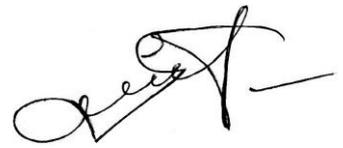


На правах рукописи



**СКОРКИНА СВЕТЛАНА СЕРГЕЕВНА**

**НАСЛЕДОВАНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ  
ПРИЗНАКОВ ВНУТРИВИДОВЫХ ГИБРИДОВ  
ПРИ СЕЛЕКЦИИ РИСА**

06.01.05 – селекция и семеноводство  
сельскохозяйственных растений

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Краснодар – 2015

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт риса» в 2012-2014 гг.

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Зеленский Григорий Леонидович**

Официальные оппоненты: **Волгин Вячеслав Викторович**, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции гибридного подсолнечника отдела подсолнечника, ФГБНУ «ВНИИМК им. В.С. Пустовойта»

**Гончаров Сергей Владимирович**, доктор биологических наук, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»

Ведущая организация: ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко»

Защита состоится \_\_\_\_\_ на заседании диссертационного совета Д 006.026.01 при ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса» по адресу: 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3, тел.: (861)229-49-91, 229-49-85.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «ВНИИ риса» и на сайте: [www.vniirice.ru](http://www.vniirice.ru)

Объявление о защите и автореферат размещены на официальном сайте ВАК РФ <http://vak.ed.gov.ru>

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2015 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета, к.б.н.

С.С. Чижикова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследований.** Изучение генетики количественных признаков риса, составляющих элементы структуры урожая, - одна из наиболее важных задач, решение которой позволит повысить эффективность и ускорить селекционный процесс. Необходимо отметить, что в основном описаны гены, контролирующие формирование альтернативных признаков риса, а определяющие развитие количественных – изучены недостаточно. Селекционная работа с количественными признаками направлена на накопление в генотипе аллелей с положительным развитием признака. Сделать это трудно из-за большого числа и наличия сцепления между генами. Поскольку изучение наследования и изменчивости количественных признаков является актуальным то, данная работа поможет более целенаправленно осуществлять селекционный процесс по созданию новых сортов риса, обладающих оптимальным комплексом хозяйственно-полезных признаков и свойств.

**Цель исследований.** Изучить наследование и изменчивость количественных детерминаций внутривидовых гибридов риса при селекции на улучшение хозяйственно-ценных признаков. Создать, оценить и отобрать лучший исходный материал для селекции новых сортов риса.

### **Задачи исследований:**

- подобрать родительские пары и провести гибридизацию по полной диаллельной схеме разнотипных сортов риса и получить гибриды первого и последующих поколений;
- установить наследование с помощью методов количественной генетики признаков сортов и гибридов риса;
- определить изменчивость количественных признаков растений гибридных популяций риса;
- по результатам изучения гибридов установить возможность использования сортов риса для гибридизации по значениям комбинационной способности;
- выявить корреляционные связи между основными количественными признаками гибридов риса;
- провести скрининг растений и выделить генотипы по комплексу хозяйственно-ценных признаков для дальнейшего изучения в селекционном процессе.

**Идея работы.** Изучение наследования и изменчивости количественных признаков гибридов риса. Определение комбинационной способности сортов риса. Выявление корреляционных взаимосвязей между признаками гибридов. Создание исходного материала и скрининг лучших растений для использования в селекционном процессе.

**Методы исследований.** Исследования проводились вегетационным, полевым и лабораторным методами. Фенологические наблюдения за растениями, биометрический анализ и уборка урожая проводили по

методике, принятой во ФГБНУ «ВНИИ риса». Экспериментальные данные обрабатывали с помощью методов биометрической статистики и ПЭВМ.

**Научная новизна исследований.** Впервые на рисе по результатам анализа растений  $F_1$  и  $F_2$ , использовано построение графиков Хеймана, позволившие выявить наследование некоторых количественных признаков. Последнее позволяет получить исходный материал с желаемым сочетанием признаков. Создано и изучено 20 гибридных комбинаций риса, которые представляют большую ценность для селекционной практики.

**Практическая значимость результатов исследований** заключается в возможности использования изученных сортов риса в качестве родительских форм для получения высокогетерозисных гибридов. Выявленные корреляционные связи между количественными признаками в гибридных популяциях позволяют упростить процесс скрининга отбираемых элитных растений. Создан новый исходный материал с комплексом хозяйственно-ценных признаков для дальнейшей селекционной работы в количестве 775 семей в 2013 году и 660 в 2014 году. По результатам комплексной оценки выделено 26 лучших гомозиготных семей риса для изучения их в контрольном питомнике.

**Личный вклад автора.** Соискатель разработал и реализовал программу исследований, подобрал исходный материал и методики, провел экспериментальную работу, выполнил гибридизацию и изучил гибриды; собрал научную информацию; провел статистическую обработку экспериментальных данных, анализ и интерпретацию результатов исследований.

**Достоверность и обоснованность научных положений, выводов, рекомендаций.** Подтверждается достаточным объемом и результатами проведенных исследований, непосредственным участием в получении экспериментальных данных, выполненных в соответствии с поставленными целями и задачами. В работе приводится большой экспериментальный материал, использованы многочисленные методы для всестороннего изучения исходных родительских форм и гибридов риса. Результаты были получены в процессе вегетационного и полевого опытов, на основе большого объема растительного материала, фенологических наблюдений, экспериментальных данных, обработанных различными методами биометрической статистики и использования компьютерных программ, позволяющие получить результаты имеющие высокую статистическую достоверность. По результатам исследований сделаны соответствующие выводы и даны рекомендации для практической селекции.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы доложены и одобрены на заседаниях методической комиссии ФГБНУ «ВНИИ риса» (2012 – 2014 гг.), а также были представлены на всероссийских научно-практических конференциях, в числе которых: VI и VII всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» (г. Краснодар, 2012 и 2013 г.);

научно-практическая конференция молодых ученых, преподавателей, аспирантов и студентов «Инновационные разработки молодых ученых для агропромышленного комплекса России и стран СНГ» (г. Краснодар, 2014 г).

**Публикации.** Основные результаты диссертации опубликованы в 7 научных статьях, в том числе 2 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Наследование и изменчивость количественных признаков растений риса;
2. Комбинационная способность сортов риса;
3. Корреляционная взаимосвязь между количественными признаками гибридов риса;
4. Новый исходный перспективный материал, обладающий комплексом ценных признаков и представляющий большой интерес для селекции сортов.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа изложена на 182 страницах текста в компьютерном исполнении, состоит из введения, 6 глав, выводов, предложений для селекции, списка использованной литературы и приложения. Содержит 60 таблиц и 13 рисунков. Список литературных источников включает 160 работ, в том числе 19 иностранных авторов.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### **1. Наследование и изменчивость количественных признаков гибридов сельскохозяйственных растений (обзор литературы)**

В данной главе отражена проблема и состояние изученности вопроса. Обобщены данные литературных источников отечественных и зарубежных авторов по проблеме наследования и изменчивости количественных признаков. Показаны принципы отбора генотипов по количественным признакам для селекции растений.

### **2. Материал, условия и методика проведения исследований.**

Для проведения опыта были подобраны пять разнотипных сортов риса: Лидер, Австрал, Снежинка, КПУ-92-08 и Кумир. В 2012 году получены внутривидовые гибриды риса в результате скрещивания пяти этих сортов по полной диаллельной схеме.

Опыт размещали на рисовой оросительной системе ЭОУ ВНИИ риса. Почвы относятся к лугово-черноземным слабосолонцеватым разновидностям, характерным для Кубанской рисовой оросительной системы, сформированы на лессовидных и аллювиальных породах. Механический состав этих почв глинистый, по профилю не вполне однородный. Содержание гумуса в поверхностном горизонте 2,8-3,4%. Содержание общего азота в пахотном слое 0,21-0,34%, а подвижного – от 0,01 до 0,03%, водорастворимых солей в верхних горизонтах небольшое 0,15-0,18%. Лугово-черноземные слабосолонцеватые почвы тяжелые по

механическому составу содержат фосфора – 0,19-0,22%, калия – 1,9-2,1%. Реакция почвенного раствора – нейтральная или слабощелочная.

