    |
| 810947773/2-2-1-1-1 | 1,82                 | 0,78    | 10,67   | -0,40   |
| 810947773/9-2-1-1-1 | 3,09                 | -2,24   | -3,05   | 7,64    |
| 810773119/2-1-1-3-1 | 2,13                 | -0,67   | 2,42    | 0,07    |
| 810773119/6-2-1-2-1 | 8,03                 | 4,53    | 6,40    | -2,23   |
| 810773119/8-1-1-2-1 | 4,74                 | 1,03    | -0,31   | 5,93    |
| НСР <sub>05</sub>   | 2,55                 | 1,81    | 2,87    | 3,34    |

В наших исследованиях также представляет интерес определение констант и вариантов на основе эффектов СКС, так как это дает представление об относительной важности генов, контролирующих развитие признака, и позволяет конкретизировать путь использования изучаемых родительских компонентов и полученных на их основе гибридных комбинаций.

Значения вариантов СКС по урожайности зерна у изучаемых самоопыленных линий в зависимости от года исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты вариантов специфической комбинационной способности ( $\sigma^2_{si}$ ), выделившихся самоопыленных линий кукурузы по урожайности зерна (КНИИСХ, 2010-2013 гг.)

| Линия                   | Год, варианты СКС |       |        |        |
|-------------------------|-------------------|-------|--------|--------|
|                         | 2010              | 2011  | 2012   | 2013   |
| 810947773/3-1-1-1-1     | 15,14             | 41,23 | 136,68 | 169,99 |
| 810947773/9-2-1-1-1     | 73,76             | 5,72  | 16,17  | 52,26  |
| 810773774/7-1-2-1-1     | 8,44              | 61,85 | 17,81  | 20,52  |
| 810773119/2-1-1-2-1     | 3,58              | 56,62 | 121,49 | 19,29  |
| 810773119/2-1-1-3-1     | 53,45             | 46,22 | 4,27   | 62,47  |
| 810773119/6-2-1-1-1     | 11,22             | 8,43  | 14,06  | 50,96  |
| 810773119/7-1-1-1-1     | 101,37            | 13,23 | 105,07 | 18,31  |
| 810773119/8-1-1-2-1     | 242,39            | 19,92 | 61,97  | 1,27   |
| $\sigma^2_{si}$ среднее | 53,34             | 25,51 | 38,82  | 40,58  |

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что существенно высокими и относительно стабильными вариантами СКС ( $\sigma^2_{si}$ ) в различных условиях выращивания характеризуются следующие самоопыленные линии: 810773119/8-1-1-2-1, 810773119/7-1-2-1-1, 810773119/7-1-1-1-1, 810773119/6-2-1-2-1, 810773119/2-1-1-3-1, 810773119/2-1-1-2-1, 810947773/9-2-1-1-1 и 810947773/3-1-1-1-1.

Учитывая высокую ОКС некоторых из этих линий можно рекомендовать их в дальнейшем использовании для создания высокогетерозисных гибридов, а также в качестве ценного исходного материала с хорошим комбинационным потенциалом.

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

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

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

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

Аналоги восстановители фертильности создаются, как правило, методом беккроссов или выделяются из различных популяций. При насыщающих скрещиваниях доминантные гены – восстановители фертильности (Rf) переносятся в генотип линий, которым стремятся придать восстановительную способность. Наличие большого количества линий восстановителей фертильности С-типа облегчает подбор отцовских, но ограничивает выбор материнских форм. Это приводит к необходимости создания аналогов закрепителей стерильности и стерильных аналогов для линий восстановителей (Таблица 5).

Таблица 5 - Реакция новых самоопыленных линий на типы ЦМС (КНИИСХ, среднее за 2010-2013 гг.)

