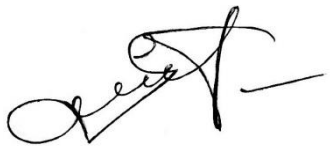
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО НАУЧНЫХ ОГРАНИЗАЦИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РИСА»

На правах рукописи



Скоркина

Светлана Сергеевна

НАСЛЕДОВАНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ВНУТРИВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ПРИ СЕЛЕКЦИИ РИСА

по специальности 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

диссертация
на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Зеленский Г.Л.

Краснодар – 2015

СОДЕРЖАНИЕ

С.

ВВЕДЕНИЕ 4

1. НАСЛЕДОВАНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) 10

1.1. Народно-хозяйственное значение риса 10

1.2. Наследование качественных и количественных признаков 13

1.3. Изменчивость признаков риса 29

1.4. Комбинационная способность 32

1.5. Принципы отбора генотипов по количественным признакам для селекции растений 39

2. МАТЕРИАЛ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ 48

2.1. Материал 48

2.2. Почвенно-климатические условия 50

2.2.1. Почва 50

2.2.2. Климат 51

2.3. Методика проведения исследований 54

2.3.1. Гибридизация 54

2.3.2. Методика вегетационного опыта 56

2.3.3. Методика полевого опыта 56

3. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ РИСА (РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ) 59

3.1. Результаты гибридизации сортов риса 59

3.2. Анализ гибридов первого и второго поколения по методу Хеймана 66

3.3. Изменчивость количественных признаков гибридов риса 91

4. КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ СОРТОВ РИСА 104

4.1. Анализ сортов риса по комбинационной способности, полученных на основе гибридов первого поколения 105
4.2. Анализ сортов риса по комбинационной способности, полученных на основе гибридов второго поколения 115
5. КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ПРИЗНАКАМИ ГИБРИДОВ РИСА 126
6. РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА 142
6.1. Результаты отбора растений из F_2 для селекционных целей 142
6.2. Результаты отбора образцов для контрольного питомника 145
ВЫВОДЫ 150
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ 152
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 153
ПРИЛОЖЕНИЯ 169

ВВЕДЕНИЕ

Рис является одним из важнейших продуктом питания большей части населения земного шара. Более того – это очень ценный диетический продукт, которым питаются как взрослые, так и дети. По своей калорийности, легкой усвояемости и питательной ценности рисовая крупа занимает одно из первых мест среди других видов круп [69].

Рис растет в широко распространенных почвенно-климатических условиях и при различном обеспечении водой. Он принципиально отличается от других злаков наличием особой воздухоносной ткани «аэренхимы», которая снабжает корни кислородом, когда растение залито водой. Его выращивают как во влажных тропиках, так и в полусухих регионах с умеренно теплым климатом, на тяжелых глинистых и на обедненных песчаных почвах. Растение риса может расти на затопленных участках так и на суходоле, в пресной и соленой воде. Широкая приспособляемость к различным условиям произрастания объясняется наличием огромного количества сортов с большой адаптивной способностью [69,72].

Рис – культура муссонного климата, возделываемая в настоящее время в 112 странах мира. Крупнейшими производителями являются Индия и Китай, они вместе производят 62% азиатского риса и 57% мирового объема рисового зерна [67].

Рис в нашей стране выращивают в благоприятных южных регионах – в Краснодарском крае, Чеченской республике и Дагестане, и в более северных, включающих Ростовскую, Астраханскую и Волгоградскую области, Калмыкию и Дальний Восток. Увеличение валового сбора зерна риса предполагается обеспечить за счет роста урожайности во всех зонах его возделывания. Большую роль в решении этой проблемы играет создание и внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов, хорошо приспособленных к современным условиям выращивания [75].

Актуальность работы. 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 [117].

Количественные признаки развиваются на основе совместного (суммарного) действия многих генов, которые составляют детерминированные пары аллелей, занимают несколько локусов, часто локализованных в разных хромосомах. Обычно в такие аллели входят гены, проявляющие как положительные, так и отрицательные эффекты [81].

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. Кроме того, количественные признаки сильно изменяются под влиянием внешних условий [117].

Поскольку изучение наследования и изменчивости количественных признаков является актуальным то, данная работа позволит более целенаправленно осуществлять селекционный процесс по созданию новых сортов риса, обладающих оптимальным комплексом хозяйственно-полезных признаков и свойств.

Цель диссертационной работы. 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.

Основные задачи исследований. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Подобрать родительские пары и провести гибридизацию по полной диаллельной схеме разнотипных сортов риса и получить гибриды первого и последующих поколений;
2. Установить наследование количественных признаков сортов риса;
3. Определить изменчивость количественных признаков растений гибридных популяций риса;
4. По результатам изучения гибридов установить возможность использования сортов риса для гибридизации по значениям комбинационной способности;
5. Выявить корреляционные связи между основными количественными признаками гибридов риса;
6. Провести скрининг растений и выделить генотипы по комплексу хозяйственно-ценных признаков для дальнейшего изучения в селекционном процессе.

Научная новизна проведенных исследований заключается в том, что впервые на рисе по результатам анализа растений F_1 и F_2, использовано построение графиков Хеймана, позволившее выявить наследование некоторых количественных признаков. Последнее позволяет получить исходный материал с желаемым сочетанием признаков. Установлено, что сорт Кумир может использоваться в качестве родительской формы для получения короткостебельных растений, а Лидер – для увеличения продуктивности метелки. Вовлечение в скрещивания образца КПУ-92-08 дает во втором поколении наибольшее число трансгрессивных форм по большинству изученных количественных признаков. Изучена изменчивость количественных признаков внутривидовых гибридов, что позволяет прогнозировать эффективность отбора из гибридной популяции.

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 семей риса для изучения их в контрольном питомнике.

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.

Личный вклад автора. Соискатель разработал и реализовал программу исследований, подобрал исходный материал и методы проведения экспериментальной работы, выполнил гибридизацию и изучил гибриды; собрал научную информацию; провел статистическую обработку экспериментальных данных различными способами биометрической статистики, анализ и интерпретацию результатов исследований, изложенных в отчетах отдела; осуществил написание научных статей, отчетов, диссертационной работы и автореферата.

Достоверность и обоснованность полученных результатов экспериментальных данных, выводов и 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.

Реализация результатов работы:

1. Определено наследование количественных признаков, позволяющее заранее спланировать проявление желаемого признака при гибридизации риса.
2. Установлены сорта риса, которые имеют наибольшую комбинационную способность, для вовлечения в скрещивания с целью получения высокогетерозисных гибридов.
3. Выявлены высококорелируемые признаки, которые можно использовать в качестве маркерных при отборе лучших растений.

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.

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.

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.

1. НАСЛЕДОВАНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ГИБРИДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ (Обзор литературы)

1.1 Народно-хозяйственное значение риса

Рис – является одной из древнейших сельскохозяйственных культур, играющей очень важную эволюционную, экологическую, биологическую и экономическую роль в жизни и историческом развитии человечества.

Название рода Oryza происходит от китайского слова «ou-li-zz», что означает «хорошее зерно для пищи, кормилец рода человеческого» [69, 93]. И действительно, сегодня рис является основным видом пищи для жителей тропических стран, который обеспечивает продуктами питания огромное количество людей. Причиной этому является то, что в условиях влажного муссонного климата тропиков любые другие зерновые культуры поражаются болезнями. Рис слабее поражается и в этих условиях является самой урожайной культурой, дающей с единицы площади максимальное количество продукции [102].

По валовым сборам зерна во всем мире рис стоит рядом с пшеницей, занимая по посевным площадям второе место после этой культуры [5]. Его потенциальная урожайность оценивается в 200-250 ц/га. Тогда как другие злаковые культуры формируют урожайность чуть больше 100 ц/га [3].

Кроме того, вследствие затопления в сезон дождей и в период засухи на больших территориях, кроме риса, ничего не произрастает. По словам Д. Гриста широкая приспособляемость риса объясняется существованием нескольких тысяч его сортов.

Для России рис, занимающий в зерновом балансе страны 1,5 – 2%, имеет жизненно важное агромелиоративное значение, так как позволяет использовать в сельскохозяйственном производстве земли, не пригодные ранее для выращивания других культур. Так, на Кубани, где в настоящее

время сосредоточено 84% Российского валового производства риса, около 31% почв подвержено засолению; 25% почвенного покрова засолено. Выращивание риса на этих территориях позволяет снизить засоление до уровня, необходимого для роста растений сельскохозяйственных культур. Исключение риса из таких севооборотов приведёт к вторичному засолению и заболачиванию почв этих регионов.

Разрушение этой отрасли, ее мелиоративного комплекса будет означать возврат к исторически сложившимся приазовским плавням, в течение нескольких лет более 100 тыс. га покроются сплошными камышами. Эти земли выпадут из сельскохозяйственного производства, поскольку на мелиоративных системах могут возделываться культуры только рисового севооборота.

Кроме того, как и в мировом сельском хозяйстве, российский рис – самая стабильная по урожайности зерновая культура. Рис в России выращивают в республиках: Адыгея, Дагестан, Калмыкия, Чечня; Краснодарском, Приморском краях, Астраханской, Ростовской областях и Еврейской автономной области.

Рис может возделываться как при постоянном затоплении почвы водой, так и периодическом орошении, и даже как суходольную культуру при обильно выпадающих осадках [4, 20, 91, 92].

Пища из риса быстро готовится, легко переваривается и хорошо усваивается организмом человека. Рис используется для приготовления сотен разнообразных блюд и кондитерских изделий [93]. Из рисового отвара готовят не только лекарственные средства, но и зерно этого злака высоко ценится как питательный продукт.

Уникальность рисовой крупы, как «чистого» продукта питания, заключается в том, что химические препараты, используемые как средства защиты при его выращивании, не попадают в эндосперм и в этом главная роль принадлежит щитку, который служит преградой и не пропускает молекулы не свойственные данному организму. При шлифовке риса зародыш

отбивается, тем самым, исключается попадание вредных веществ в крупу. Кроме того, отечественная крупа проходит короткий путь от переработки до потребителя, поэтому в фумигации не нуждается и может применяться для любой диеты, а также в лечебных целях [69].

Рис переваривается в организме человека быстрее, чем другие крупы, при этом затраты энергии – намного меньше. Усвояемость рисовой крупы самая высокая и составляет 95,9% [93, 102].

В мировом рисоводстве используется огромное количество сортов, которые могут заинтересовать любого тонкого гурмана. Выращивают короткозерные, среднезерные и длиннозерные сорта риса, различающиеся не только по биологическим, но и по кулинарным характеристикам. Зачастую, конкретный сорт используется для приготовления определенного блюда, что делает его уникальным и ценным. В особую группу относят сорта, биохимический состав которых предназначен для лечебного и детского питания. Сегодня, такие «эксклюзивные сорта» есть и в России: глютинозный (waxy rice) с низким или отсутствием содержания амилозы в эндосперме – Виола и Виолетта, длиннозерный – Снежинка и Австрал, краснозерный – Марс и Рубин [72].