ВНИИ риса входит в III агроклиматическую зону, которая характеризуется умеренно-континентальным климатом с короткой и теплой зимой и продолжительным жарким летом. В 2013 – 2014 гг. проведения исследования, когда опыт закладывался в поле, осадки в мае были ниже средних многолетних данных, что позволило провести посев в оптимальные сроки. В годы проведения опытов температура воздуха в мае была выше средней многолетней (+16,9), что способствовало появлению дружных всходов.

В 2013 году в июне месяце температура была выше средней многолетней (+20,8 °С) с обильными осадками. Температура воздуха июля и августа была высокая и значительно превышала нормативные значения (23,5 и 22,8 °С), практически без осадков в августе. В сентябре этого же года были обильные осадки, превышающие средние многолетние данные, что привело к затянувшейся уборке. В 2014 году температура воздуха с мая по сентябрь была выше средней многолетней в среднем на 2 °С. Осадков в летний период было меньше, чем по многолетним данным.

Вегетационный период за годы проведения опытов характеризовался оптимальными агрометеорологическими условиями для роста и развития растений риса.

Питомник родительских форм закладывали в камерах искусственного климата (КИК) в вегетационных сосудах в период зимне-весенней гибридизации (январь – май). В гибридизационной работе использовали метод обрезания цветковых чешуй и кастрации с помощью вакуум насоса по методике, разработанной Г.Д. Лось (1987). Для опыления использовали твел-метод.

Полученные гибридные зерновки для последующего изучения разделили на две части. Первую часть репродукции первого поколения выращивали в 2012 г, а вторую – хранили в холодильнике и в 2013 г высаживали на вегетационной площадке одновременно с гибридами второго поколения. Все растения убирали и проводили биометрический анализ. Выращивание и уход за растениями проводили согласно методике опытных работ по селекции и семеноводству, принятой во ВНИИ риса.

Полевой опыт в 2013 году закладывали по методике коллекционного питомника, а в 2014 году – в гибридном и селекционном питомнике по методике, принятой во ВНИИ риса.

Растения родительских форм и гибридов убирали с корнями, высушивали и проводили биометрический анализ. Определяли высоту растений, длину метелки, количество колосков в метелке, массу 1000 зерен, массу зерна с метелки и с растения, описывали форму зерновки.

Измерения высоты растения и длины метелки проводили линейкой. Массу зерна с метелки и растения, а также массу 1000 зерен определяли

взвешиванием на технических весах, количество колосков в метелке – подсчетом.

Статистическую обработку данных опытов проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову компьютерными методами. Были определены средние значения признаков ( $\bar{X}$ ), ошибки средних ( $S\bar{X}$ ), коэффициент вариации ( $V$ ), доминирование ( $h_p$ ).

Анализ общей и специфической комбинационной способности родительских линий выполнен по Гриффингу (1956) (метод 3 – прямые и обратные гибриды). Оценка эффектов взаимодействия генов проведена с использованием методов дисперсионного и графического анализа диаллельных таблиц по Хейману (1954).

Комбинационная способность и анализ дисперсионных таблиц выполнен на ПЭВМ с помощью программы АГРОС.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **3. Генетический анализ количественных признаков сортов риса**

#### **3.1. Результаты гибридизации сортов риса**

Первым этапом наших исследований было создание гибридных популяций. В соответствии с поставленной задачей подобраны пять разнотипных сортов риса, которые использовали в качестве родительских форм. Растения сортов риса выращивали в камерах искусственного климата (КИК) ФГБНУ «ВНИИ риса» в зимне-весенний период 2012 (январь-май). В период цветения риса проведена гибридизация по 20 комбинациям по схеме полного диаллельного скрещивания.

Наилучшая завязываемость отмечена в гибридной комбинации Снежинка/КПУ-92-08, она составила 73,1%, а наименьшая – Австрал/Снежинка (13,6%). Средняя завязываемость по комбинациям составила 44% .

#### **3.2 Анализ гибридов первого и второго поколения по методу Хеймана**

Метод диаллельного генетического анализа количественных признаков приобрел популярность благодаря работам Хеймана. Данный метод применялся при изучении наследования признаков большого количества сельскохозяйственных культур, в числе которых и рис.

Построение графиков Хеймана позволяет описать генетику наследования изучаемого признака, а также определить сорта-доноры для улучшения признака. Положение линии регрессии на графике зависимости  $W_r$  от  $V_r$  позволяет определить, где находились бы родители, если бы несли все доминантные или все рецессивные гены. При этом  $W_r$  – коварианса ряда (между родителями и гибридами),  $V_r$  – дисперсия ряда (рекуррентный родитель и гибриды). В случае направленного доминирования график показывает, насколько может быть сдвинут признак отбором от реального родителя. Если родитель несет больше доминантных генов, дисперсия будет небольшой, и такой сорт окажется на линии регрессии близко к началу

координат. А несущий больше рецессивных генов, уйдет по линии регрессии направо и вверх, так как его потомство при скрещивании с сортами, богатыми доминантными генами, даст большую вариацию.

По каждому признаку был проведен графический анализ зависимости  $W_r$  от  $V_r$  родительских сортов и гибридных комбинаций  $F_1$  и  $F_2$ .

**Количество колосков в метелке** является важным показателем, характеризующим сорта риса. Сорт КПУ-92-08 исключен, так как очевидно, что признак «количество колосков в метелке» контролируется неаллельными взаимодействиями. После удаления из расчета данного сорта, аддитивно-доминантная модель стала адекватной, так как показатель  $W_r - V_r$  стабилен.

Линия регрессии расположена ниже точки начала координат, что говорит о сверхдоминировании признака. Коэффициент регрессии существенно отличается от единицы ( $b=1,20$ ) и линия регрессии отклоняется от угла  $45^\circ$ , что указывает на комплементарное взаимодействие. Положение линии регрессии дает нам информацию о средней генетической организации данного признака в изучаемом наборе сортов. Критерий значимости отклонения от единичного наклона незначительный и равен 0,96.

Парабола пересекает линию регрессии в точках, где находились бы родители, если бы они несли все доминантные или все рецессивные гены.

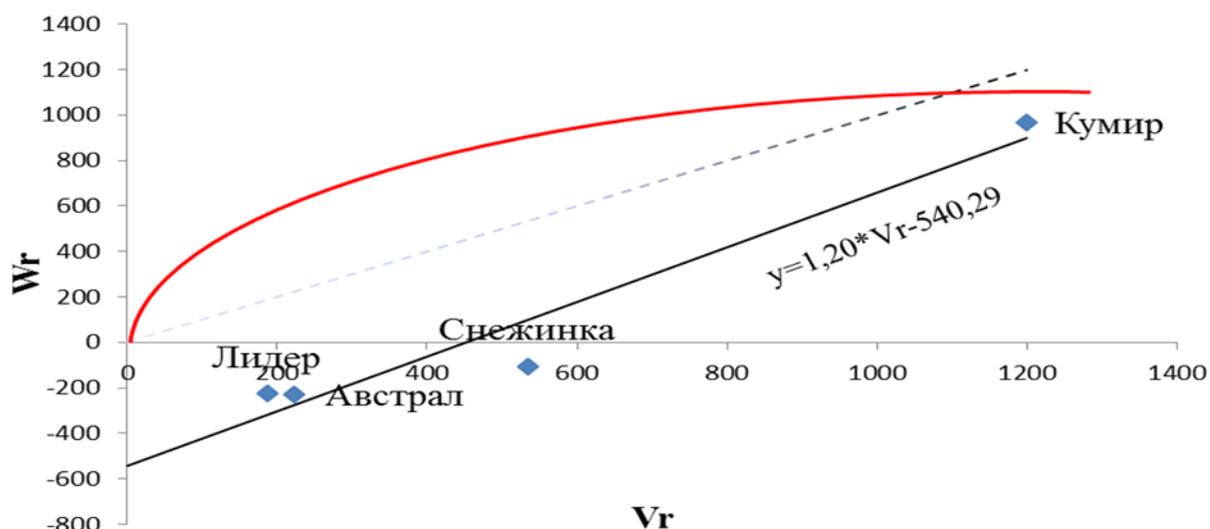


Рисунок 1 - График Хеймана признака «количество колосков в метелке» риса в  $F_1$ , (шт.), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

Наибольшая концентрация доминантных генов, влияющих на количество колосков в метелке, отмечена в сорте Лидер, а рецессивных – Кумир. Сорта можно расположить по убыванию с уменьшением количества доминантных генов в следующем порядке: Лидер, Австрал, Снежинка и Кумир.