| Линия |                      | Тип цитоплазмы |                |         |                |
|-------|----------------------|----------------|----------------|---------|----------------|
|       |                      | М              |                | С       |                |
|       |                      | Реакция        | Цветение, балл | Реакция | Цветение, балл |
| 1     | 810947773/1-1-1-2-1  | Зак М          | 0              | П/В     | 4<0            |
| 2     | 810947773/2-2-1-1-1  | Зак М          | 0              | Зак С   | 0              |
| 3     | 810947773/3-1-1-1-1  | Зак М          | 0              | В       | 6              |
| 4     | 810947773/5-1-1-1-1  | Зак М          | 0              | П/В     | 6+0            |
| 5     | 810947773/9-2-1-1-1  | Зак М          | 0              | Зак С   | 0              |
| 6     | 810947773/10-1-1-1-1 | Зак М          | 0              | Зак С   | 0              |
| 7     | 810773774/4-1-1-1-1  | Зак М          | 0              | В       | 6              |
| 8     | 810773774/5-2-1-2-1  | Зак М          | 0              | В       | 6              |
| 9     | 810773774/6-2-1-1-1  | Н/Зак М        | 0,1,2          | В       | 6              |
| 10    | 810773774/7-1-2-1-1  | В              | 6              | В       | 6              |



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

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

Признак «Масса 1000 зерен» в данной комбинации имел средние взаимосвязи с изучаемыми признаками ( $r=0,15-0,31$ ). «Масса 1000 зерен» отрицательно коррелировал с «Количеством рядов зерен в початке» ( $r=-0,29$ ). Остальные связи между признаками были низкими или незначительными.

Корреляционные взаимосвязи элементов продуктивности самоопыленных линий в 2011 году не противоречили результатам, полученным в 2010 году.

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

Изучение корреляционных взаимосвязей между основными селекционно-ценными признаками при скрещивании с различными тестерами показало, что существуют корреляционные связи, которые можно использовать при отборе наиболее ценных генотипов. Это, например, положительные корреляции между признаками «Количество зерен в ряду» и «Озерненность початка» ( $r=0,74$ ,  $d_{xy}=0,55$ ), между «Длиной початка» и «Количеством зерен в ряду» ( $r=0,78$ ,  $d_{xy}=0,61$ ).

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

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

В наших исследованиях в качестве основного селекционного критерия оценки самоопыленных линий был использован признак «Урожайность зерна». Анализируя полученные результаты, можно отметить дифференциацию средней урожайности изучаемых форм, обоснованную различными реакциями гено-

типов на условия года и используемый тестер, что предопределяет возможность объективной оценки изучаемого материала (Таблица 7).

Таблица 7 – Урожайность зерна лучших гибридов с участием новых среднеранних линий кукурузы с различными тестерами (КНИИСХ, 2010-2013 гг.)

| Гибрид                      | Урожайность зерна, ц с/га, год |      |      |      |        |
|-----------------------------|--------------------------------|------|------|------|--------|
|                             | 2010                           | 2011 | 2012 | 2013 | Средн. |
| РОСС 299 МВ (st)            | 54,0                           | 54,0 | 48,1 | 57,7 | 53,5   |
| 810773119/8-1-1-2-1хКр244МВ | 81,8                           | 69,4 | 80,5 | 60,8 | 73,1   |
| 810773119/6-2-1-1-1хКр244МВ | 73,3                           | 75,5 | 71,7 | 57,7 | 69,6   |
| 810773119/8-1-1-2-1хКр717МВ | 73,4                           | 65,9 | 73,1 | 65,2 | 69,4   |
| 810773119/6-2-1-2-1хКр244МВ | 81,0                           | 52,6 | 80,0 | 63,5 | 69,3   |
| 810773119/2-1-1-3-1хКр244МВ | 77,5                           | 53,4 | 75,1 | 57,0 | 65,8   |
| 810947773/9-2-1-1-1хКр244МВ | 69,5                           | 59,6 | 55,0 | 71,2 | 63,8   |
| 810947773/1-1-1-2-1хКр717МВ | 68,5                           | 73,1 | 51,1 | 62,3 | 63,8   |
| 810773119/7-1-1-1-1хКр244МВ | 73,8                           | 57,2 | 72,6 | 49,8 | 63,4   |
| 810947773/1-1-1-2-1хКр244МВ | 73,1                           | 67,4 | 49,7 | 62,1 | 63,1   |
| 810947773/1-1-1-2-1хКр685МВ | 66,9                           | 68,2 | 66,8 | 49,5 | 62,9   |
| НСР <sub>05</sub>           | 6,3                            | 7,4  | 5,9  | 7,5  |        |

Анализ результатов опытов позволил выделить группу гибридов с участием новых среднеранних линий, которые обладали стабильной урожайностью по годам исследований при скрещивании с различными тестерами. Это свидетельствует о потенциале новых гибридов с использованием линий: 810947773/1-1-1-2-1, 810947773/2-2-1-1-1, 810773119/2-1-1-2-1, 810773119/7-1-1-1-1 и 810773119/8-1-1-2-1. Наибольшее отклонение от стандарта отмечено у гибридов при скрещивании изучаемых линий с тестером Кр244МВ.