Сечка и лом эндосперма рисовой зерновки широко используется как в консервном производстве, пивоварении, в медицине и других отраслях. Очень ценным является пищевое и техническое рисовое масло. Рисовая солома не уступает по питательной ценности сену многих злаков и служит ценным кормом для скота, особенно при силосовании в смеси с зеленой массой люцерны или гороха, но чаще применяется для подстилки. Отруби содержат значительное количество белка, жира, кремния, фосфорных соединений и витамины группы В. Лузга может использоваться на топливо. Солома является сырьем для изготовления бумаги, картона, веревки, канатов, мешков, а также вещей домашнего обихода: циновки, шляпы, сумки, обувь и др. [5, 93, 102]. Кроме того, солома повышает плодородие почв рисовых полей, являясь средой для развития полезных микроорганизмов.

1.2 Наследование качественных и количественных признаков

В селекционной работе для создания сорта важно знать закономерности наследования количественных признаков. Изучение в этом направлении позволяет определить селекционную ценность исходного материала, а также отобрать и использовать его на ранних этапах селекции [97].

При изучении наследования признаков, существует довольно условное деление их на: качественные и количественные. Для качественных признаков характерно наличие четко различимых альтернативных дискретных проявлений, например, высокий и низкий габитус растений, наличие или отсутствие остей, широкий и узкий лист, длинный или округлый колосок и т.д. К количественным признакам относят все признаки, которые можно измерить, подсчитать, взвесить. Эти признаки проявляют в большей или меньшей степени непрерывную изменчивость, при которой значение признака варьирует в различной степени. Кроме того, количественные признаки имеют разные закономерности наследования по сравнению с качественными. Они проявляют сильную реакцию на условия среды [104, 129].

Иногда при изучении определенного признака его можно рассматривать, как с точки зрения качественного, так и количественного признака. Примером может служить высота растения: очень высокорослые, высокорослые, полукарлики, карлики и ультракарлики – классификация для качественного признака, но если присвоить этим градациям числовое значение, то это уже будет количественный признак: очень высокорослые свыше – 126 см; высокорослые – 101 – 125 см; полукарлики (низкорослые) – 71 -100 см; карлики – 51 – 70 см и ультракарлики – менее 50 см [28, 123].

Несмотря на очевидную условность приведенной группировки, она необходима хотя бы потому, что количественные признаки представляются в качестве вариационного ряда, а качественные – имеют строгие

альтернативные классы. При этом существуют разные способы компановки исходных данных, что в свою очередь влияет на способы их использования и обработки [84, 129].

В работах, связанных с изучением наследования количественных признаков, было показано, что они контролируются генами, передача которых от родителей к потомкам осуществляется в соответствии с менделевскими закономерностями [104]. Это заявление справедливо, если количественные признаки детерминируются в основном небольшим числом олигогенов [17].

Существует две основные модели, с помощью которых описывают и объясняют наследование количественных признаков – это полигенная и олигогенная модели.

Полигенная модель предполагает, что признаки контролируются большим числом генов. Каждый из них вносит в изменчивость признака примерно одинаковый аддитивный вклад. При этом основной задачей является учет средовых влияний на фенотипическое проявление признака. В олигогенной моделе количественные признаки контролируются сравнительно небольшим числом генов (4 – 5), которые передаются согласно законам Менделя. При этом может проявляться эпистатическое и комплементарное взаимодействие генов, что уменьшает число фенотипических классов в расщеплении [104].

Принцип полимерного наследования признаков открыл в 1908 году Г. Нильссон-Эле. В развитие этого направления внесли большой вклад А. Ланг, Е. Ист, Дж. Расмуссен, К. Мазер и другие. Именно К.Мазер (1941) предложил термин «полигены», а затем уже стали широко применять понятие «полигенная наследственность». Сущность действия полигенов на количественный признак состоит в том, что каждый из них на развитие признака влияет слабо. Поэтому для эффективного выражения признака требуется целая система полигенов. В основе полигенной наследственности

лежат дискретные единицы – гены, которые при наследовании подчиняются законам Менделя [57].

При скрещивании исходных родительских особей в первом поколении, как правило, получают относительно однородную популяцию с различными значениями по сравнению с исходными формами. Во втором поколении признак проявляется аналогично, с той лишь разницей, что изменчивость в F_2 больше, чем в F_1 и в исходных формах [104], а также наблюдается плавный переход между крайними вариантами [21, 97]. В поколениях могут проявляться крайние отклонения, отсутствующие в исходных формах, и это явление носит название трансгрессии [104].

Явление трансгрессии возникает при определенных типах скрещивания. В этом случае некоторое число растений в поколении по определенному количественному признаку оказывается лучше, а другая часть хуже обоих родителей. Частота трансгрессивных форм зависит от числа полимерных генов, которые контролируют признак: чем больше генов – тем меньше трансгрессивных форм. Трансгрессии имеют существенное значение для селекционеров. Отбор в этих случаях нацелен на сохранение и упрочнение растений с наибольшим количеством полезных полимерных генов [21, 57, 61].

Изучение наследования количественных признаков позволяет определить не только в какой степени изменчивость является результатом действия генов, но и какой эффект наблюдается при действии внешней среды. В большинстве случает, такие признаки проявляют суммарный эффект, а замена одного из генов приводит к уменьшению или увеличению генотипической ценности изучаемого признака [97].

В 1984 году Драгавцев В.А. опубликовал работу, в которой предложена третья модель эколого-генетического контроля количественного признака. Данная модель имеет принципиальные отличия от предыдущих и рассматривает эколого-генетическую формулу количественного признака, как единый комплекс взаимосвязанных полигенов и лимитирующих

средовых факторов. В этой моделе элементарной единицей описания организации системы количественного признака является модуль, который состоит из одного результирующего и двух компонентных признаков. Модули организованы в иерархические пирамиды модулей. При смене внешних лимитирующих условий компоненты пирамиды изменяют свои вклады в конечный признак [45].

Долотовский И.М. (2002) рекомендует остановиться на одном следствии, отмечаемом автором модели: «… если при смене лимитирующего фактора внешней среды меняется спектр генов, детерминирующих генетическую изменчивость количественного признака, то это означает, что в принципе нельзя получить жесткую характеристику генетического устройства любого сложного признака, а словосочетание «генетика количественных признаков» вообще не имеет права на существование в отрыве от конкретной динамики лимитирующих факторов внешней среды. В связи с этим предложено заменить процедуру «генетического анализа» признаков на методы генетической инвентаризации генофонда по генетико-физиологическим системам…» [45, 46].

Мережко А.Ф. в 1994 году показал, что признак масса семян с растения пшеницы по вариабельности превосходит признак масса 1000 зерен и число семян с растения. Это свидетельствует о том, что эти два признака являются иерархически более низкого порядка и в качестве компонентных формируют результирующий первый признак [98].

В результате для получения адекватной информации о механизмах формирования количественного признака необходимо оценивать взаимосвязь компонентных признаков и их вклад в формирование факторов, которые стоят выше на протяжении ряда иерархических уровней модулей [45].

Эколого-генетическая модель позволяет прогнозировать большое количество феноменов количественной генетики, так как при смене внешних лим-факторов закономерно переопыляются спектры генов, что ведет к изменению как амплитуды генетической изменчивости количественного

признака, которая в частных случаях становится равной нулю, так и числа локусов, детерминирующих среднюю величину и генетическую изменчивость признака [52].

Однако даже при описании количественных признаков по модели, предложенной Драговцевым В.А., методы гибридологического и генетико-статистического анализов, которые отражают механизмы наследования изучаемых факторов, никто не отменял и ими продолжают пользоваться. Так как эти методы позволяют говорить о происходящих изменениях механизмов при варьировании средовых факторов.

Не менее важным является то, что одни и те же полигены, как правило, влияют на изменчивость многих признаков, или другими словами, обладают широким спектром плейотропного действия. Многие исследователи заметили, что различные количественные признаки проявляют неодинаковую зависимость от условий среды. Они обращают внимание на то, что внешняя среда оказывает влияние на модификационную изменчивость изучаемых признаков и коэффициент наследуемости [62].

При изучении количественных признаков зачастую используют дисперсионный анализ, разработанный Р. Фишером (1920), который позволяет обрабатывать результаты циклических скрещиваний таким образом, что есть возможность провести разложение дисперсии с вычислением взаимодействия между факторами. При проведении такого анализа придерживаются гипотезы о том, что количественные признаки детерминируются многими генами с аддитивным характером действия аллелей и генов, а каждый ген представлен двумя аллелями. Такой анализ позволяет определить не только комбинационную способность скрещиваемых исходных форм, но и вычислить коэффициент наследуемости, который показывает, какую долю от общего разнообразия признаков составляет изменчивость, обусловленная различиями генотипов. Иначе говоря, показывает представление о том, насколько фенотип отражает

генотип, что дает возможность заранее определить эффективность селекции [129].

Для понимания природы непрерывной изменчивости, которую создают количественные признаки, необходимо было объединить оба подхода – генетический и биометрический, каждый из которых восполнял друг друга [94].

В 1909 году В. Иоганнсен, а позже и Нильсон-Эле выявили, что под действием средовых факторов эффекты генотипической дискретности могут сглаживаться, реализуя значения фенотипа в непрерывную изменчивость [151].

Нужно учитывать, что при построении теории полигенных систем следует подходить с осторожностью, так как соответствующие гены могут обладать сходными эффектами, а факторы негенетической природы – легко их имитировать. Определить все эти факторы довольно сложная задача. Поэтому существование генетических факторов, определяющих непрерывную изменчивость признаков, почти невозможно установить с помощью обычного гибридологического анализа [94] .

В результате при анализе любого количественного признака мы встречаемся со слитым в одно целое взаимодействием генотипа и среды. В целом фенотипическая изменчивость имеет сложный состав, она равна сумме всех форм генотипической вариансы и эффектов среды [18, 57, 95, 154]:

$$\sigma_P^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_H^2 + \sigma_E^2$$

где, σ_A^2 – аддитивная варианса;

σ_D^2 – доминантная варианса;

σ_H^2 – неаллельная варианса;

σ_E^2 – варианса среды.

Под аддитивной вариансой (σ_A^2) подразумеваются случаи кумулятивного (аддитивного) эффекта однозначных факторов, когда наследственная изменчивость определяется только количеством полигенов, действующих по принципу кодоминантности, вне зависимости от явлений

доминантности или рецессивности. Вторым компонентом является изменчивость количественных признаков, идущая на основе доминантных полигенов (σ_D^2), при которой гибриды оказываются не промежуточными, а более похожими на одного из родителей. Под неаллельной вариансой (σ_H^2) понимают взаимодействие генов по типу комплементарных генов, супрессорных генов и других, которые также оказывают заметное влияние на генетику количественных признаков [56, 57].

Существует понятие гены-модификаторы, которые во многом совпадают со смысловым значением о полигенах. В том случае, когда развитие признака контролируется конкретным геном, дающим общую возможность развития данного признака, можно назвать его главным геном. Те полимерные факторы, которые по отдельности слабо модифицируют выражение главного гена, получили название гены-модификаторы. Однако эти гены могут иметь и собственное действие, проявляя влияние на признак в отсутствие главного гена. На ряду с генами-модификаторами, описан другой тип – специфические гены, которые способны влиять на развитие признака только в присутствии главного гена. Поскольку процессы развития проходят на основе широкого взаимодействия генов, помимо своей способности действовать самостоятельно, может выступать как специфический, так и неспецифический модификатор действия других генов [54, 57, 61, 112].