Корреляция между выраженностью признака и доминированием высокая  $r=0,93$  (при  $df=2$ ) (табл. 1). Средняя степень доминирования в экспериментальном материале и в каждом локусе полная ( $H_1/D > 1$  и  $\sqrt{H_1/D} > 1$ ). Компонента  $H_2/4H_1 \neq 0,25$ , имеет низкую оценку, поэтому

доминантные и рецессивные аллели распределены между исходными локусами неравномерно.

Таблица 1 – Результаты оценки генетических компонентов для признака «количество колосков в метелке»

Генетические компоненты	Оценка	Генетические компоненты	Оценка
D	1086,28	$H_1/D$	2,68
F	1829,46	$\sqrt{H_1/D}$	1,63
$H_1$	2919,08	$H_2/4H_1$	0,18
$H_2$	2081,13	$\frac{1}{2} * F / \sqrt{(D * (H_1 - H_2))}$	0,958
E	64,68	$M_{LJ} - M_{LO}$	-24,05

Значения доминирования в различных локусах варьируют, но не сильно ( $\frac{1}{2} * F / \sqrt{(D * (H_1 - H_2))} \neq 1$ ). Направление доминирования изучаемого фактора показало отрицательную оценку (-24,05). В изучаемых линиях доминантных аллелей больше, чем рецессивных, так как  $F > 0$ . В детерминации признака преобладают доминантные эффекты D меньше  $H_1$  и  $H_2$ . Число групп генов равно 1,09. Во втором поколении наблюдается сходная картина с  $F_2$  (рис. 2).

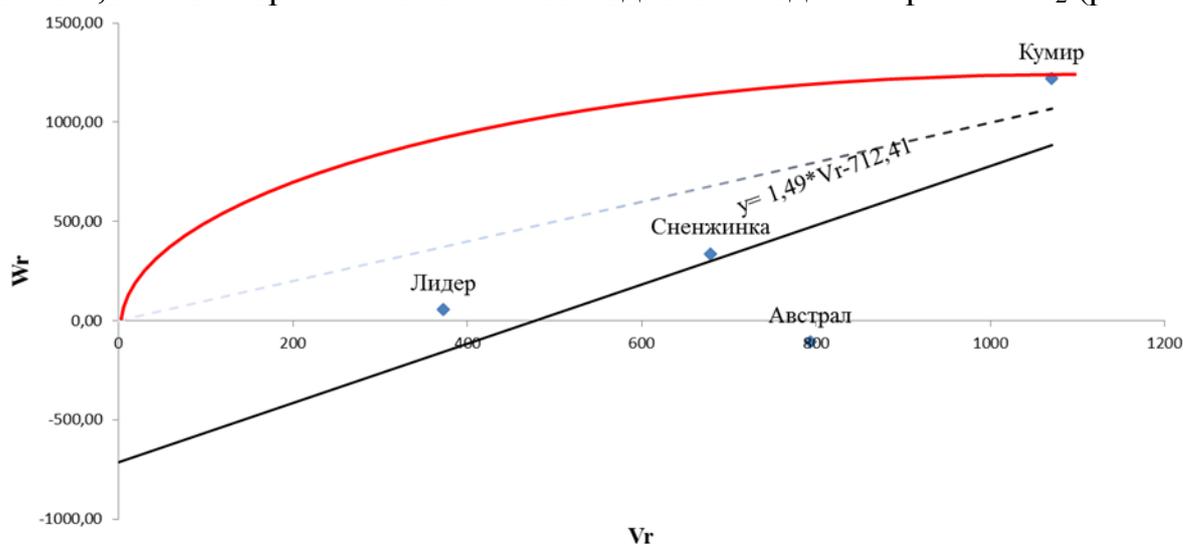


Рисунок 2 - График Хеймана признака «количество колосков в метелке» риса в  $F_2$ , (шт.), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

Линия регрессии расположена ниже точки начала координат, что указывает на сверхдоминирование признака. Поэтому можно сделать вывод о том, что в  $F_1$  наблюдается депрессия в некоторых растениях, а в  $F_2$  можно наблюдать эффект трансгрессии по признаку «количество колосков в метелке». Расположение точек множеств вдоль линии регрессии на графике  $W_r/V_r$ , построенном для  $F_2$  (рис. 2), показывает, что среди изученных родительских особей самое высокое значение доминантности имеет сорт Лидер. Сорта Австрал и Снежинка имеют промежуточное положение по количеству доминантных генов. Сорт Кумир обладает наибольшим числом рецессивных генов, контролирующих этот признак. Можно рекомендовать

сорт Лидер для использования в селекции на улучшение признака «число колосков в метелке».

**Число зерен в главной метелке** характеризует продуктивность растений риса, поэтому является важным селекционным признаком. Аддитивно-доминантная модель адекватна, в ней показатели  $W_r$  -  $V_r$  стабильны.

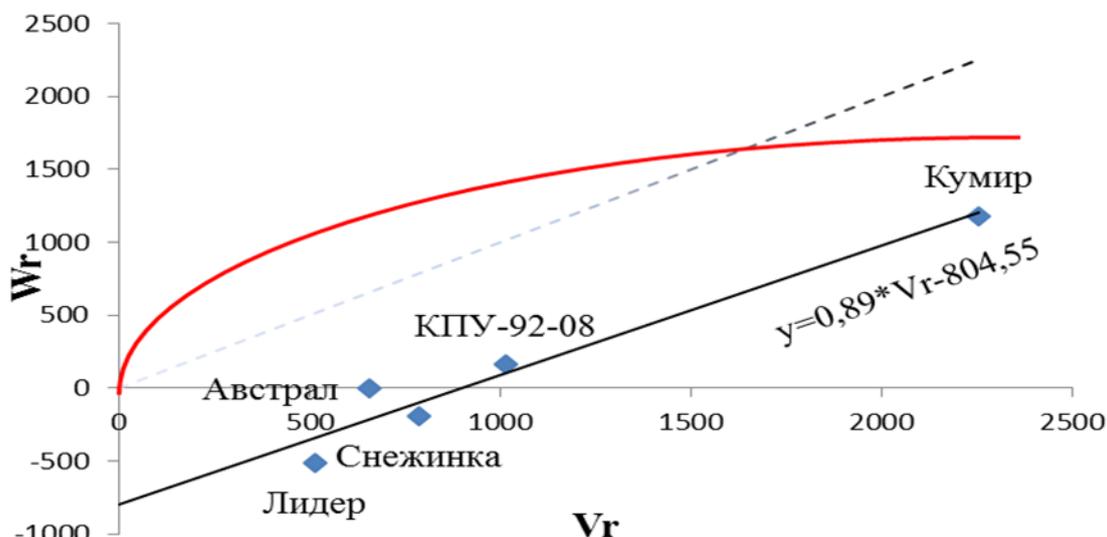


Рисунок 3 - График Хеймана признака «число зерен в главной метелке» риса в  $F_1$ , (шт.), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

Из рисунка 3 видно, что линия регрессии расположена ниже точки начала координат, что говорит о сверхдоминировании признака. Коэффициент регрессии существенно отличается от единицы ( $b=0,89$ ), а его линия отклоняется от угла  $45^\circ$ , что указывает на комплементарный эпистаз. Положение линии регрессии дает нам информацию о средней генетической организации данного признака в изучаемом наборе сортов. Критерий значимости отклонения от единичного наклона незначительный и равен 0,88.

Парабола пересекает линию регрессии в точках, где находились бы родители, если бы они несли все доминантные или все рецессивные гены. Из рисунка следует, что наибольшая концентрация доминантных генов, влияющих на число зерен в главной метелке, отмечена в сорте Лидер, а рецессивных – Кумир. Сорты можно расположить по убыванию с уменьшением количества доминантных генов в следующем порядке: Лидер, Австрал, Снежинка, КПУ-92-08 и Кумир.

Среднее значение доминирования в экспериментальном материале ( $H_1/D$ ) и в каждом локусе ( $\sqrt{H_1/D}$ ) полная, так как оно показало оценку больше единицы. Значения доминирования в разных локусах варьируют – компонента  $\frac{1}{2} * F / \sqrt{(D * (H_1 - H_2))}$  не равна нулю. Ее оценка равна 0,89 (табл.2). Представляет особый интерес наличие тесной корреляционной связи между средними значениями признака родительских особей и величиной доминантности  $r=0,84$  (при  $df=3$ ). Доминантные и рецессивные аллели распределены между исходными локусами неравномерно ( $H_2/4H_1 \neq 0,25$ ), что может оказывать влияние на проявление признака в гибридах  $F_1$ .