При оценке и отборе лучших самоопыленных линий, а также создании новых высокопродуктивных гибридов, важным и признанным показателем являются количественные признаки, отвечающие за продуктивность. В нашей работе при изучении тесткроссов, мы определяли «Высоту растений» и «Высоту прикрепления початка», а также «Период от всходов до цветения початков» (Таблица 8).

Таблица 8 Высота растений лучших гибридов с участием новых среднеранних линий кукурузы с различными тестерами (КНИИСХ, 2010-2013 гг.)

| Название               | Тестер, высота растения гибридов, см |            |            | CV, % |
|------------------------|--------------------------------------|------------|------------|-------|
|                        | Кр 685 МВ                            | Кр 244 МВ  | Кр 717 МВ  |       |
| 810947773 / 3-1-1-1-1  | 204,1±6,76                           | 202,7±2,74 | 209,1±2,61 | 1,6   |
| 810947773 / 5-1-1-1-1  | 211,6±2,46                           | 191,7±2,39 | 203,2±1,25 | 2,9   |
| 810947773 / 9-2-1-1-1  | 210,8±3,39                           | 201,9±3,73 | 213,8±4,23 | 3,0   |
| 810947773 / 10-1-1-1-1 | 203,1±3,48                           | 206,6±2,88 | 209,3±1,18 | 1,5   |
| 810773774 / 4-1-1-1-1  | 204,5±2,93                           | 190,1±4,19 | 193,0±3,35 | 3,9   |
| 810773774 / 5-2-1-2-1  | 204,4±2,68                           | 188,5±2,54 | 192,1±2,14 | 4,3   |
| 810773119 / 2-1-1-2-1  | 204,7±1,22                           | 191,9±2,59 | 192,3±3,48 | 3,7   |
| Среднее                | 199,8±3,38                           | 190,9±3,10 | 194,7±3,19 | -     |
| CV, %                  | 3,0                                  | 4,1        | 5,1        | -     |
| НСР <sub>05</sub>      | 7,84                                 | 8,96       | 9,1        |       |

Определяющими показателями продуктивности гибридов кукурузы являются количественные признаки. Именно поэтому при характеристике тех или иных гибридов большую роль играет анализ их элементов продуктивности. (Таблица 9).

Таблица 9–Характеристика морфо-биологических признаков початков лучших гибридов (КНИИСХ, 2010 – 2011 гг.)

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

Таким образом, рассмотрев характеристики основных количественных признаков початка, определяющих продуктивность данного материала можно констатировать, что в результате селекции получены гибриды, несущие в себе набор ценных селекционных признаков и свойств.

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

Посевы кукурузы в Российской Федерации располагаются на большой территории, включающей различные природно экологические зоны с разнообразным климатом. Именно это обстоятельство вынуждает селекционеров учитывать адаптивную способность новых гибридов. Новые гибриды должны быть не просто высокоурожайными, но и формировать ее, не зависимо от года и зоны выращивания.

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

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

Учитывая все выше изложенное, нами была проведена оценка новых гибридов на их экологическую пластичность и стабильность в различных климатических условиях (Таблица 10).

Таблица 10 – Экологическая пластичность и стабильность лучших среднеранних гибридов кукурузы по признаку «урожайность зерна», (среднее по пунктам, 2010-2014 гг.)