Вклад того или иного фактора в значение признака оценивается не абсолютной величиной, не средним значением признака, а его дисперсией. Поэтому основной статистический аппарат исследования количественных признаков в популяциях – дисперсионный, а также корреляционный и регрессионный анализы. С их помощью можно оценить интересующие исследователя параметры, имеющие достаточно простую популяционно-генетическую интерпретацию [127].

Сложные проблемы полигенного наследования количественных признаков стоят в прямой зависимости с учением о генетических системах.

Очевидно, что наследование хозяйственно ценных признаков, например, урожайности, устойчивости и других, в генетическом плане является очень сложным; здесь невозможна оценка действия отдельных генов, так как все виды селекции и все генетические системы связаны с явлением количественной наследственности [55].

Если говорить о взаимодействии генов при наследовании признаков, то существует две формы: аллельное и неаллельное. Г. Мендель (1865) выявил только одну форму взаимодействия между аллельными генами – полное или неполное доминирование одной аллели над другой, которое выполняется при двух основных условиях: гены должны находиться в разных парах гомологичных хромосом и каждый ген действует на признак независимо от других факторов.

Явление доминирования представляет собой преобладание в потомстве признаков одного из родителей, или подавление в гибридах одних признаков другими. В опытах с горохом Г. Мендель наблюдал не только полное проявление признака – полное доминирование, но и неполное доминирование или полудоминирование [22, 25, 85]. В своих исследованиях он установил, что явление доминирования не зависит ни от материнский, ни от отцовской формы, т.е. отсутствует реципрокный эффект [22, 85]. При определении доминирования необходимо придерживаться конкретной шкалы, с помощью которой измеряется значение признака. Анализ при этом должен быть максимально простым, чтобы эффекты взаимодействия между генами, генотипом и средой отсутствовали или были достаточно малы [94]. От выбора шкалы могут зависеть такие показатели, как степень доминирования, ее наличие и направление [85, 94]. Доминирование охватывает более ограниченное количество взаимосвязей между генами, чем неаллельное взаимодействие, что значительно упрощает анализ и интерпретацию данных [94].

В отношении количественных признаков степень доминирования показывает, во сколько раз превышение величины фактора первого

поколения над средним значением его родителей больше превышения лучшего родителя над той же средней [85]. Степень доминирования может принимать значения от минус бесконечности до плюс бесконечности [63].

Большое число наблюдений и опытов показали, что доминирование – сложное явление, которое может видоизменяться под влиянием внешних условий, возраста, пола, особенностей самого организма, а также других наследственных факторов [21, 22, 85]. Различают также нестойкое доминирование, когда один и тот же аллель в разных генотипических и внешних средах может быть то доминантным, то рецессивным. Если вначале доминирует один аллель, а затем другой, такое доминирование называется обратимым [25, 133].

Предполагается, что доминантные гены обладают аддитивным, или суммирующим эффектом, в отношении многих количественных признаков, по которым обычно и проявляется гетерозис. Они же могут проявлять суммирующее действие во всех случаях, когда определяют слагаемые какого-либо сложного количественного признака, на развитие которого действуют не две или три пары аллелей, а больше. Поэтому, чем больше локусов с доминантными благоприятными генами имеет гибрид, тем более мощным будет его развитие [21].

В начале XX в. В. Бетсон открыл явление неаллельного взаимодействия генов, при котором развитие признака осуществляется при совместном действии двух или нескольких неаллельных факторов [61].

Различают несколько типов неаллельного взаимодействия генов: комплементарное, эпистатическое, полимерное и модифицирующее действие.

Комплементарными, или дополнительными генами называют неаллельные гены, которые при совместном действии в гомозиготном или гетерозиготном состоянии обусловливают развитие нового признака, отсутствовавшего в родительских формах [1, 61]. Открыто данное взаимодействие впервые в душистом горошке Бетсоном и Пиннетом. Во

втором поколении расщепление соответствует 9:7 и относится к случаю, когда каждый ген в отдельности не обладал способностью вызывать развитие признака. Однако известны случаи, когда один или оба комплементарных гена характеризуются самостоятельным проявлением, тогда расщепление во втором поколении будет соответствовать 9:3:4 или 9:3:3:1. Меняется модель расщепления и при сходном фенотипическом эффекте обоих комплементарных генов – 9:6:1 [61].

Под эпистазом понимают взаимодействие, при котором аллель одного фактора подавляет аллель другого гена, неаллельного ему. Другими словами, эпистаз – это неаллельное доминирование и его делят на два типа: доминантный и рецессивный. Доминантный эпистаз представляет собой подавление доминантным аллелем одного гена действия аллельной пары другого гена. А рецессивный эпистаз – это такой тип взаимодействия, при котором рецессивный аллель одного гена, будучи в гомозиготном состоянии, не дает возможность проявиться доминантному или рецессивному аллелю других генов. Расщепление во втором поколении при доминантном эпистазе соответствует 13:3, но может давать и 12:3:1. При рецессивном эпистазе расщепление во втором поколении сходно с комплементарным взаимодействием генов и соответствует 9:3:4. Помимо одинарного рецессивного эпистаза, существует двойной рецессивный эпистаз, при котором рецессивный аллель каждого из генов в гомозиготном состоянии одновременно реципрокно подавляет действие доминантных аллелей каждого из генов. Расщепление по фенотипу во втором поколении будет соответствовать 9:7 [61].

При неаллельном взаимодействии генов такого, как полимерия, разные локусы (гены) проявляют одинаковый или сходный фенотипический эффект. Это явление было открыто в 1908 году шведским генетиком Нильссоном-Эле. Накопление в фенотипе доминантных полимерных аллелей приводит к суммированию их действия и эти гены имеют кумулятивный (аддитивный) эффект, поэтому такой вид взаимодействия называют кумулятивной

полимерией. В основном все количественные признаки наследуются по данному типу и степень выраженности признака зависит от числа доминантных генов.

Также следует отметить, что явление трансгрессии характерно именно для кумулятивной полимерии. При скрещивании пастушьей сумки с разными формами плода, во втором поколении наблюдалось расщепление в отношении 15:1. При тригибридном скрещивании расщепление по таким генам будет 63:1 и явление называется некумулятивной полимерией. В случае некумулятивной полимерии в генотипе разного количества доминантных полимерных генов однозначного действия не изменяет выраженности признака, поэтому достаточно одной доминантной аллели, чтобы вызвать развитие фактора [1, 61]. При полимерном наследовании признаков невозможно во втором поколении разбить на четко различимые фенотипы, а получается непрерывный ряд изменчивости. Часто очень трудно отличить изменчивость, вызванную полимерными генами, от варьирования, вызванного воздействием внешней среды, что существенно затрудняет изучение полимерии [1].

При изучении наследования того или иного признака и установлении моногенного расщепления по одной аллельной паре, зачастую гены, которые определяют признаки, называют лишь условно. На самом деле учитываемый признак является только частным его проявлением. В генотипе организмов, как описывалось выше, выделяют гены основного действия, определяющие конкретные признаки и свойства, и гены-модификаторы, которые сами не определяются какими-либо факторами, но влияют на фенотипическое проявление генов другого локуса: усиливают или ослабляют их действие. Гены, которые усиливают проявление основных генов, называются интенсификаторами, а гены, ослабляющие - ингибиторами [61]. Так ген I-T-Inhibitor of T – ген-ингибитор риса, подавляющий развитие высокорослого габитуса растения, обуславливает карликовость. Широко используются в

селекционной практике гены: Bg, T, sd, d, для введения в генплазму риса низкорослости или карликовости [28].

Как известно, развитие любого признака обуславливается всем генотипом или системой генов, при этом каждый ген может действовать на развитие многих признаков или, другими словами, на всю систему развивающегося организма. Еще Г. Мендель отмечал, что один из изучаемых им генов действовал одновременно на несколько признаков – на окраску цветков, семян и пазух листьев гороха, что свидетельствует о плейотропном (множественном) действии гена. Существует гипотеза о том, что все гены в разной степени имеют плейотропный эффект [61].

Как установлено, многие количественные признаки наследуются способом, предполагающим отсутствие доминантности. Известно много примеров, когда гибриды первого поколения имеют промежуточное положение или неполное доминирование между проявлением признака родительских форм [115]. В исследованиях во ВНИИ риса, где скрещивались высокорослые и низкорослые растения риса, отмечен эффект частичного доминирования высокорослого родителя над карликом. Однако существуют данные, которые свидетельствуют о проявлении эффекта гетерозиса особенно в отношении признаков высота растения и длина метелки. По этим признакам можно наглядно определить проявление гетерозиса, без проведения более тщательного анализа. Так в работе, на базе ВНИИ риса, по введению признака низкорослости в генотипы отечественных сортов риса, в первом поколении гибридные растения были высокорослые [28].

Высокорослые сорта риса способны формировать повышенную урожайность, однако часто склонны к полеганию. В полегшей массе создается микроклимат с повышенной влажностью и зерновки нередко начинают прорастать. Это явление снижает технологические и посевные качества зерна и семян, приводит к потерям урожая. В связи с этим селекционная работа риса направлена на уменьшение высоты растения. Во ВНИИ риса получен ряд гибридов с карликами: Анао, Мутант Шиловского и

др. [28, 36, 124]. Однако генетическая природа этого признака недостаточно изучена, поэтому результаты довольно разноречивы [26]. По результатам опытов многих исследователей установлено, что наследование высоты растений в первом поколении носит промежуточный характер с отклонением в сторону родителя с более развитым признаком [7, 44, 42, 99, 118], а также может проявляться положительное доминирование и сверхдоминирование более высокорослых родителей [44, 42, 99, 115]. К примеру, при скрещивании гибрида риса Мутант Шиловского и сорта Снежинка, полукарликовость второго проявляет эффект сверхдоминирования по отношению к карлику [43]. Во многих гибридных комбинаций наблюдается гетерозис по данному признаку, и он возникает в результате накопления в гетерозиготе доминантных генов [99, 120]. Во втором поколении расщепление гибридов риса близко к 3:1 и указывает на моногенный тип наследования признака высота растения образцов с геном карликовости [30, 32, 41]. По другим данным высота растения различается по двум парам генов и расщепление происходит в соотношении 1:4:6:4:1 при этом доминирование отсутствует [97, 75]. В гибридах проявление признака высота растения обусловлено аддитивными, доминантными, эпистатическими эффектами [99] и полимерией [115].