Таблица 2 – Результаты оценки генетических компонентов для признака «число зерен в главной метелке»

Генетические компоненты	Оценка	Генетические компоненты	Оценка
D	838,71	$H_1/D$	5,49
F	1237,68	$\sqrt{H_1/D}$	2,34
$H_1$	4605,09	$H_2/4H_1$	0,22
$H_2$	4037,64	$\frac{1}{2} * F / \sqrt{(D * (H_1 - H_2))}$	0,89
E	96,06	$M_{LJ} - M_{LO}$	-45,32

В сортах доминантных аллелей больше, чем рецессивных ( $F > 0$ ). В детерминации признака преобладают доминантные эффекты, так как D меньше  $H_1$  и  $H_2$ . Оценка направления доминирования составляет (-45,32). Это говорит об отрицательном сверхдоминировании. Число групп генов равно 2,02.

Из рисунка 4 видно, что линия регрессии расположена выше точки начала координат, что говорит о неполном доминировании. Во втором поколении из расчета исключен сорт КПУ-92-08, так как у него данный признак контролируется неаллельным взаимодействием.

Можно увеличить число зерен на главной метелке в потомстве при скрещивании с сортом Лидер, так как он обладает наибольшим количеством доминантных генов. В первом поколении наблюдается депрессия по данному признаку.

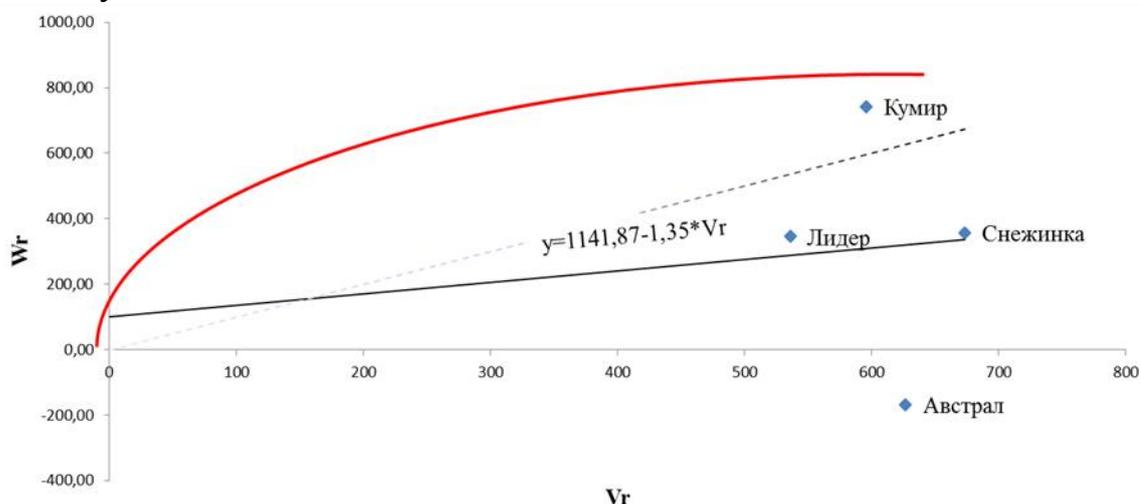


Рисунок 4 - График Хеймана признака «число зерен в главной метелке» риса в  $F_2$ , (шт.), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

Во втором поколении проявление трансгрессивных форм отсутствует по признаку «число зерен с главной метелки».

**Масса зерна с главной метелки** является важным признаком характеристики сортов риса. Аддитивно-доминантная модель адекватна, так как показатели  $W_r - V_r$  стабильны.

Из рисунка 5 видно, что линия регрессии расположена ниже точки

начала координат, что говорит о сверхдоминировании признака. Коэффициент регрессии существенно отличается от единицы ( $b=0,93$ ). Линия регрессии отклоняется от угла  $45^\circ$ , что указывает на комплементарный эпистаз. Положение линии регрессии дает нам информацию о средней генетической организации данного признака в изучаемом наборе сортов. Критерий значимости отклонения от единичного наклона незначительный и равен 1,10.

Парабола пересекает линию регрессии в точках, где находились бы родители, если бы они несли все доминантные или все рецессивные гены. В нашем случае наибольшая концентрация доминантных генов, влияющих на массу зерна с главной метелки, отмечена в сорте Лидер, а рецессивных – в Кумире.

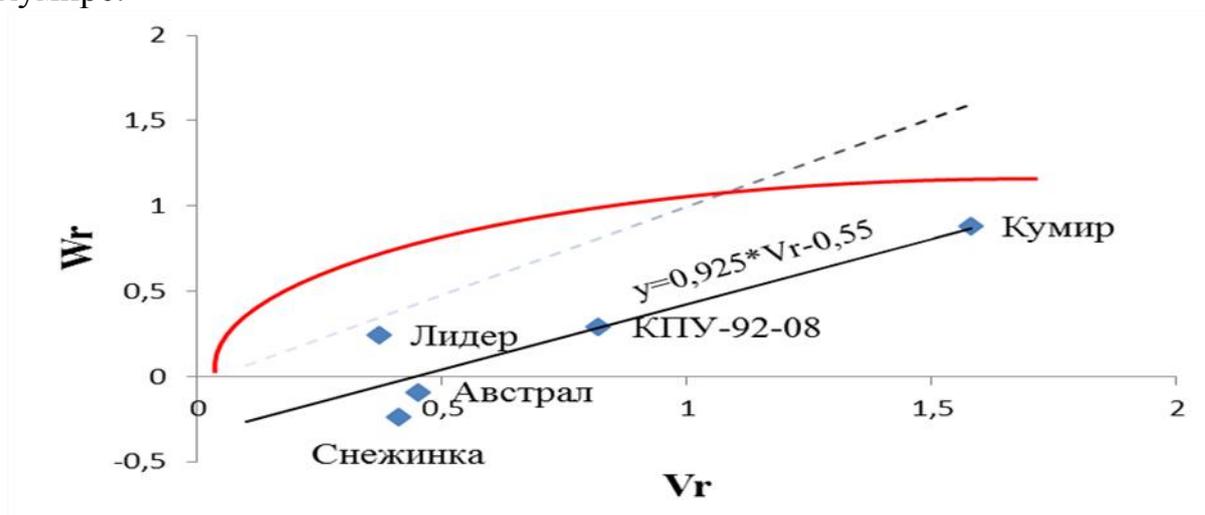


Рисунок 5 - График Хеймана признака «масса зерна с главной метелки» риса в  $F_1$ , (г), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

Сорта можно расположить по убыванию по количеству доминантных генов в следующем порядке: Лидер, Снежинка, Австрал, КПу-92-08 и Кумир. Таблица 3 – Результаты оценки генетических компонентов для признака «масса зерна с главной метелки»

Генетические компоненты	Оценка	Генетические компоненты	Оценка
D	0,78	$H_1/D$	4,14
F	1,11	$\sqrt{H_1/D}$	2,03
$H_1$	3,23	$H_2/4H_1$	0,22
$H_2$	2,78	$\frac{1}{2} * F / \sqrt{(D * (H_1 - H_2))}$	0,94
E	0,04	$M_{LJ} - M_{LO}$	-1,28

Корреляция между выраженностью признака и доминированием высокая 0,87 (при  $df=3$ ). Средняя величина доминирования в экспериментальном материале ( $H_1/D$ ) и в каждом локусе ( $\sqrt{H_1/D}$ ) полная, так как ее значение больше единицы. Величины доминирования в разных локусах варьируют – компонента  $\frac{1}{2} * F / \sqrt{(D * (H_1 - H_2))}$  не равна нулю.

Доминантные и рецессивные аллели распределены между исходными локусами неравномерно ( $H_2/4H_1 \neq 0,25$ ), что может оказывать влияние на проявление признака в гибридах  $F_1$ . В сортах доминантных аллелей больше, чем рецессивных ( $F > 0$ ). В детерминации признака преобладают доминантные эффекты, так как  $D$  меньше  $H_1$  и  $H_2$ . Направление доминирования составляет  $(-1,28)$  и говорит об отрицательном сверхдоминировании. Число групп генов, контролирующих признак равно  $2,37$ .