| Гибрид                                                                               | Урожайность зерна, ц/га | Пластичность, $b_i$ | Стабильность, $Sd_i^2$ | Ошибка ( $S_{bi}$ ) | Критерий значимости отклонения от 1 (t) | Коэффициент адекватности (B) |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------------------|------------------------------|
| <b>(0,9&lt;b&lt;1,1) - очень высокая фенотипическая стабильность</b>                 |                         |                     |                        |                     |                                         |                              |
| 810773119/ <sub>8-1-1-2-1</sub> хКр717 МВ                                            | 72,9                    | 1,03                | 4,1                    | 0,23                | 0,11                                    | 0,83                         |
| РОСС-299МВ st                                                                        | 56,7                    | 0,81                | 8,1                    | 0,36                | 0,53                                    | 0,51                         |
| <b>1,1&lt;b&lt;1,2 - интенсивная фенотипически высокостабильная форма</b>            |                         |                     |                        |                     |                                         |                              |
| 810947773/ <sub>1-1-1-2-1</sub> хКр244МВ                                             | 66,4                    | 1,11                | 11,1                   | 0,57                | 0,20                                    | 0,41                         |
| <b>1,2&lt;b&lt;1,4 - интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью</b> |                         |                     |                        |                     |                                         |                              |
| 8109477739/ <sub>-2-1-1-1</sub> хКр244МВ                                             | 68,3                    | 1,23                | 11,1                   | 0,58                | 0,40                                    | 0,46                         |
| 810773119/ <sub>6-2-1-1-1</sub> хКр244 МВ                                            | 73,4                    | 1,30                | 6,9                    | 0,39                | 0,77                                    | 0,71                         |
| 810773119/ <sub>6-2-1-2-1</sub> хКр244 МВ                                            | 73,2                    | 1,30                | 14,7                   | 0,83                | 0,36                                    | 0,26                         |
| 810773119/ <sub>7-1-1-1-1</sub> хКр244 МВ                                            | 66,9                    | 1,32                | 11,9                   | 0,62                | 0,52                                    | 0,47                         |
| Среднее по опыту                                                                     | 59,2                    |                     |                        |                     |                                         |                              |
| НСР <sub>05</sub> частных средних                                                    | 6,5                     |                     |                        |                     |                                         |                              |

В связи с тем, что норма реакции большинства тесткроссов по урожайности зерна и уборочной влажности значительно варьирует в зависимости от условий и года выращивания, нами в 2010-2014 годах была проведена работа по определению нормы реакции тесткроссов по урожайности зерна и уборочной влажности при выращивании в различных экологических зонах. Проведя сортоиспытания тесткроссов, полученных от тестирования новых самоопыленных линий кукурузы в 2010-2013 году на территории ФГБНУ «Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко», нами были выделены 13 лучших тесткроссов по урожайности зерна. В 2014 году лучшие тесткроссы прошли изучение в Агрофирме «Семеноводство Кубани» (ст. Ладожская Краснодарского края). В качестве основных критериев при оценке гибридов на их адаптивные свойства были взяты - урожайность зерна и его уборочная влажность.

Для определения экологической пластичности и стабильности нового материала большинство селекционеров используют метод Eberhart S.A., Russel W.A. (1966)

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

В тесткроссах были установлены минимальные значения пластичности  $b_i$ , которые распределяются в пределах интервала (0,9<  $b_i$ <1,1). Гибриды этой группы можно квалифицировать как генотипы с высокой фенотипической стабильностью.

Во вторую группу вошел один тесткросс - 810947773/<sub>9-2-1-1-1</sub> х Кр 244 МВ, характеризующийся как интенсивной формой с высокой фенотипической стабильностью (1,1<  $b_i$  <1,2).