Одним из особенных компонентов высоты растений риса является длина метелки, которая показывает самую большую наследуемость среди других признаков метелки. Данный признак генетически доминантен и определяется одним геном - Lp [76]. В других исследованиях наследование происходит по типу отсутствия доминирования, при скрещивании сортообразцов риса Вертикальный и Бахус [75]; промежуточного доминирования – Арпа-Шалы и К-4613 [7, 41] и сверхдоминирования – К-1634 и Кубань 3 [42]. Во многих гибридных комбинациях возможно проявление эффекта гетерозиса по признаку длина метелки [7]. Как в случае наследования высоты растения в гибридах риса второго поколения не обнаруживается расщепления на определенные фенотипические классы по

признаку длина метелки. Образуется вариационный ряд, в котором растения распределяются с определенной закономерностью. В отношении длины метелки значения изменяются в пределах родительских форм, образуя непрерывный ряд. Есть случаи, когда наследование происходит по принципу трансгрессирования. Во втором поколении наследование проходит по типу полимерии [115]. По другим данным родительские формы, которые различаются по одной паре генов, расщеплялись в соотношении 1:2:1 [75], с преобладанием длинной метелки [26].

Признак число колосков на главной метелке показывает потенциальную продуктивность растения [138]. Данный признак обладает высокой наследуемостью и гетерозисом. По данным исследователей - это полигенный признак, который во всех случаях проявляет эффект полного доминирования с преобладанием сверхдоминирования [32]. Но существуют и другие данные, которые показывают, что в первом поколении наследование происходит в основном по типу неполного доминирования, причем, только иногда с проявлением гетерозиса [7, 42]. Во втором поколении наблюдается большое количество трансгрессивных форм, которое может быть вызвано неаллельными различиями в генотипах родительских форм. Расщепление происходит по моногенному типу в соотношении 3:1 [79]. Другие исследования свидетельствует об отрицательном доминировании меньших значений признаков, при котором аллельные различия родительских форм наблюдались по двум парам генов и расщеплялись в соотношении 15:1 [75].

Одним из основных признаков, характеризующим селекционную ценность родительских форм и гибридов риса, является масса зерна с метелки [44]. В первом поколении признак масса зерна с метелки наследуется по типу сверхдоминирования и неполного доминирования [7], или проявляет высокий гетерозис, который сохраняется и во втором поколении [32]. По другим данным, во втором поколении проявляются, как трансгрессионные формы, благодаря которым наблюдается сверхдоминирование, так и генотипы, проявление признака которых

формируется в основном за счет кумулятивного эффекта [44]. Наследование массы зерна с метелки может происходить с доминированием меньших значений признака, при котором аллельные различия наблюдаются по двум парам генов и расщепление соответствует 3:7:5:1 [75].

Масса 1000 зерен – является сортовым признаком, который слабо и средне варьирует на условия внешней среды. В первом поколении наблюдается неполное доминирование крупного зерна [138]. Во втором поколении могут проявляться трансгрессионные формы, на основе которых возможно отобрать растения с нужными характеристиками по данному признаку [29]. В других исследованиях наблюдается гибридная депрессия, родительские формы различаются по одной паре крупных генов и расщепление соответствует соотношению 3:1, вызванное несколькими мелкими генами [79]. Также в некоторых исследованиях наследование проходит с доминированием меньших значений признаков, однако расщепление происходит по дигибридной схеме с различным соотношением 15:1 и 9:6:1 – с кумулятивным эффектом генов [78].

Масса зерна с растения – является одним из основных количественных признаков, который определяет индивидуальную урожайность сорта и продуктивность растения. С помощью данного признака можно определить биологическую урожайность любого образца или сорта [138]. Генетическая изменчивость признака масса зерна с растения обусловлена только доминантными эффектами. Исследования методом диаллельного анализа родительских особей и гибридов показали, что для образцов характерно сильное комплементарное взаимодействие генов и сверхдоминирование [118]. Масса зерна с растения – довольно сложный признак для изучения, так как включает в себя несколько составляющих: продуктивную кустистость, число и массу зерна с метелок и другие факторы. По сути дела это комплексный признак, в который входят иерархически более низкого порядка составляющие и в качестве компонентов формируют результирующий признак масса зерна с растения.

Размер зерновки довольно важный признак в отношении коммерческих услуг, так как покупатели часто предпочитают длиннозерный рис круглозерному. Это в свою очередь влияет на цену: длиннозерный рис дороже, чем круглозерный. Однако урожайность сортов риса с удлиненной зерновки значительно ниже и уступает рису с округлой [64, 79, 85]. При характеристике формы зерновки, размер зерна может быть обозначен массой, объемом, или длиной, последняя мера – самая адекватная для анализа наследования, так как обладает высокой наследуемостью и контролируется полигенно [64]. По одним данным наследование длины зерновки варьрует от моногенного [146], дигенного [142], трехгенного [37] и до полигенного [64, 144]. Так в скрещиваниях образцов с округлой и длинной зерновкой в первом поколении гибриды имели округлую зерновку, а во втором – длиннозерность детерминирована рецессивным моногенным фактором (расщепление 3:1) [28]. Имеются литературные данные, в которых короткая зерновка доминирует над длинной [159] и носит промежуточный тип наследования [85]. По другим данным при полигенном наследовании были обнаружены аддитивный и доминантный эффекты [157], при которых направление изменялось в зависимости от гибрида [94]. Характер наследования ширины зерновки обусловлен полигенами [139]. В некоторых исследованиях отмечено, что расщепление по длине и ширине зерновки имеет эффект трансгрессии [145]. По признаку длина зерновки исходные родительские формы различаются по 1 – 2 [79] или 3 парам генов [64] и доминирует большая длина, а по признаку ширина зерновки – 1 или 2 парам генов с доминированием большей ширины [79]. По современным данным, длину зерна в первую очередь контролирует локус количественного признака – GS3, который также влияет на массу, ширину и толщину зерна риса [64].

Подводя итог, можно отметить, что наследование количественных признаков детерминировано полигенами и многие из них обладают плейотропным действием. Часто при полигенном наследовании каждый из отдельных генов не может вызвать проявление признака, а лишь оказывает

слабое действие на его проявление. В потомстве, где должно происходить расщепление, наблюдается непрерывный ряд вариаций количественного признака, вместо четко разграниченных альтернативных классов по фенотипу. Кроме того, результаты генотипических исследований наследования и изменчивости какого-либо признака зачастую противоречивы, что связано либо со сложностью процессов генетики, либо недостаточной длительностью проведенных опытов [128].

1.3 Изменчивость признаков риса

Изменчивость – это процесс, отражающий взаимосвязь организма с окружающей средой. С генетической точки зрения изменчивость представляет собой результат реакции генотипа в процессе индивидуального развития организма на условия внешней среды. Изменчивость является не только одним из главных фактором эволюции, но и служит источником для искусственного и естественного отбора.

Различают наследственную и ненаследственную изменчивость. Наследственная изменчивость представляет собой изменение генотипа, а ненаследственная – изменение фенотипа организма [87].

Изменчивость признака выражается в появлении наследственных вариантов, которые вызваны влиянием среды, модификациях, затрагивающие только фенотип, и генетически обусловленны возникновением новых рекомбинаций и мутаций, происходящих в ряде сменяющих друг друга поколений или популяций [51, 138].

Датский исследователь В. Иоганнсен, который впервые изучал варьирование количественных признаков, пришел к заключению, что изменчивость фактора определяется как наследственными факторами, так и внешней средой. Помимо предложенных понятий о фенотипе, генотипе и гене, он сделал заключение, что фенотип без оценки потомства абсолютно ненадежен в отношении определения генотипа [138].

Описание изменчивости естественных и сортовых популяций по фенотипу дает представление лишь о фенотипических вариантах варьирования, но не раскрывает потенциальных генетических их возможностей. Для выявления потенциальной генотипической изменчивости необходимо использовать только генетические методы [132].

Количественные признаки во многом зависят от действия внешних факторов, и особенно соотношение величин и значений генотипической и фенотипической изменчивости [51, 138].

Как показывает практика, количественные признаки подвержены сильной модификационной изменчивости, и наследственные свойства организма нельзя характеризовать лишь одной формой проявления. Генотип характеризует норму реакции признака, или, другими словами, способ и величину реагирования генотипа на изменения факторов окружающей среды [138].

Существенное значение имеет выяснение генотипической и фенотипической изменчивости, а также наследуемости хозяйственно-ценных признаков перспективных образцов в конкретных условиях выращивания [121].

Применение внутривидовой гибридизации для самоопыляющихся культур приводит к возникновению принципиально нового гетерозиготного генотипа, который при последующей гомозиготизации дает новые варианты изменчивости [132].

В литературе изменчивость представлена несколькими типами: модификационная, генотипическая, гибридологическая, мутационная, сомаклональная, онтогенетическая и статистическая. Все типы изменчивости количественных признаков широко используются в практической селекционной работе при отборе растений из гибридных популяций [158].

Модификационная изменчивость обусловлена факторами внешней среды. Выражается в процентах и имеет значения: слабая (до 10%), средняя (от 10% и до 20%) и сильная (больше 20%) [155]. По результатам

исследований установлено, что признаки: масса 1000 зерен, высота растения и длина метелки обладают слабой изменчивостью; средняя изменчивость характерна для признаков плотность метелки и количество колосков на ней; значительную изменчивость имеют масса зерна с метелки и растения [65].

Генотипическое варьирование получено при разложении фенотипической изменчивости на генетическую и модификационную [138]. Известно, что фенотипическая изменчивость признаков зависит от двух факторов: генотипа и условий среды, в которых происходит реализация генотипических особенностей [65].

Гибридологическая изменчивость связана с гибридизацией и изучением гибридов первого и второго поколения. В гибридах риса во втором поколении наблюдается сильная изменчивость признаков за счет расщепления, появляются формы с нужной рекомбинацией генов [40]. Пределы изменчивости признаков гибридов больше, чем родительских форм [38].

Мутационная изменчивость связана с мутационным процессом, когда мутирует доминантный ген в рецессивное состояние или наоборот – появляются мутанты, отличающиеся фенотипом или генотипом от исходного сорта.

Сомаклональная изменчивость наблюдается в опытах по биотехнологии при использовании культуры тканей in vitro. Что касается онтогенетической изменчивости, то она проявляется в процессе онтогенеза растений, а статистическая – определяется статистическими методами, когда вычисляется среднее, среднее квадратичное отклонение и коэффициент варьирования [138].

У самоопылителей практически исключена изменчивость, обусловленная наличием гетерозигот, обычно в пределах сортовой популяции не проявляются доминирование, сверхдоминирование и др. Каждое растение самоопылителей константно и получаемое от него потомство идентично исходной особи. Любые появляющиеся мутации

выделяются в виде гомозигот, в той или иной степени отличающихся от исходной формы, и быстро подвергаются влиянию естественного или искусственного отбора [118].

При анализе материала в селекционном питомнике необходимо учитывать, что одноименные признаки разных генотипов имеют общую величину модификационной изменчивости, не зависящую от значения признака конкретной формы [65].

При анализе некоторых признаков, для риса характерна значительная фенотипическая и генотипическая изменчивость, максимальная для числа зерен в метелке и минимальная для размера зерна.

В результате проведенных исследований, установлено, что из всех факторов среды наибольшее влияние на формирование количественных признаков риса оказывает площадь питания [118].

Родительские формы по признаку высота растения однородны, с небольшим размахом изменчивости, которая не превышает 10%. При такой однородности можно рассматривать сорт как генотипически выравненный. Основным источником варьирования служит модификационная изменчивость [8, 31].