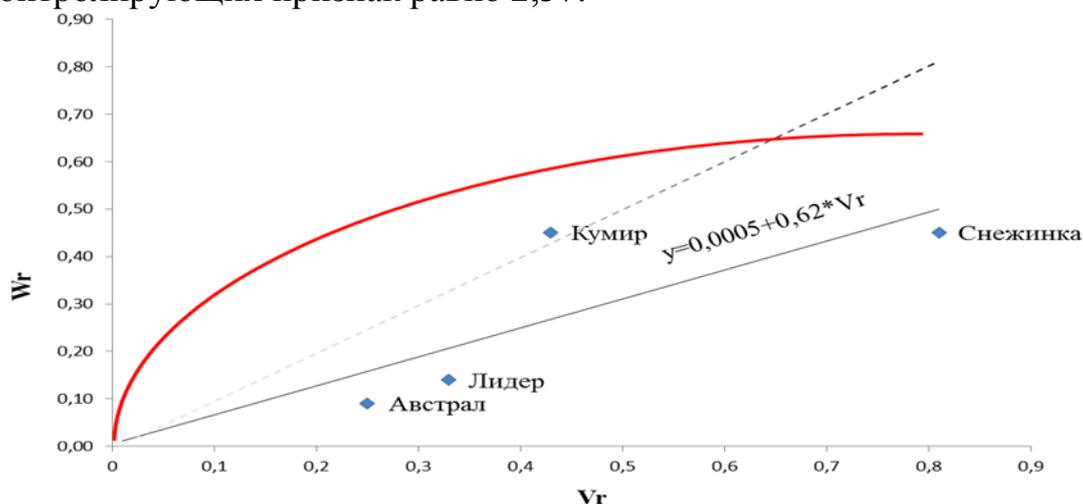


Рисунок 6 - График Хеймана признака «масса зерна с главной метелки» риса в  $F_2$ , (г), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

Из рисунка 6 видно, что теоретическая линия регрессии проходит ниже линии единичного наклона, что говорит о комплементарном взаимодействии в  $F_2$ . Она также проходит через точку начала координат, что свидетельствует о полном доминировании в  $F_2$ . Наибольшим количеством доминантных генов обладают сорта Австрал и Лидер. Их можно рекомендовать для скрещивания с целью повышения массы зерна с главной метелки.

В первом поколении возможно проявление депрессии по признаку масса зерна с главной метелки, на что указывает направление доминирования ( $M_{LJ} - M_{LO}$ ). Именно такое явление нами наблюдалось в гибридах в первом году испытания. Во втором поколении проявляется полное доминирование, свидетельствующее об отсутствии трансгрессивных растений по данному признаку.

### 3.2. Изменчивость количественных признаков гибридов риса

Изменчивость имеет различные типы, но главное ее свойство – это способность приобретать отличия от других представителей своего вида. Причины возникновения изменений в популяциях могут быть самыми разнообразными, но для отбора изменчивость – это одно из самых ценных свойств растений.

Отдельные растения могут различаться между собой целым рядом признаков. Поэтому селекционер среди растений гибридных популяций проводит индивидуальный отбор по одному или нескольким важным признакам, которые превосходят по селекционной ценности усредненные

значения популяции. Эта ценность представляет собой суммарный результат многих факторов.

Коэффициент вариации (V) является относительной величиной изменчивости, выраженный в процентах, и имеет всегда положительное значение.

Количество колосков в метелке относится к сильноварьируемым признакам. В наших исследованиях наблюдается средний и высокий коэффициент вариации. Данный показатель дает нам прогноз относительно потенциальных возможностей изменчивости признака исследуемых гибридных популяций.

Для признака «количество колосков в метелке» низкий коэффициент вариации является отрицательной характеристикой, так как максимальных значений в данных признаках будет мало. В нашем случае популяций со слабым варьированием нет (табл. 4).

Таблица 4 - Изменчивость признака «количество колосков в метелке» в гибридных популяциях риса, 2013 г.

Гибридная популяция	$\bar{x} \pm S\bar{x}$ , шт.	V, %	Пределы изменчивости, шт.
Лидер/Австрал	145,5±14,19	30,84	61...217
Лидер/Снежинка	181,5±15,73	27,41	111...215
Лидер/КПУ-92-08	224,4±23,12	32,57	130...317
Лидер/Кумир	144,2±10,20	22,37	102...201
Австрал/Лидер	163,9±13,92	26,85	121...244
Австрал/Снежинка	167,5±11,57	21,85	98...198
Австрал/КПУ-92-08	227,5±19,95	27,74	183...342
Австрал/Кумир	116,1±7,34	19,99	85...159
Снежинка/Лидер	219,6±13,96	20,11	162...297
Снежинка/Австрал	184,4±14,35	24,61	92...242
Снежинка/КПУ-92-08	283,0±9,05	10,11	240...332
Снежинка/Кумир	214,7±16,67	24,55	128...290
КПУ-92-08/Лидер	144,3±9,81	21,49	77...184
КПУ-92-08/Австрал	198,2±12,20	19,47	114...271
КПУ-92-08/Снежинка	147,7±12,22	26,17	90...202
КПУ-92-08/Кумир	215,2±21,30	31,29	96...311
Кумир/Лидер	148,2±13,36	26,38	102...238
Кумир/Австрал	133,2±16,90	40,13	64...243
Кумир/Снежинка	152,5±9,64	19,98	88...208
Кумир/КПУ-92-08	214,5±18,65	27,49	122...307

К средневарьируемым популяциям относятся: Австрал/Кумир 116,1±7,34, при V=19,99%; Снежинка/КПУ-92-08 283,0±9,05, V=10,11%; КПУ-92-08/Австрал 198,2±12,20, V=19,47%; Кумир/Снежинка 152,5±9,64, V=19,98%. Остальные популяции имеют высокий коэффициент варьирования

и превышают изменчивость исходных родительских форм. Высокие значения вариабельности дают возможность провести отбор растений с нужными параметрами.

Число зерен в главной метелке – это очень важный количественный признак, который определяет продуктивность растения. Для данного признака низкие значения коэффициента вариации являются отрицательной характеристикой, так как максимальных значений признака будет мало. В нашем опыте отсутствуют популяции с низкой вариабельностью. Данные по изменчивости признака число зерен в главной метелке в гибридных популяциях риса представлены в таблице 5.

Из таблицы 5 видно, что гибридные популяции Австрал/Кумир  $100,8 \pm 5,58$  при  $V=17,50\%$ ; Снежинка/Лидер  $204,8 \pm 11,10$ ,  $V=17,15\%$  и Кумир/Снежинка  $142,1 \pm 8,45$ ,  $V=18,80\%$  имеют средневарирующийся признак число зерен в главной метелке.

Таблица 5 - Изменчивость признака «число зерен в главной метелке» в гибридных популяциях риса, 2013 г.

Гибридная популяция	$\bar{x} \pm S\bar{x}$ , шт.	V, %	Пределы изменчивости, шт.
Лидер/Австрал	$119,3 \pm 12,84$	34,03	58...167
Лидер/Снежинка	$173,1 \pm 14,47$	26,43	107...273
Лидер/КПУ-92-08	$213,9 \pm 22,28$	32,94	123...293
Лидер/Кумир	$138,1 \pm 10,21$	23,38	96...196
Австрал/Лидер	$156,0 \pm 14,07$	28,52	107...239
Австрал/Снежинка	$117,3 \pm 10,41$	28,05	88...176
Австрал/КПУ-92-08	$209,0 \pm 24,30$	36,77	69...334
Австрал/Кумир	$100,8 \pm 5,58$	17,50	74...139
Снежинка/Лидер	$204,8 \pm 11,10$	17,15	156...259
Снежинка/Австрал	$170,8 \pm 14,31$	26,49	87...234
Снежинка/КПУ-92-08	$204,3 \pm 19,27$	29,83	146...330
Снежинка/Кумир	$207,6 \pm 16,19$	24,67	122...285
КПУ-92-08/Лидер	$136,7 \pm 9,83$	22,73	70...179
КПУ-92-08/Австрал	$184,6 \pm 11,78$	20,19	98...246
КПУ-92-08/Снежинка	$140,3 \pm 11,45$	25,80	86...197
КПУ-92-08/Кумир	$198,5 \pm 17,79$	28,34	94...287
Кумир/Лидер	$142,9 \pm 11,73$	25,96	100...228
Кумир/Австрал	$126,5 \pm 16,97$	42,41	58...238
Кумир/Снежинка	$142,1 \pm 8,45$	18,80	86...193
Кумир/КПУ-92-08	$196,3 \pm 17,69$	28,50	119...297

Это является положительной характеристикой, так как максимальных значений будет достаточно много. Оставшиеся гибридные популяции облают высокими коэффициентами варьирования  $V > 20\%$  и превышают исходные

родительские формы. Это говорит о том, что все популяции по данному признаку имеют большое разнообразие для проведения отбора.