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

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

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

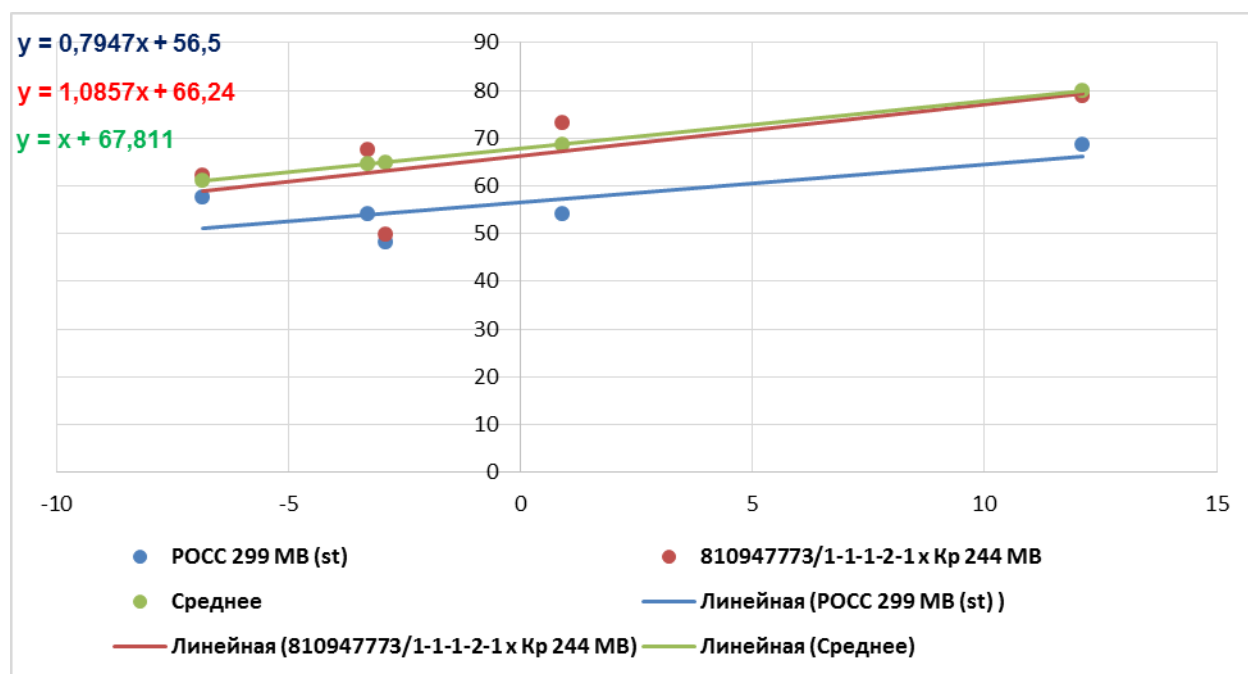


Рисунок 1 – Линии регрессии урожайности зерна гибридов в зависимости от условий выращивания (среднее, 2010-2014 гг.)

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

## **Экономическая эффективность возделывания новых гибридов кукурузы**

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

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

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

В наших исследованиях для оценки экономической эффективности новых самоопыленных линий мы применяли показатели прироста урожайности и валовых сборов зерна. Для анализа экономической эффективности мы выбрали гибриды, которые имели стабильно высокие показатели урожайности по сравнению со стандартом во все годы исследований.

Наиболее высокий экономический эффект напрямую зависит от более высокой продуктивности гибридов. Полученные данные свидетельствуют о том, что новые гибриды значительно превышают стандарт РОСС 299 МВ по основным показателям экономической эффективности, таким как условно чистый доход, рентабельность, экономический эффект. Более высокая эффективность новых гибридов обусловлена не только превосходством их продуктивности над стандартом, но и значительным сокращением энергозатрат на послеуборочную доработку, так как выделенные гибриды обладают более низкой уборочной влажностью зерна. В наших опытах было установлено, что наилучшие результаты по урожайности гибридов кукурузы были получены при скрещивании новых самоопыленных линий с тестером Кр 244 МВ.

Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольший экономический эффект будет достигнут при внедрении в производство таких гибридов как 810773119/8-1-1-2-1 x Кр 244 МВ, 810773119/6-2-1-1-1 x Кр 244 МВ, 810947773/1-1-1-2-1 x Кр 244 МВ и 810773119/6-2-1-2-1 x Кр 244 МВ. Условно чистый доход от выра-

щивания этих гибридов составил 29437, 26961, 26347 и 25403 рублей соответственно, а уровень рентабельности - 159,6%, 149,5%, 147,0% и 142,9%, что на 36,6%, 26,5%, 24,0% и 19,9% выше, чем у стандарта РОСС 299МВ.

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

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

### Заключение

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

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

3. При изучении использования различных тестеров для скрещивания с самоопыленными линиями наилучшие результаты были получены при скрещивании линий с Кр 244 МВ. При использовании данного тестера урожайность большинства гибридов варьировала в пределах от 56 до 64 ц/га, а максимальные ее значения были свыше 72 ц/га. На втором месте по качеству использования оказались гибриды с участием новых линий и тестера Кр 717 МВ. При скрещивании с этим тестером была также отмечена высокая урожайность зерна гибридов (свыше 68 ц/га), а продуктивность большинства изучаемых гибридов варьировала в пределах от 55 до 62 ц/га. Наименьшие результаты продуктивности зерна были отмечены в гибридах, полученных от скрещивания линий с тестером Кр 685 МВ. Максимальные значения здесь были не выше 64 ц/га, а минимальные – 50 ц/га. Урожайность большинства гибридов варьировала в пределах от 55 до 61 ц/га.