1.4 Комбинационная способность

Одним из основных эффективных методов селекции, с помощью которого можно добиться повышения продуктивности и жизнеспособности сельскохозяйственных растений в короткие сроки – является гетерозис. В связи с этим стоит задача по совершенствованию методов селекции риса в направлении практического использования эффекта гетерозиса первого и трансгрессий второго поколений. Для этого необходимо вовлекать в скрещивания такие родительские формы, которые обладают высокой комбинационной способностью по отдельным или комплексу хозяйственно-ценных признаков [83, 125].

Первые понятия о комбинационной способности связаны с изучением гибридов кукурузы. Оно возникло в ходе исследований генетических причин гетерозиса и разработки методов селекции. Развитие данного направления происходило при решении актуальных вопросов гетерозисной селекции, связанной с поиском приемов оценки селектируемого материала на комбинационную способность, выяснением причин и степени ее варьирования, разработкой эффективных программ и методов селекции с целью получения лучших компонентов скрещивания, приемов подбора родительских пар, дающих наиболее гетерозисное потомство и другие. Благодаря достигнутым результатам в гетерозисной селекции, такой путь развития является очень перспективным [130].

Комбинационная способность любого генотипа обусловливается доминантным состоянием генов, которые отвечают за проявление и степень выраженности конкретного признака. Поэтому, начиная с первого поколения, когда аллель находится в гетерозиготном состоянии, у нас есть возможность провести целенаправленные отборы во втором и последующих поколениях с целью создания новых сортов, превосходящие исходные формы и стандарт по селектируемым признакам [119].

Говоря о комбинационной ценности в гетерозисной селекции, мы вкладываем в нее понятие способность организмов (линий, сортов, пород), используемые в качестве родительских форм, давать гетерозисное гибридное потомство. Однако данный термин может употребляться и более в широком смысле, выражая собой ценность исходного материала, который используется в скрещиваниях, не только как источник получения гетерозисно-гибридного потомства, но и как источник для создания хозяйственно-полезных рекомбинаций.

С отбором форм по комбинационной ценности связано немало трудностей, так как нет косвенных признаков, по которым можно было бы судить о комбинационной способности растений. Как показывает практика, корреляция между продуктивностью линий и урожайностью гибридов

положительная, но недостаточно высокая, чтобы использовать ее как основу для отбора линий.

Существует один надежный способ определения комбинационной способности селектируемых форм – скрещивание с последующим испытанием гибридного потомства.

Сущность метода по оценке родительских линий по общей комбинационной способности сводится к измерению аддитивных эффектов, а оценка на специфическую комбинационную способность - неаддитивных эффектов эпистаза и сверхдоминирования при взаимодействии генов анализируемой линии с генотипом тестера [130].

Н.В. Турбин (1971) в своей статье указывает, что «…специфическая комбинационная способность больше варьирует в зависимости от места и года испытания, чем общая; она характеризуется большей вариансой, зависящей от взаимодействия генотипа и среды. Поэтому для получения надежных данных по оценке анализируемых линий на специфическую комбинационную способность, необходимо проводить испытания в большем числе пунктов и в течение более длительного времени, чем это делается при испытании на общую комбинационную способность».

Немаловажным фактором в получении достоверных результатов при изучении комбинационной способности, помимо подбора родительских форм, принадлежит и выбор метода, с помощью которого будет осуществляться опыт.

Существует несколько методов для проверки комбинационной способности, а именно: диаллельные скрещивания, топкросс, поликросс и свободное опыление.

Диаллельные схемы представляют собой скрещивания исходного материала во всех возможных вариантах. Эти скрещивания дают наиболее полную информацию, как в отношении общей комбинационной способности, так и специфической каждой проверяемой линии, а также предоставляет важную информацию о генетической природе родительских форм [16].

Grriffing B.A. (1956) предложил четыре схемы полных диаллельных скрещиваний для испытания гибридов и назвал их «экспериментальными методами»: 1 – прямые и обратные скрещивания + родительские формы; 2 – только прямые скрещивания + родители; 3 – прямые и обратные скрещивания; 4 – только прямые скрещивания [16]. Эти четыре метода статистического анализа различаются сложностью эксперимента получения результатов и представляют собой различные схемы дисперсионного анализа [130].

В поисках путей, при которых бы сокращался объем работ для определения комбинационной способности гибридов, К. Хинкельман и К. Стерн (1960), Д. Файф и Н. Джильберт (1963) предложили методы неполных диаллельных скрещиваний. В них каждую проверяемую линию скрещивают не со всеми, а только с некоторыми отцовскими формами из набора изучаемых родителей. Эффективность таких скрещиваний по сравнению с полными диаллельными скрещиваниями составляет 80 – 90% при значительном сокращении объема работы в три и более раза [16].

Dawis R.L. (1927, 1929) предложил метод топкросса, сущность которого состоит в переопылении каждой линии с популяцией одного свободного опыляемого сорта, для оценки общей комбинационной способности. Количество тестеров определяется индивидуально, главное, чтобы они были гетерозиготными и различались генетически [12]. Этот метод оценки селектируемых линий позволил сократить объем работы в несколько раз [130].

Как в диаллельных схемах различают полные и неполные методы по определению комбинационной способности, так и в топкроссах, скрещивания могут проводиться по полной и неполной схемам. В них материнскую форму скрещивают не со всеми, а с несколькими тестерами [16].

В 1975 году Савченко В.К. были предложены сетевые пробные скрещивания или сеткпроссы, как методы генетического анализа. При этом

анализе изучаемый набор линий сначала ранжируют по основному признаку, затем линии с нечетными номерами включают в первый набор, а с четными – во второй. Каждая линия первого набора скрещивается со всеми линиями второго набора, выполняя функцию генетического анализатора [116].

Tysdal H.M. (1942) впервые использовал термин «поликросс» для обозначения потомства перекрестноопыляющихся растений и определения общей комбинационной способности. Растения высеваются семенами в одном и том же питомнике и свободно переопыляются с другими сортами (линиями, клонами). Существенное значение имеет число повторностей, размеры делянок, последовательность их расположения и выравненность по срокам цветения [12, 130].

В 1960 году А.Е. Коварский и Б.М. Будак опубликовали данные, где использовали метод свободного опыления для оценки самоопыленных линий кукурузы с целью подбора компонентов для гибридизации. В результате линии с высокой комбинационной способностью при свободном опылении характеризовались лучшей избирательностью по отношению к чужой пыльце и имели повышенную продуктивность. Данный метод позволяет браковать на ранних этапах без риска потери ценных генотипов [23].

Наиболее распространенными методами оценки комбинационной способности риса являются системы диаллельных и топкроссных скрещиваний, при достаточно существенных различиях в объеме необходимых скрещиваний и точности получаемой информации.

В культуре риса комбинационная способность и гетерозис изучены методом диаллельного анализа по признакам: длина стебля и метелки, масса растения, урожай зерна, число побегов и метелок на растении, количество метелок на гнездо, число колосков в соцветии, масса метелки и 1000 зерен, размеру и форме необрушенного зерна, содержанию белка, амилозы, температуре желатинизации и некоторым другим количественным признакам при использовании различного набора сортов для скрещивания [18].

По литературным данным гетерозис в первом поколении оказывает положительное влияние на проявление трансгрессии в F_2. Однако различные комбинации по-разному реагируют на проявление гетерозиса гибридов. Было установлено, что корреляции в первом и втором поколениях общей комбинационной способности имеют высокие и средние значения, что доказывает повышенную стабильность этого показателя при оценке сортов. Корреляция специфической комбинационной способности наблюдается слабая и средняя, что говорит об уменьшении гетерозиса в гибридных популяциях F_2. Это свидетельствует о возможности прогнозирования проявления трансгрессивных форм, на основании оценки общей и специфической комбинационной способностей гибридов первого поколения и их родительских форм [15].

Необходимо отметить, что использование статистических методов при анализе растений позволяет не только выделить наиболее ценные родительские формы на основании хозяйственно полезных признаков, но и подобрать рациональные пути их использования в селекции, с целью создания высокогетерозисных гибридов, а также ускорить селекционный процесс.

По данным Чан Динь Лонга (1990), наибольший гетерозисный эффект при наследовании признака массы зерна с метелки риса выявлен в гибридных комбинациях, родительские формы которых обладают высокой общей комбинационной способностью. Установлено, что в некоторых сортах риса изменчивость эффектов ОКС выше, чем варианс СКС. Поэтому при работе с такими сортами рекомендуется применять метод массовых отборов. А если изменчивость варианс СКС выше эффектов ОКС, то при селекционной работе с ними лучше использовать индивидуальный отбор [136].

Вожжова Н.Н. (2008) показала, что для получения наибольшей частоты проявления трансгрессий во втором поколении по признакам высота

растения и масса 1000 зерен, необходимо использовать родительские формы с низкой ОКС, а по признаку длина метелки – с высоким эффектом ОКС [15].

Kumar S., Singh H.B. и Sharma J.K. в 2007 году провели наблюдения и выявили, что ОКС и СКС имеют высокие показатели по урожаю зерна и его составляющих элементов, которые показывают важность как аддитивного, так и не аддитивного действия генов. По результатам их исследований, имеется преимущество аддитивного действия генов для признаков: высота растения, соотношения зерна к соломе, масса 1000 зерен и длина зерна; а неаддитивного – длина метелки и длина зерна. Аддитивное и неаддитивное влияние гена почти в равной степени является важным для урожая зерна с растения и соотношения длины и ширины [152].

В исследованиях Chakraborty R. и S., Dutta B.K. и др. (2008) почти во всех сочетаниях родительские формы обладают положительными и статистически достоверными значениями СКС по признаку урожай зерна. Высокий потенциальный урожай может быть достигнут и в сочетании высокая и низкая ОКС, если взаимодействие происходит между положительными аллелями. Эффекты ОКС зависят в основном от аддитивного действия генов, а вариансы СКС – сверхдоминирования или эпистаза [143].

Rosumma C.A. и Vijayakumar N.K. (2005) на основании проведенных исследований выявили, что урожай зерна с растения имеет высокие значения СКС за счет преобладания неаддитивной генетической дисперсии, которая может быть использована в селекции на гетерозис. А также, что нет прямой зависимости между эффектами ОКС родителей и СКС вариантами гибридных комбинаций [143, 156].

В заключение можно отметить, что комбинационная способность не является определяющим фактором при создании сортов. Однако на основании данных по комбинационной способности, можно подбирать наилучшие комбинации родительских пар для гибридизации, с целью

получения положительных трансгрессий и отбором высокопродуктивных растений.

1.5 Принципы отбора генотипов по количественным признакам для селекции растений

Изучение количественных и качественных признаков помогает правильно подбирать родительские пары для гибридизации при создании новых сортов, прогнозировать появление нужных рекомбинантов и повысить эффективность отбора в гибридных популяциях [66].

Именно отбору принадлежит главная роль в селекционном процессе растений. Известно, что теория отбора ценных генотипов на ранних этапах селекционного процесса включает в себя две группы задач: идентификация и оценка генотипов второго поколения, а также анализ генетики признаков продуктивности и синтез нужного генетического комплекса [50].