Масса зерна с главной метелки – это особо ценный селекционный признак, по которому можно определить продуктивность растения и теоретическую урожайность сорта. Этот признак имеет значительную изменчивость, о чем свидетельствуют данные, представленные в таблице 6.

Таблица 6 – Изменчивость признака «масса зерна с главной метелки» в гибридных популяциях риса, 2013 г.

Гибридная популяция	$\bar{x} \pm S\bar{x}$ , г	V, %	Пределы изменчивости, г
Лидер/Австрал	3,4±0,42	39,02	1,9...5,4
Лидер/Снежинка	4,6±0,37	25,33	2,9...7,1
Лидер/КПУ-92-08	6,4±0,72	35,48	3,1...8,6
Лидер/Кумир	3,9±0,27	21,89	2,6...5,1
Австрал/Лидер	3,9±0,28	22,92	2,9...5,2
Австрал/Снежинка	2,7±0,17	20,15	1,8...3,4
Австрал/КПУ-92-08	5,6±0,83	46,81	1,7...10,3
Австрал/Кумир	3,0±0,22	23,14	2,1...3,9
Снежинка/Лидер	5,6±0,27	15,37	4,3...6,8
Снежинка/Австрал	4,3±0,33	24,51	2,9...6,2
Снежинка/КПУ-92-08	6,0±0,36	19,21	4,1...7,7
Снежинка/Кумир	5,4±0,42	24,76	3,5...7,4
КПУ-92-08/Лидер	4,3±0,19	13,74	3,2...5,0
КПУ-92-08/Австрал	5,0±0,39	24,47	2,7...7,3
КПУ-92-08/Снежинка	3,9±0,29	23,98	2,5...5,0
КПУ-92-08/Кумир	4,9±0,39	24,86	2,6...6,3
Кумир/Лидер	4,0±0,33	24,43	3,1...6,6
Кумир/Австрал	3,0±0,37	39,48	1,9...5,3
Кумир/Снежинка	3,8±0,22	18,27	2,6...4,9
Кумир/КПУ-92-08	5,2±0,40	24,30	3,6...6,4

Из таблицы 6 видно, что по признаку «масса зерна с главной метелки» к средневарьировуемым относятся следующие гибридные популяции: Снежинка/Лидер 5,6±0,27 при V=15,37%, Снежинка/КПУ-92-08 6,0±0,36, V=19,21%; КПУ-92-08/Лидер 4,3±0,19, V=13,74%; Кумир/Снежинка 3,8±0,22, V=18,27%. Оставшиеся популяции обладают высоким коэффициентом вариации (V>20%). Для них высокая вариабельность является положительной характеристикой, так как можно провести отбор растений, имеющих максимальные значения этого признака.

#### 4. Комбинационная способность сортов риса

Были изучены эффекты ОКС и варианты СКС родительских сортов. По значениям величины дисперсий ОКС и СКС мы можем прогнозировать,

какие гены играют в наследовании признаков. При гомозиготизации растений начиная со второго поколения, у растений, в большей степени, признаки наследуются с аддитивным эффектом, и дисперсии ОКС превышают варианты СКС.

Таблица 7 – Результаты анализа гибридов первого и второго поколения по комбинационной способности признака «количество колосков в метелке», 2013 г.

Сорт	F <sub>1</sub>			F <sub>2</sub>		
	ОКС	$\sigma^2_{\text{ОКС}}$	$\sigma^2_{\text{СКС}}$	ОКС	$\sigma^2_{\text{ОКС}}$	$\sigma^2_{\text{СКС}}$
Лидер	3,63	10,35	63,37	-12,84	124,01	-37,33
Австрал	0,17	-2,83	27,17	-19,21	328,30	-29,77
Снежинка	-4,59	18,24	9,07	15,25	191,90	-46,44
КПУ-92-08	-6,84	43,90	6,13	35,24	1200,91	114,18
Кумир	7,63	55,35	57,13	-18,42	298,60	-31,96
НСР <sub>05</sub>	1,99			7,54		

В первом поколении, когда растения находятся в гетерозиготном состоянии, наибольшим гетерозисом обладают сорта с высокими и средними значениями ОКС – Лидер, Кумир и Австрал. При этом в наследовании признака «количество колосков в метелке» играют гены с доминантными и эпистатическими эффектами. Во втором поколении, когда начинается гомозиготизация растений, появляются трансгрессии в гибридах с сортами с высокими и средними значениями ОКС – Снежинка и КПУ-92-08. В наследование признака играют роль гены с аддитивным эффектом, как в F<sub>1</sub>, так и в F<sub>2</sub>.

Сорт Лидер в первом поколении имеет высокие эффекты ОКС, по значениям дисперсии СКС превышает ОКС. Это свидетельствует о том, что в F<sub>2</sub> эффективность отбора по СКС будет больше. Во втором поколении происходит расщепление, по значениям признаков ОКС отбор эффективнее по сравнению с СКС. Аналогичное явление наблюдается в сортах Австрал и Кумир.

В сортах Снежинка и КПУ-92-08 в F<sub>1</sub> эффекты ОКС низкие и дисперсия ОКС превышает вариансу СКС. Во втором поколении с гомозиготизацией растений эффекты ОКС высокие и эффективность отбора по ОКС выше, чем по СКС.

### 5. Корреляционные взаимосвязи между признаками гибридов риса

Для проведения отборов и оценки селекционного материала риса необходимо знание закономерностей зависимости одних признаков от других, а также от факторов внешней среды. Для этого используют корреляционные взаимосвязи между признаками.

Корреляционные взаимосвязи гибридной популяции Лидер/Снежинка представлены в таблице 8.

Признак «количество колосков в метелке» сильно коррелирует с числом зерен с главной метелки ( $r=0,99$ ), с массой зерна с главной метелки ( $r=0,99$ ) и

с массой зерна с растения ( $r=0,70$ ).

Таблица 8 - Корреляционные взаимосвязи в гибридной популяции Лидер/Снежинка ( $F_2$ ) между количественными признаками

Коррелируемые признаки	Высота растения	Длина метелки	Количество колосков в метелке	Число зерен в главной метелке	Масса зерна с главной метелки	Масса зерна с растения
Длина метелки	0,54	-				
Количество колосков в метелке	0,02	-0,42	-			
Число зерен в главной метелке	0,06	-0,38	<b>0,99</b>	-		
Масса зерна с главной метелки	0,07	-0,32	<b>0,99</b>	<b>0,99</b>	-	
Масса зерна с растения	0,28	-0,28	<b>0,70</b>	<b>0,70</b>	0,65	-
Масса 1000 зерен	0,09	0,56	-0,36	-0,33	-0,22	-0,59

Коэффициенты детерминации равны 0,98 в первых двух случаях и 0,49 в третьем случае. Это свидетельствует о том, что в 98 % случаев количество колосков в метелке зависит от числа зерен с главной метелки и массы зерна с главной метелки, а в двух процентах от других факторов.

Число зерен с главной метелки имеет сильную взаимосвязь со следующими признаками: количество колосков в метелке ( $r=0,99$ ), массой зерна с главной метелки ( $r=0,99$ ) и масса зерна с растения ( $r=0,70$ ).

## 6. Создание селекционного материала

### 6.1 Результаты отбора растений из $F_2$ для селекционных целей

Создание сортов, способных давать высокие и устойчивые урожаи зерна повышенного качества в широком диапазоне условий внешней среды, всегда было и остается главной задачей селекции зерновых культур, в том числе и риса. Одной из главных проблем современной науки является изучение закономерностей формообразовательного процесса при гибридизации, а вопрос об оптимальном периоде отбора элит – из ранних или, наоборот, более поздних поколений гибридной популяции – продолжает оставаться дискуссионным.

Однако, при раннем скрининге, начиная с  $F_2$ , имеется большая вероятность отобрать ценные генотипы, которые могут быть утеряны, потому что в  $F_3$  и последующих поколениях высевается только часть семян гибридной популяции из-за ограничения размера делянок. Кроме того, часть растений гибнет при снижении полевой всхожести, из-за автоконкуренции и по другим причинам.