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

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

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

7. При проведении экологического сортоиспытания лучших тесткроссов, определена норма их реакции на изменения условий среды и выявлены общие закономерности формирования урожайности зерна в различных климатических зонах. Выделены высокопластичные гибридные комбинации интенсивного типа: 810947773/<sub>1-1-1-2-1</sub> x Кр 244 МВ; 810947773/<sub>9-2-1-1-1</sub> x Кр 244 МВ; 810773119/<sub>6-2-1-1-1</sub> x Кр 244 МВ; 810773119/<sub>6-2-1-2-1</sub> x Кр 244 МВ; 810773119/<sub>7-1-1-1-1</sub> x Кр 244 МВ, обладающие высокой урожайностью зерна и стабильностью ее проявления в различных агроэкологических условиях выращивания.

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

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

Систематизация оценок комбинационной способности линий в различных условиях выращивания позволила определить группу наиболее ценных в этом отношении среднеранних генотипов: 810773119/<sub>8-1-1-2-1</sub>, 810773119/<sub>6-2-1-2-1</sub>, 810773119/<sub>2-1-1-3-1</sub>, 810773119/<sub>2-1-1-2-1</sub>, 810773119/<sub>7-1-2-1-1</sub> и 810773119/<sub>7-1-1-1-1</sub>, пред-

ставляющих несомненную практическую значимость, как исходный материал для гетерозисной селекции.

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

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

12. Стерильные аналоги изучаемых самоопыленных линий легче образовывались на М-типе цитоплазмы, нежели на С-типе. На С-типе цитоплазмы линии, полученные от скрещивания 810х773х774 стерильных аналогов, не образовывали, а из скрещивания 810х773х119 из восьми линий положительный результат дали только пять. Линия 810773774/7-1-2-1-1 не образует стерильных аналогов ни на М-типе, ни на С-типе цитоплазмы.

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

### **Предложения для селекционной практики**

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

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

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

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

### **Список опубликованных работ**

#### **I. Статьи в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ:**

1. Франковская, М.Т. Оценка качества семян родительских форм гибридов кукурузы / М.Т. Франковская, Л.Г. Огняник, Р.А. Лемещенко // Кукуруза и сорго. -2010. - №1 С.12-14.

2. Лемещенко, Р.А. Изучение новых инбредных линий кукурузы в условиях центральной зоны Краснодарского края / Р.А. Лемещенко, А.И.Супрунов // Кукуруза и сорго. -2012. - №1 С.7-10

#### **II. Статьи в аналитических сборниках и материалах конференций:**

3. Франковская, М.Т. ЦМС в селекции и семеноводстве гибридов кукурузы Краснодарского НИИСХ / М.Т. Франковская, Л.Г. Огняник, Н.Ф. Лавренчук, Р.А. Лемещенко // В сб. Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы, г.Краснодар. - 2009. С. 180-185.

4. Лемещенко, Р.А. Создание и оценка нового исходного материала с использованием раннеспелых и позднеспелых линий кукурузы / Р.А. Лемещенко, А.И.Супрунов, Л.Г. Огняник //Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сб. статей по материалам 3 Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Краснодар. - 2009. С.43-45.

5. Лемещенко, Р.А. Оценка нового исходного материала с использованием раннеспелых и позднеспелых линий кукурузы / Р.А. Лемещенко, А.И.Супрунов, М.Т. Франковская // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сб. статей по материалам 4 Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Краснодар. - 2010. С.56-58.

6. Супрунов, А.И. Использование синтетических популяций в селекции гибридов кукурузы / А.И.Супрунов, Г.И.Замковой, Р.А. Лемещенко, Н.П.Соболева // Селекция кукурузы и использование цитоплазматической мужской стерильности в семеноводстве. - Республика Молдова. - 2011. С. 300-316.

#### **III. Интеллектуальная собственность:**

7. Гибрид кукурузы Краснодарский 294АМВ, Код 8756986, заявка № 60358, дата внесения в реестр 2015г., дата приоритета 29.11.2012г. / Супрунов А.И., Нормов А.А., Шацкая О.А., Салфетникова Е.М., Чуприна М.А., Огняник

Л.Г., Прилипский Н.И., Дробязко А.А., Лемещенко Р.А., Романенко А.А., Лавренчук Н.Ф.