Отбор уникальных генотипов в расщепляющихся гибридных популяциях является одним из наиболее трудоемких в селекционном процессе. Его успех зависит не только от наличия генотипического разнообразия, но и познания закономерностей изменчивости и типов наследования признаков и свойств гибридов [106].

Действительное разнообразие аддитивных генов в популяциях сельскохозяйственных растений довольно велико и, несмотря на напряженный искусственный отбор, проводимый селекционерами, аддитивная варианса не приближается к нулю, а часто составляет 70-90% от общей генетической информации [131].

Основной причиной затруднения при применении многих методов генетического анализа количественных признаков является отсутствие показателей дискретности генотипов, которые составляют популяцию, что влияет на определение адаптивной ценности, оценку селекционного значения

и направленность отбора детерминирующих признак аллелей [96, 111, 114, 158].

Селекционный процесс можно рассматривать как многоступенчатый отбор. Окончательные его результаты определяются не только совершенством методики скрининга на каждой из ступеней отбора, но и их преемственностью [86].

Исследователи констатируют, что в растительных популяциях генотипическая варианса конкуренции является главным шумом, маскирующим проявление генотипа [59, 60].

Существует два рода шумов, которые маскируют генотипический и аддитивный каркасы популяции. К шумам первого рода, которые маскируют селекционно-ценные генотипические отклонения особей от популяционной средней, относятся: паратипический, генетический, конкурентный, экологически конкурентный. Шумы второго рода, маскирующие аддитивное отклонение по истинной продуктивности от популяционной средней, – материнские эффекты, экологические последействия и длительные модификации, возрастные и метамерные последствия [50].

Что касается самоопылителей, то для них наиболее важным является снятие шумов первого рода.

По мнению Драгавцева В.А (1974), из всех принципов разложения фенотипической вариансы, а именно: выравнивания фона, принцип эталонов и принцип Шрикганди, наиболее действенным, позволяющим вычленять селекционно-полезную вариансу, является принцип фоновых признаков. Фоновый признак не различает причины своего сдвига, он просто отклоняется [49].

Принцип фоновых признаков позволяет отказаться от оценки популяционных параметров, тем самым отбрасываются все популяционные ограничения количественной генетики, в которую входят: условия равновесия по Харди-Вайнбергу, требования панмиксии, принцип передачи генов от отца и матери с коэффициентом 0,5 и другие. В результате можно

перейти к оценке селекционно-полезного генотипического сдвига отдельного растения, что гораздо нужнее для селекционера, чем популяционный параметр, загрязненный многими шумами [50].

Помимо шумов первого и второго порядков существенную роль в идентификации играет комбинаторика генов. Если к этому добавить конкурентные и онтогенетические шумы, то станет очевидным, насколько сложна задача идентификации лучших генотипов растений по фенотипам на ранних этапах селекционного процесса. Для быстрой идентификации ценных генотипов, необходимо разработать на основе изучения поведения систем «фоновый признак – селекционный признак» на фоне разных шумов зрительные образы или простые индексы, которыми мог бы пользоваться селекционер [50, 81].

По мнению ряда авторов, при исследовании самоопылителей необходимо совершить поворот от анализа дисперсии к определению средних значений признака в гибридных популяциях, что позволит более точно выявить генетическую структуру гибридных популяций и рациональней прогнозировать эффективность отбора [127].

Для успешного осуществления отбора в расщепляющихся популяциях важно изучить тип наследования признаков и свойств гибридов. При аддитивном типе действия генов фенотип верно или почти точно отражает генотип и отбор в этом случае наиболее эффективный, при условии постоянства среды, а также возможно появление трансгрессивных форм. В случае доминирования отбор будет не настолько эффективен по фенотипу, так как практически невозможно различить растения в гомо- и гетерозиготном состоянии. При сверхдоминировании отбор лучших генотипов предпочтительно осуществлять в более поздних поколениях (F_4-F_6) с обязательным испытанием по потомству. При неаллельном взаимодействии генов отбор также лучше осуществлять в более поздних поколениях [106].

Каждый живой организм – сложная система, в которой все процессы взаимосвязаны и интенсификация одного процесса влечет за собой ослабление другого. В этом отношении при работе селекционера по составлению модели сорта необходимо соразмерять требования максимального дохода с реальными ресурсами, которыми система располагает [81].

Несмотря на довольно сложную задачу – построение модели будущего сорта точными методами математической теории, на основании экспертных опросов и обобщения результатов может помочь субъективизм, присущий каждому индивидууму, что делает вполне возможным составление реальной, основанной на коллективном опыте, модель сорта. При этом в качестве эксперта выступает селекционер, интуитивно «чувствующий» модель сорта [81, 86].

Методика отбора родоначальных растений из исходных популяций – одно из наиболее узких мест в селекции. Для повышения эффективности отбора должны разрабатываться как методика, техника учета признаков и свойств растений и оценка результатов измерений, так и процедура принятия решения. Плохая взаимосвязь между ступенями отбора приводит к перегрузке, неоправданному увеличению объема работ на отдельных ступенях и в конечном итоге – к нерациональным затратам времени и сил [86].

Однако сорт – это не механический набор особей одного генотипа или даже разных биотипов, а это система, это популяция [81]. При этом на состав популяции могут влиять как процессы расщепления, рекомбинации генов, так и отбор [122]. Поэтому если мы хотим получить сорт, нам необходимо изучить его структуру, определить линейный состав и выяснить конкурентные взаимоотношения как внутри, так и между этими линиями, что поможет избежать вырождения в процессе семеноводства [81].

Совершенствование и оптимизация методов отбора на всех его ступенях для селекционного процесса имеет большое практическое значение

и требует максимального внимания со стороны селекционеров, особенно в настоящее время при значительном успехе достижений селекции [86].

Для достижения успеха в селекции важно знать не только, как правильно проводить отбор, но и что следует отбирать, по каким сочетаниям признаков. Возникающие при этом проблемы, можно разделить на две категории: какое сочетание признаков для растений данного вида следует считать идеальным и как распознать желательные генотипы среди лучших фенотипов [58].

Ф. Эллиот (1961) отмечает, что отбор часто производится на основании произвольных требований на признаки, которые селекционер лично считает желательными, не имея для этого действительных оснований [140].

Дж. Уолкер (1969) пришел к выводу, что лучше использовать эмпирически вычисленные селекционные индексы, чем вести отбор на произвольную комбинацию признаков [160].

Бриггс и Ноулз (1972) констатируют, что селекция растения, как наука, основывается на принципах генетики, а как искусство она опирается на знание самого растения, его морфологических особенностей и реакций на условия внешней среды [11].

Из опытов, проводимых с подсолнечником, исследователи пришли к выводу, что в гибридах нельзя получить все мыслимые сочетания признаков родительских форм, изменения соотношений между ними определяется не желанием селекционера, а объективными закономерностями, которые необходимо учитывать при проведении отборов [60].

По результатам исследований А.Н. Касьяненко и В.П. Головина (1978) установили, что односторонний отбор оказал определенное влияние на систему взаимосвязей, что выразилось в появлении нежелательных отрицательных связей, а также в исчезновении некоторых из них. Поэтому при отборе необходимо учитывать целый ряд коррелятивно связанных признаков [73].

Многочисленные опыты свидетельствуют о большом значении системных исследований на уровне агрофитоценоза для обоснования направленной селекции. Изучение взаимосвязей между растениями в посевах позволяет обосновать требования к отдельным элементам структуры урожая, габитусу растений, оптимальному соотношению физиологических процессов, а также решить проблемы теории отбора, как подбор наилучшего фона, способов пересчета количественных показателей и повышения надежности оценки селекционного материала, определения последовательности браковки по различным признакам, что является верным для большинства сельскохозяйственных растений [58].

Основой современной селекции является теория гена, которая отражает главное – дискретность наследственности. Именно дискретность наследственности позволяет осуществлять целенаправленные скрещивания и индуцировать нужные нам мутации. На теории гена основан метод индивидуального отбора, разработаны системы скрещивания и учение о расщеплении гибридов и созданы принципы мутационной и модификационной изменчивости, возникло учение об исходном материале для селекции, а также все новейшие методы современной селекции растений [55].

Несмотря на то, что весь процесс эволюции заключается в бесчисленных новообразованиях, появление новых признаков у видов происходит значительно более сложным путем: прежде всего на основе мутаций, рекомбинаций и естественного отбора. При отсутствии отбора каждая особь имеет одинаковые возможности для размножения, поэтому фактически различия между особями по размножению будут случайными [111].

Отборы чаще всего начинаются со второго поколения, так как в нем уже обнаруживаются формы, отклоняющиеся от типичных растений. Они и служат предметом индивидуального отбора и дальнейшего изучения.

Японские ученые рекомендуют в третьем поколении проводить линейный отбор с учетом проявления большого числа желательных признаков [102].

На Кубани гибриды риса второго поколения высевают популяцией и проводят отбор элитных растений. При скрещивании двух чистолинейных сортов в третьем поколении константных форм обнаруживается только 50%, в четвертом – 80 – 85%, в пятом и последующих расщепление уже не значительное [110].

В практике растениеводства при проведении искусственного скрининга необходимо считаться с возможностью естественного отбора, происходящего вне воли человека, особенно в условиях внешней среды, далеких от оптимальных [111].

При работе массовым отбором нельзя получить однородного сорта, а главное нет гарантии, что работа даст положительный результат. Наиболее радикальным методом в селекционной работе с рисом является индивидуальный отбор или метод чистых линий, который обеспечивается хорошим материалом для получения высокоурожайных сортов [26].

В настоящее время различают, по крайней мере, три основных типа отбора: стабилизирующий, разрывающий (дисруптивный) и направленный.

Под отбором в классическом смысле следует понимать устранение какой-то группы особей из популяции от размножения. В случае количественных признаков отбор, мутации, миграции, генетико-автоматические процессы охватывают многие гены, влияющие на признак [111].

Считают, что при традиционных визуальных методах отбора по фенотипу уникальный генотип может быть утерян, и часто в отбор попадают генетически среднеценные образцы [14].

Однако существует и противоположное мнение, что наиболее элементарной формой искусственного отбора также является скрининг на основе фенотипа особей. В практике племенной работы его обычно называют массовым отбором. Он достаточно эффективен только при некоторых

условиях, в частности, при наличии в популяции большой генотипической вариации и если он ведется по признакам с высокой наследуемостью [111].

Другие ученые констатируют, что современные селекционные отборы не прогнозируемы и при таких условиях случайный отбор может быть значительно эффективнее, чем скрининг по лучшим фенотипам [27].

Отбор будет эффективнее тогда, когда доля генетически обусловленного варьирования признака будет больше в ее общей фенотипической изменчивости [105].

По результатам опытов эффективность отбора на продуктивность по числу зерен в метелке прежде всего определяется силой их корреляционных взаимосвязей с результативными признаками. Признак количество зерен в главной метелке можно использовать как факториальный в селекции на повышение урожайности риса. Он существенно коррелирует с массой зерна в метелке и через этот признак положительно влияет на величину урожайности [135].