В наших исследованиях мы проводили скрининг со второго поколения,

где отбирались метелки растений риса из гибридов для посева в селекционный питомник. Во втором поколении наибольшая продуктивность главной метелки отмечена в гибридных комбинациях с участием КПУ-92-08 в качестве отцовской формы. Это подтверждает хорошие донорские качества по продуктивности сорта КПУ-92-08, так как происходит значительное улучшение данного признака по сравнению с другими сортами, взятыми в качестве опылителя.

Таблица 9 – Результаты отбора элитных растений из гибридного питомника F<sub>2</sub>, 2013 г.

№ п/п	Происхождение	Количество метелок	Вариация признака	
			масса зерна с главной метелки, г	длина метелки, см
1	Лидер/Австрал	29	2,4 – 5,6	15,0 – 22,5
2	Лидер/Снежинка	116	2,2 – 8,0	13,8 – 22,5
3	Лидер/КПУ-92-08	57	2,7 – 11,3	14,5 – 25,5
4	Лидер/Кумир	106	2,6 – 7,7	13,5 – 20,5
5	Австрал/Лидер	30	3,4 – 6,7	15,7 – 23,5
6	Австрал/Снежинка	30	2,7 – 4,4	18,0 – 23,1
7	Австрал/КПУ-92-08	29	1,7 – 10,3	20,0 – 29,0
8	Австрал/Кумир	15	1,7 – 4,8	15,5 – 21,8
9	Снежинка/Лидер	10	4,3 – 6,8	17,5 – 25,0
10	Снежинка/Австрал	31	2,5 – 4,8	19,7 – 27,1
11	Снежинка/КПУ-92-08	44	3,9 – 8,1	19,0 – 24,5
12	Снежинка/Кумир	23	3,3 – 6,8	15,0 – 20,0
13	КПУ-92-08/Лидер	54	2,2 – 5,1	15,5 – 22,0
14	КПУ-92-08/Австрал	19	2,0 – 7,4	17,0 – 28,5
15	КПУ-92-08/Снежинка	27	2,5 – 5,2	17,0 – 24,0
16	КПУ-92-08/Кумир	61	2,6 – 6,3	17,0 – 23,0
17	Кумир/Лидер	22	3,0 – 6,6	14,0 – 19,0
18	Кумир/Австрал	23	3,3 – 5,9	15,0 – 20,0
19	Кумир/Снежинка	21	1,4 – 3,6	11,5 – 17,5
20	Кумир/КПУ-92-08	28	2,7 – 6,9	13,5 – 19,5

Во всех гибридных популяциях появляются трансгрессионные растения по массе зерна с главной метелки и превышают исходные родительские формы, за исключением Австрал/Кумир и Кумир/Снежинка. Появление трансгрессионных форм – положительное явление для популяций, так как есть материал для отбора растений с нужными характеристиками.

В итоге по результатам проведенного отбора в селекционный питомник было передано 775 растений, а для посева F<sub>3</sub> в гибридный питомник – 48,8 кг семян.

## 6.2 Результаты отбора образцов для контрольного питомника

После проведенного анализа и отбора из гибридных популяций F<sub>2</sub>, семена 775 лучших растений F<sub>3</sub> были высеяны в селекционном питомнике

(делянки № 8466-9241).

Таблица 10 – Характеристика лучших семей растений риса, выделенных в селекционном питомнике, 2014 г

№ деланки	Происхождение	Количественные признаки						
		Высота растения, см	Длина метелки, см	Форма зерновки, l/b	Масса зерна		количество колосков в главной метелке, шт.	масса 1000 зерен, г
					с главной метелки, г	с растения, г		
43	Лидер/Снежинка	65,0	18,4	2,3	5,2	9,9	195,6	27,6
69	Лидер/Снежинка	80,0	15,9	2,7	4,5	7,9	178,8	26,9
79	Лидер/Снежинка	80,0	18,3	2,4	6,1	18,1	202,7	27,1
100	Лидер/Снежинка	85,0	16,6	2,5	4,7	14,3	185,0	26,4
115	Лидер/Снежинка	77,5	17,2	2,4	4,8	13,0	187,7	26,2
139	Лидер/Снежинка	92,5	15,6	2,5	3,9	9,2	157,0	26,6
211	Лидер/Кумир	95,0	17,9	2,4	5,8	12,6	228,3	26,8
234	Лидер/Кумир	76,5	16,9	2,6	5,1	13,2	190,3	28,1
258	Лидер/Кумир	80,0	16,8	2,6	5,8	12,7	227,3	28,2
268	Лидер/Кумир	80,0	14,6	2,5	4,8	9,1	194,8	26,4
312	Лидер/Кумир	82,5	15,5	2,5	5,1	14,4	196,0	27,8
346	Австрал/Снежинка	97,5	18,6	3,3	2,9	7,9	133,7	23,8
354	Австрал/Снежинка	84,0	24,6	3,8	4,2	9,7	169,3	27,0
355	Австрал/Снежинка	87,5	23,4	3,9	3,4	8,9	152,7	29,2
373	Австрал/Снежинка	78,0	18,6	4,0	2,1	8,4	88,3	28,3
397	Австрал/КПУ-92-08	81,0	24,1	2,9	3,3	8,8	173,0	24,2
487	Снежинка/КПУ-92-08	87,5	27,9	3,7	5,9	10,6	257,5	26,7
501	Снежинка/КПУ-92-08	67,5	21,2	3,2	3,2	6,4	160,7	22,1
540	КПУ-92-08/Лидер	75,0	17,5	2,5	4,8	12,9	197,0	26,6
553	КПУ-92-08/Лидер	73,5	23,2	2,5	6,7	12,0	236,0	25,9
565	КПУ-92-08/Лидер	90,0	19,1	2,4	6,5	16,1	189,3	26,0
575	КПУ-92-08/Лидер	84,0	21,5	2,5	5,6	16,9	219,0	29,3
627	КПУ-92-08/Кумир	78,5	20,9	2,5	6,1	11,9	277,0	24,8
661	КПУ-92-08/Кумир	78,5	24,1	2,5	5,0	14,3	232,3	25,4
686	КПУ-92-08/Кумир	70,0	23,4	2,7	5,5	14,6	233,7	28,2
703	Кумир/Лидер	82,0	19,7	2,4	5,3	13,4	196,0	28,5

В 26 семьях растения были абсолютно идентичные по всем признакам (табл. 10). Растения этих семей были убраны каждая отдельно для

последующего их изучения в контрольном питомнике.

Отобранные делянки риса представлены следующими популяциями: Лидер /Снежинка – 6 делянок; Лидер /Кумир – 5; Австрал /Снежинка – 4; Австрал /КПУ-92-08 – 1; Снежинка /КПУ-92-08 – 2; КПУ-92-08 /Лидер – 4; КПУ-92-08 / Кумир – 3 и Кумир / Лидер – 1 делянка.

Из 116 семей популяции Лидер/Снежинка отобрано 6 делянок, при этом эффективность отбора составила 5,2 %. Растения эти семей относятся к низкорослым, или полукарликам, и лишь делянка №43 – к карликам (65 см) по высоте растения, что отвечает современным требованиям модели идеального сорта не превышать габитуса растения в 100 см. Метелка длинная, прямостоячая (более 14 см) и длина метелки варьирует в пределах от 15,6 до 18,4 см. Форма зерновки удлинённая ( $l/b=2,3-2,7$ ). По массе зерна с главной метелки растения превышают обе родительские формы (пределы 4,5-6,1 г), за исключением 139 делянки (3,9 г), которая превосходит только Снежинку.

Из 106 семей популяции Лидер/Кумир отобрано 5 делянок – эффективность отбора составила 4,7 %. Растения из этой популяции относятся к полукарликам и не превышают 100 см. Метелка длинная, прямостоячая и варьирует в пределах 14,6-17,9 см. Форма зерновки удлинённая ( $l/b= 2,4-2,6$ ). По массе зерна с главной метелки и количеству колосков на ней отобраны образцы, которые равны или превосходят родительские формы.

Из 30 семей популяции Австрал/Снежинка отобрано 4 делянки – эффективность отбора составила 13,3 %. Растения из этой популяции низкорослые, метелка длинная, пониклая (более 18,5 см), зерно удлинённое ( $l/b=3,3-4,0$ ), лист скручивается, как у Австрала. Из всех семей выделяется делянка №373 – низкорослые растения с длинным зерном  $l/b=4,0$ , массой зерна с растения 8,4 г и массой 1000 зерен 28,3 г, лист немного скручивается.