Также существуют данные, что эффективность отбора на обычной густоте значительно выше, чем при разреженном, так как в следующем поколении разница в степени кустистости снижается с увеличением разрежения посева [107].

В опытах, проводимых во Всероссийском НИИ зерновых культур им. И.Г. Калиненко с озимой пшеницей, было установлено, что использование индивидуально-семейного отбора обеспечивает надежное повышение урожайных и посевных качеств семян, а также гарантирует получение исходного материала высокой чистосортности и сохранение всех ценных качеств и признаков. При целенаправленном индивидуально-семейном отборе возможно улучшение отдельных хозяйственно-биологических свойств [134].

Изучение гибридных комбинаций яровой мягкой пшеницы показало, что масса 1000 зерен является надежным маркерным признаком для ведения отбора. Признаки озерненность колоса и масса 1000 зерен являются

вспомогательными, ориентировочными признаками при отборе растений с высокопродуктивным колосом [6].

При изучении наследования массы 1000 семян гибридов второго поколения озимого ячменя отмечено, что этот признак является одним из наиболее доступных факторов для проведения отбора в ранних поколениях. Данный признак имеет высокие значения коэффициента наследуемости и в наименьшей степени подвержен влиянию среды [46].

Подводя итог, можно отметить, что отбору принадлежит чуть ли не главная роль во всем селекционном процессе. Решения, принимаемые селекционером в выборе генотипа растения из которого можно создать сорт, осуществляются на интуитивном уровне. Каждый селекционер опирается на свои представления о модели сорта, знания закономерностей развития растения и параметры признака, которые он желает видеть в будущей модели. Поэтому в настоящее время довольно-таки трудно конкретизировать, какое растение необходимо отбирать и какими параметрами оно должно характеризоваться. Несмотря на то, что существуют формулы, вычисляющие количество генотипов с определенными параметрами в популяции для отбора, найти лучший генотип и быть уверенным в правильном результате – сложно, так как огромную роль играет взаимодействие генотипа и среды.

2. МАТЕРИАЛ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Материал

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 риса по полной диаллельной схеме. Краткая характеристика сортов представлена ниже:

Сорт Лидер – вид *Oryza sativa L*, разновидность – *zeravshanica Brasches*. Сорт безостый. Цветковые чешуи окрашены в желто-бурый цвет, слабо опушены. Плод – зерновка, белая, стекловидная. Стебель прочный, длиной 90-95 см.

Метелка по типу компактная, средней длины (15-16 см), свечеобразная, несет 150-160 колосков. Пустозерность метелок низкая 8-12%. Зерно средней крупности, округлой формы. Отношение длины к ширине (*l/b*) – 2,1. Масса 1000 зерен – 30,0-31,0 г. Вегетационный период при укороченном затоплении 116-118 суток, а при получении всходов из-под слоя воды – 120-125 дней. Относится к среднепозднеспелой группе. Отличительной особенностью сорта является неприхотливость к условиям выращивания. Растения быстро растут в начале вегетации, легко преодолевая слой воды в период получения всходов, хорошо конкурируют с сорной растительностью [2, 72].

Сорт Австрал создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции четвертого поколения австралийского сорта Av-1/Лоцман. Австрал относится к группе среднепозднеспелых сортов. Период вегетации 120 дней. Сорт безостый. Относится к виду *Oryza sativa L*, подвиду *indica*, разновидность – *gilanica Gust*. Средняя высота растения – 105 см. Метелка длинная (20-22 см) с озерненностью 90-100. Стерильность колосков низкая – менее 5%. Зерно узкое, длинное, веретеновидной формы, отношение длины к ширине (*l/b*) – 3,5. Масса 1000 зерен 27,0-28,0 г. В отличие от всех возделываемых сортов риса, в растениях сорта Австрал, при повышении

температуры более 28ºС, листья сворачиваются в трубку. При этом происходит уменьшение площади испарения, растение меньше тратит энергии на охлаждение. Значительно снижается затенение листьев нижнего яруса, поэтому они дольше сохраняют свою жизнеспособность [2, 70].

Сорт Снежинка создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции ВНИИР 7630/НФ-ДЗ-84. Относится к среднепозднеспелой группе. Вегетационный период при укороченном затоплении составляет 120-122 дня, а при получении всходов из-под слоя воды 122-125 суток. Вид *Oryza sativa L*, подвид – *indica*, разновидность - var. *gilanica Gust*. Цветковые чешуи – соломенно-желтые безостые, со слабой опушенностью. К фазе полной спелости цветковые чешуи становятся белесыми. Куст компактный, высота растения – 90-95 см. Литья – среднего размера зеленые, со слабым опушением и восковым налетом. Листовая пластинка слегка изогнута. Метелка длинная, 18-19 см, средней плотности, сильноразвесистая, поникающая, несет 115-125 колосков. Пустозерность низкая – 6-8%. Зерно «игольчатого» типа, отношение длины к ширине (*l/b*) – 4,0-4,2. Масса 1000 зерен – 28,0-29,0 г. Особенностью сорта является высокая энергия прорастания семян и их полевая всхожесть при «мягком» водном режиме [2, 70].

Сорт КПУ-92-08 (Рубикон) создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции СПу-78-96/Павловский. КПУ-92-08 относится к группе сортов, занимающих по вегетационному периоду промежуточное положение между среднеспелыми и среднепозднеспелыми. Период вегетации варьировал от 118 до 124 дней, что в среднем составляет 121 день. Сорт КПУ-92-08 безостый, относится к виду *Oryza sativa L.*, подвиду *japonica*, ботанической разновидности *italica Alef*. Высота растений 80-85 см. Растения обладают эректоидными листьями, прижатыми к стеблю. Метелки длинная (17-18 см), хорошо озерненные (150-180 колосков), с низкой стерильностью (6-9%). Метелк компактная, к концу вегетации слегка поникающая. Зерно полуокруглой формы, средней крупности. Отношение длины к ширине 2,1.

Масса 1000 зерен 28,0-29,0 г. Сорт КПУ-92-08 обладает высокой комбинационной способностью. При гибридизации он хорошо передает свои положительные качества потомству, поэтому его часто включают в гибридизацию в качестве одной из родительских форм.

Сорт Кумир создан методом индивидуального отбора из сорта Юпитер в период его изучения в конкурсном испытании, и последующим повторным отбором в селекционном питомнике. Сорт безостый, относится к виду *Oryza sativa L.,* подвиду *japonica*, ботанической разновидности *italica Alef.* Сорт низкорослый, высота растения 80-85 см. Листья зеленые, без антоциановой окраски, короткие, изогнутость пластинки слабая. Метелка средней длины (14-15 см), не поникающая, несет 150-200 колосков. Стерильность метелки очень низкая 6-10%. Зерно средней крупности, масса 1000 зерен 28,0-29,0г. Форма зерна округлая, отношение длины к ширине – 2,1. Вегетационный период 117-119 дней [2, 68].

2.2. Почвенно-климатические условия

2.2.1. Почва

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. Верхние горизонты, по сравнению с нижележащими уплотненными, обеднены глинистыми и илистыми частицами [9]. Физической глины в них содержится от 56,6 до 69,5%, из которых на долю илистой фракции приходится 30,7-37,5%. По соотношению сумм фракций эти породы относятся к иловато-пылеватым глинам или тяжелым суглинкам.

Из-за значительного количества крупно-пылевых частиц эти почвы обладают благоприятными водно-физическими свойствами [19]. Содержание гумуса в поверхностном горизонте 2,8-3,4% [13]. С глубиной количество его уменьшается быстрее, чем у несолонцеватых разностей [10].

В составе поглощенных оснований преобладают кальций и магний. В уплотненных горизонтах довольно значительное количество приходится и на долю поглощенного натрия. Основным, лимитирующим урожай, элементом питания является азот [74]. Содержание общего азота довольно высокое и составляет в пахотном горизонте 0,21-0,34% [82], а подвижного – от 0,01 до 0,03%. Содержание водорастворимых солей в верхних горизонтах небольшое 0,15-0,18%. Лугово-черноземные слабосолонцеватые почвы тяжелые по механическому составу и содержат фосфора – 0,19-0,22%, который определяется развитием окислительно-восстановительных процессов, а также его потреблением растениями [74]; калия – 1,9-2,1%, что обусловлено вносимыми удобрениями, миграционными процессами и потреблением растений [19]. Глубина гумусового горизонта около 100 см [74], реакция почвенного раствора – нейтральная или слабощелочная [108].

Таким образом, почва экспериментального участка вполне пригодна для выращивания.

2.2.2. Климат

ВНИИ риса входит в III агроклиматическую зону, которая характеризуется умеренно-континентальным климатом с короткой и теплой зимой и продолжительным жарким летом. Сумма температур за период вегетации составляет 3567 °С. Периоды с температурой выше +5…10 °С длятся 195 – 243 дня. Среднемесячная температура в июле составляет 22,5°С. Максимальная температура воздуха до +40…41°С. Первые заморозки наблюдаются в первой декаде октября, а последние во второй декаде апреля.

Коэффициент увлажнения 0,3-0,4. Осадки кратковременные, ливневые, за год выпадает 700 мм осадков. Безморозный период длится 185-225 дней.

Господствующими являются ветры северо-восточного направления. В летний период при высокой температуре и низкой относительной влажности воздуха восточные ветры приобретают характер суховеев, что существенно влияет на сельскохозяйственные культуры. Сильные ветры при низкой относительной влажности воздуха способствуют быстрому испарению воды из чеков и листьев, приводя к преждевременному созреванию зерновок.

Весна, обычно ранняя, но низкие температуры воздуха и даже заморозки возможны до первой декады мая. Лето жаркое, осень теплая, в первой половине сухая, а во второй – дождливая. Холодная погода в апреле-мае часто сопровождается дождями с небольшими перерывами. Если за эти промежутки почва рисовых чеков не успевает достаточно просохнуть, то сроки сева могут быть сдвинуты на вторую и даже третью декады мая.

Таблица 1 – Количество осадков по годам исследований, мм

Месяц	Среднемесячные осадки, мм			Среднее многолетнее
	2012	2013	2014	
Апрель	44,3	11,2	21,7	56
Май	84,0	41,7	40,7	70
Июнь	3,0	106,4	73,0	83
Июль	187,3	59,5	25,6	58
Август	65,3	6,2	0,0	54
Сентябрь	15,7	114,5	60,6	48

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.

Рис – теплолюбивая культура, его вегетационный период проходит с наступлением устойчивых положительных температур [113].

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 ºС) с обильными осадками. Температура воздуха июля и августа была высокая и значительно превышала нормативные значения (23,5 и 22,8 ºС), практически без осадков в августе. В сентябре этого же года были обильные осадки, превышающие средние многолетние данные, что привело к затянувшейся уборке.

Таблица 2 – Среднемесячные температуры воздуха по годам исследований, ºС

Месяц	Среднемесячная температура воздуха			Средняя многолетняя
	2012	2013	2014	
Апрель	15,6	12,9	12,1	12,2
Май	20,4	20,2	19,1	16,9
Июнь	23,7	22,7	21,6	20,8
Июль	25,1	24,4	25,4	23,5
Август	24,7	24,8	26,3	22,8
Сентябрь	20,1	16,8	19,8	17,8

В 2014 году температура воздуха с мая по сентябрь была выше средней многолетней в среднем на 2 ºС. 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.