Из 29 семей популяции Австрал/КПУ-92-08 отобрана 1 делянка – эффективность отбора составила 3,4 %. Делянка №397 имеет полукарликовые растения с широким эректоидным (как у КПУ-92-08) и скручивающимся (как у Австрала) типом листа, зерно удлинённое ( $l/b=2,9$ ), метелка пониклая.

Из 44 семей популяции Снежинка/КПУ-92-08 отобрано 2 делянки – эффективность отбора составила 4,5 %. Растения с этих делянок полукарлики с широким листом. Особое внимание заслуживает делянка №487 с удлинёнными колосками ( $l/b=3,7$ ), масса зерна с главной метелки 5,9 г, а количество колосков в ней 257,5 шт. при пониклом соцветии длиной 27,9 см.

Из 54 семей популяции КПУ-92-08/Лидер отобрано 4 делянки – эффективность отбора составила 7,4 %. Высота растений этих семей не превышает 100 см и варьирует от 73,5 до 90,0 см (полукарлики). Метелка прямостоячая, длинная 17,5-23,2 см, зерно удлинённое, масса зерна с главной метелки (4,8-6,7 г) и количество колосков в ней (189,3-236,0 шт.) превышают родительские формы по этим признакам.

Из 61 семьи популяции КПУ-92-08/Кумир отобрано 3 делянки –

эффективность отбора составила 4,9 %. Две делянки (78,5 см) – полукарлики, а №686 (70,0 см) – карлик. Метелки длинные, пониклые. Они варьируют от 20,9 до 24,1 см, зерно удлинненное ( $l/b=2,5-2,7$ ). Масса зерна с главной метелки (5,0-6,1 г) и количество колосков в ней (232,3-277,0 шт.) превосходят родительские формы.

Из 22 семей популяции Кумир/Лидер отобрана 1 делянка – эффективность отбора составила 4,5 %. Растения из этой семьи полукарлики (82,0 см), метелка прямостоячая, зерно удлинненное ( $l/b=2,4$ ), масса зерна с главной метелки 5,3 г., что превышает показатели родителей, масса 1000 зерен 28,5 г.

Таким образом, полевая оценка образцов в селекционном питомнике, полученных из ранее созданного гибридного материала, позволила выделить 26 лучших семей. Отличаясь по ряду морфобиологических признаков от имеющегося селекционного материала, эти образцы представляют значительный интерес, как для прямого селекционного использования, так и в качестве нового перспективного исходного материала.

## **ВЫВОДЫ**

1. В процессе скрещиваний родительских форм по полной диаллельной схеме в 20 гибридных комбинациях получено в среднем 44% гибридных зерновок. Жизнеспособность семян  $F_1$  составила 100%.

2. По результатам генетического и статистического анализов по методу Хеймана было установлено наследование количественных признаков пяти сортов риса: Лидер, Австрал, Снежинка, КПУ-92-08 и Кумир.

2.1. Сорт Кумир обладает наибольшим количеством доминантных генов из всех изученных генотипов по признакам высота растения и длина метелки. Данная закономерность позволяет при скрещивании с другими сортами снизить значения этих двух признаков.

2.2. Сорт Лидер имеет наибольшее количество доминантных генов по признакам: количество колосков с метелки, число зерен с главной метелки и масса зерна с соцветия. Это позволяет при селекции на повышение продуктивности растения существенно улучшить признаки, вовлекая в гибридизацию сорт Лидер.

2.3. Образец КПУ-92-08 имеет в развитие своих признаков явление неаллельного взаимодействия генов. Такая закономерность дает возможность в первом поколении получать гетерозис, а во втором – эффект трансгрессии по признакам обуславливающих продуктивность растений.

2.4. Сорт Снежинка обладает наибольшим количеством рецессивных генов по признакам: высота растения, число зерен в главном соцветии, масса зерна с главной метелки и масса 1000 зерен.

2.5. Сорт Австрал имеет наибольшее количество рецессивных генов в своем генотипе по признаку «длина метелка». Данная закономерность проявляется в первом поколении и сохраняется в  $F_2$ .

3. Установлена наибольшая изменчивость в следующих признаках:

количество колосков в метелке, число зерен в главной метелке, масса зерна с соцветия и растения. Это дает возможность провести отбор элитных растений с нужными характеристиками.

4. Использование сортов с высокой комбинационной способностью, в качестве родительских форм, позволяет получить гетерозисный эффект в  $F_1$  и трансгрессии в  $F_2$ . Высокой комбинационной способностью обладает сорт Кумир по признакам высота растения и количество колосков в метелке. Высокой и средней комбинационной способностью обладают Лидер и КПУ-92-08 по признакам: длина метелки, число зерен в главном соцветии, масса зерна с главной метелки и растения, масса 1000 зерен.

5. По итогам анализа корреляционных связей, установлено, что к высококоррелируемым признакам относятся: количество колосков в метелке, число зерен в главной метелке и масса зерна с главного соцветия. Причем взаимосвязь между ними высокая и положительная. Эти признаки используются в качестве косвенных тестов при отборе из гибридных популяций высокопродуктивных метелок для дальнейшего изучения в селекционном процессе.

6. Полевая оценка растений, полученных из созданного нами гибридного материала, позволила выделить 26 лучших семей, которые отличались по ряду морфобиологических признаков от имеющегося селекционного материала. Эти образцы представляют значительную ценность, как для прямого селекционного использования, так и в качестве нового перспективного исходного материала.

### **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ**

1. При решении проблемы устойчивости к полеганию селекционным путем, мы рекомендуем использовать в скрещиваниях сорт Кумир для снижения высоты, который также можно вовлекать в гибридизацию на увеличение количества колосков в метелке риса.

2. Для увеличения признаков, определяющих продуктивность метелки, а именно: длина метелки, число зерен в главной метелке, масса зерна с главной метелки, масса 1000 зерен, мы рекомендуем использовать в качестве родительских форм сорта Лидер и КПУ-92-08.

3. При отборе растений риса в гибридных питомниках в качестве маркерных признаков можно использовать: количество колосков в метелке, число зерен в главной метелке и массу зерна с главного соцветия.

4. Полученный гибридный материал, а также выделенные в селекционном питомнике 26 семей рекомендуем для дальнейшего использования в селекционном процессе при создании сортов риса нового поколения.

### **СПИСОК РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

#### **Работы, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК:**

1. Скоркина, С.С. Наследование количественных признаков

популяций F1 и F2 риса комбинации КПУ-92-08 / Лидер / Скоркина С.С. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). – IDA [article ID]: 1011407110. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/110.pdf>

2. Скоркина, С.С. Характеристика сортов риса по комбинационной способности / С.С. Скоркина, И.Н. Чухирь //Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 6. – С. 38 – 42.

### **Работы, опубликованные в других изданиях**

3. Скоркина, С.С. Создание исходного материала методом гибридизации для селекции новых сортов риса / С.С. Скоркина // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы VI всеросс. науч.-практ. конф. молод. ученых. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – С. 588 – 590.

4. Скоркина, С.С. Наследование и изменчивость признаков в гибридных популяциях риса / С.С. Скоркина, П.В. Головин // Материалы XXII международного симпозиума «Охрана био-ноосферы. Эниология. Нетрадиционное растениеводство. Экология и медицина». – Симферополь, 2013. – С. 260 – 262.

5. Скоркина, С.С. Увеличение выхода гибридных семян риса / С.С. Скоркина, И.Н. Чухирь // Материалы XXII международного симпозиума «Охрана био-ноосферы. Эниология. Нетрадиционное растениеводство. Экология и медицина». – Симферополь, 2013. – С. 299 – 300.

6. Скоркина, С.С. Комбинационная способность сортов риса по схеме полного диаллельного скрещивания / С.С. Скоркина, П.В. Головин // Материалы XXIII международного симпозиума «Охрана био-ноосферы. Эниология. Нетрадиционное растениеводство. Экология и медицина». – Симферополь, 2014. – С. 240 – 243.

7. Скоркина, С.С. Наследование количественных признаков у гибридов риса / С.С. Скоркина // Инновационные разработки молодых ученых для агропромышленного комплекса России и стран СНГ: сборник II Международной научно-практической конференции молодых ученых, преподавателей, аспирантов, студентов. – Краснодар, 2014. – С. 104 – 105.