2.3. Методика проведения исследований

2.3.1. Гибридизация

Питомник родительских форм закладывали в камерах искусственного климата (КИК) в вегетационных сосудах в период зимне-весенней гибридизации (январь – май). Вегетационные сосуды представляют собой цилиндрические металлические емкости объемом 8 литров, внутри покрытые битумным лаком, заполнены воздушно-сухой почвой, поверхность которой ниже верхнего края на 4-5 см. На каждый сосуд прикреплялась этикетка с обозначением номера родителя.

В КИК поддерживался следующий режим: фотопериод – 12 часов, температура воздуха днем +28 … +30 ºС, ночью +24 ºС, интенсивность освещенности 30 тыс. люксов.

В гибридизационной работе использовали метод обрезания цветковых чешуй и кастрации с помощью вакуум насоса по методике, разработанной Г.Д. Лось [88, 89].

При посеве питомника родительских форм для гибридизации на материнскую и отцовскую формы выделяли по 2 сосуда. Высевала в 3-4 срока (½ сосуда на каждый срок) с интервалом 5-7 дней, первоначально самый поздний родитель, а затем более скороспелый. Данная схема применяется для получения синхронного цветения родительских форм. Растения риса распределялись равномерно по сосуду в количестве 20 штук.

Почву до фазы 3-4 листа поддерживали во влажном состоянии, далее создавали слой воды. Полив осуществляли ежедневно.

Удобрения вносили 2-х кратно: в фазу всходов и кущение, по 10 г мочевины на 7 литров воды (в каждый сосуд наливала по 200 мл приготовленного раствора удобрения).

Для скрещивания выбирала наиболее развитые метелки, верхняя часть которых только зацвела. Острыми ножницами удаляли все верхние

отцветшие колоски, а также молодые в нижней части метелки, оставляя 15-25 хорошо развитых, готовых к оплодотворению, колосков в средней части. На веточках первого порядка при разреживании цветков оставляли следующие колоски: верхний, нижний и те, тычинки которых дошли до ⅔ длины колоска [89].

Цветки кастрировала с 8 до 10 часов утра при температуре воздуха не превышающей 20 ºС, то есть до того, как тычиночные нити удлинялись и пыльники достигали верхушки колоса. По выпуклой стороне колоска ножницами делала узкий косой срез цветковых чешуй, к которому подводили манипулятор-наконечник и быстро удаляли пыльники из колоска.

После кастрации колосков основание метелки заворачивала во влажную вату, а сверху надевали комбинированный изолятор, одна сторона которого изготовлена из целлофана, а другая – из полупергаментной белой бумаги. Изолятор смачивали водой для создания влажной камеры и предотвращения быстрого высыхания цветковых чешуй и рылец пестика. На изоляторе указывается дата кастрации, номер гибридной комбинации, количество кастрированных метелок и колосков [137]. Для исключения поломки стебля, изолятор прочно прикрепляли к деревянной рейке, вбитой в почву сосуда.

Для опыления использовали твел-метод, сущность которого заключается в следующем: перед опылением отрезают верхнюю часть изолятора, вводят в него одну-две метелки отцовской формы и несколько раз энергично вращают их. После опыления верхнюю часть изолятора закрывают и закрепляют канцелярской скрепкой [47, 88, 89].

Уборка изолятора проводится через 30 дней после кастрации. Затем подсчитывали количество полученных гибридных зерновок и определяли процент завязываемости [137].

2.3.2. Методика вегетационного опыта

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.

Для прерывания периода покоя семян во ВНИИ риса разработана методика по стимулированию прорастания свежеубранных гибридных зерен [90]. Гибридные зерновки погружают в воду при температуре 70 ºС на 10 минут. Затем воду сливают, а зерна проращивают в термостате при температуре 28-30 ºС [137].

С появлением шилец проводили пересадку их в сосуды по 10-15 штук в каждый. Одновременно с гибридами выращиваются и родительские формы для проведения идентификации на гетерозиготность, которую проводят начиная с фазы выметывания и до созревания растений.

В 2013 г высевали часть гибридов F_1, F_2 и родительские формы. Все растения, как и в 2012 г убирали и проводили биометрический анализ.

Первую подкормку азотом проводили в фазе 2-3 листьев, вторую – в начале кущения, третью – перед выметыванием, из расчета по 10 г мочевины на 7 литров воды [88]. В каждый сосуд выливали по 200 мл приготовленного раствора удобрения.

Выращивание и уход за растениями проводили согласно методике опытных работ по селекции и семеноводству [126].

2.3.3. Методика полевого опыта

Полученные гибридные комбинации изучала на экспериментальном орошаемом участке ВНИИ риса, согласно общепринятой методике в рисоводстве [126].

Полевой опыт в 2013 году закладывали по методике коллекционного питомника. Гибридные зерновки высевали на предварительно промаркированном участке делянками шириной 1 м без повторений. Перед каждой делянкой размещали родительские формы. Поле было маркировано бороздками с междурядьями 15 см. На 1 м² высевали 140 семян с заделкой их на глубину 1,5 – 2 см. Полевой опыт располагали на 320 м^2 площади [126].

Делянки располагались полосами, в каждую из которых входят 2 яруса, шириной по 1 м. За первым ярусом – дорожка 40 см, затем второй ярус и 60 см рабочая дорожка. У каждой делянки устанавливали колышки высотой 80-90 см, на верхней части которых наносили присвоенный порядковый номер делянки. Посев производили в оптимальный срок – 1 мая 2013 года вручную.

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, форму зерновки.

В 2014 году полевой опыт закладывали в гибридном и селекционном питомнике по методике, принятой во ВНИИ риса [126].

Гибридный питомник закладывался для проведения отбора элитных растений. Гибридные популяции (F_3) высевали сеялкой СКС-6-10 с аппаратом центрального высева. Площадь делянок 6,75 кв. м (5 х 1,35 м). Норма посева из расчета 5 млн. всхожих зерен на гектар. Уборку проводили в фазе полной спелости, сжиная растений вручную, с последующим обмолотом на молотилке МПСУ-500.

Селекционный питомник закладывали для оценки и отбора лучших семей и последующего посева в контрольный питомник, специальной кассетной сеялкой «ВИНТЕРШТАЙГЕР». Посев осуществляли однорядковыми делянками длиной 2,5 м с междурядьем 22 см. Площадь делянки – 0,55 м^2. Было посеяно 775 семей.

В фазе полного созревания отбирали растения для биометрического анализа родительских и гибридных растений по следующим признакам:

высота растений, длина метелки, количество колосков в метелке, форма зерновки, масса зерна с метелки и растения, масса 1000 зерен.

Растения лучших делянок убирали вручную, и после подсыхания стеблей обмолачивали на молотилке МПСУ-500. Критерием отбора служили следующие характеристики: растения в делянке не должны расщепляться, высота растения не должна превышать 100 см, метелки с хорошо выполненным стекловидным зерном, стерильность низкая, вегетационный период не более 120 дней.

Выращивание и уход за растениями проводили согласно методике опытных работ по селекции и семеноводству [126].

Измерения высоты растения и длины метелки проводили линейкой. Массу зерна с метелки и растения, а также массу 1000 зерен определяли взвешиванием на весах, количество колосков в метелке – подсчетом.

Статистическую обработку данных опытов проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову компьютерными методами [48]. Были определены средние значения признаков ($\overline{X}$), ошибки средних ($S\bar{x}$), коэффициент вариации (V), доминирование (hp).

Анализ общей и специфической комбинационной способности родительских линий выполнен по Гриффингу (1956) [147, 148] (метод 3 – прямые и обратные гибриды). Оценка эффектов взаимодействия генов проведена с использованием методов дисперсионного и графического анализа диаллельных таблиц по Хейману (1954) [149, 150].

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

3. ГЕНЕТИЧЕКИЙ 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 (табл. 3).

В опыте для скрещивания брали по 2-6 метелок в каждой комбинации, от 40 до 143 цветков. Значительную роль в определении количества метелок для гибридизации играла завязываемость. Во время гибридизации всего кастрировано 68 метелок или 1580 цветков. В результате получено 696 гибридных зерновок. Этого количества зерновок вполне хватило для продолжения опыта.

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% . Успех данной гибридизации приближается к общемировым показателям – 50% завязавшихся зерен от общего число опыленных цветков [153].

Таблица 3 – Эффективность гибридизации сортов риса, 2012 г.

№ п/п	Название гибридной комбинации	Кастрировано, шт.		Получено гибридных зерен, шт.	Завязываемость, %
		метелок	цветков		
1	Лидер/Австрал	3	71	43	60,6
2	Лидер/Снежинка	4	92	54	58,7
3	Лидер/КПУ-92-08	2	49	19	38,8
4	Лидер/Кумир	5	112	68	60,7
5	Австрал/Лидер	4	98	47	48,0
6	Австрал/Снежинка	3	66	9	13,6
7	Австрал/КПУ-92-08	2	56	17	30,4
8	Австрал/Кумир	6	143	70	49,0
9	Снежинка/Лидер	3	69	18	26,1
10	Снежинка/Австрал	4	87	20	23,0
11	Снежинка/КПУ-92-08	2	52	38	73,1
12	Снежинка/Кумир	5	116	59	50,9
13	КПУ-92-08/Лидер	2	49	7	14,3
14	КПУ-92-08/Австрал	3	53	24	45,3
15	КПУ-92-08/Снежинка	3	85	22	25,9
16	КПУ-92-08/Кумир	2	56	15	26,8
17	Кумир/Лидер	6	129	55	42,6
18	Кумир/Австрал	5	105	60	57,1
19	Кумир/Снежинка	2	40	24	60,0
20	Кумир/КПУ-92-08	2	52	27	52,0
Итого		**68**	**1580**	**696**	**44,05**

Важное значение для продолжения эксперимента имеет жизнеспособность зерновок первого поколения, полученных после скрещивания растений (табл. 4).

Таблица 4 – Жизнеспособность зерновок и репродукция гибридов первого поколения риса, 2012 г.

№ п/п	Название гибридной комбинации	Посеяно гибридных зерен, шт.	Всхожесть гибридных зерен, %	Убрано растений гибридов, шт.	Приживаемость, %	Масса зерна, г
1	Лидер/Австрал	43	83,7	36	100	32,02
2	Лидер/Снежинка	54	79,6	43	100	62,42
3	Лидер/КПУ-92-08	19	15,9	3	100	20,00
4	Лидер/Кумир	68	85,3	58	100	38,86
5	Австрал/Лидер	47	78,7	37	100	25,49
6	Австрал/Снежинка	9	66,7	6	100	23,28
7	Австрал/КПУ-92-08	17	88,2	15	100	13,09
8	Австрал/Кумир	70	71,4	50	100	44,73
9	Снежинка/Лидер	18	94,4	17	100	3,63
10	Снежинка/Австрал	20	95,0	19	100	20,32
11	Снежинка/КПУ-92-08	38	89,5	34	100	29,17
12	Снежинка/Кумир	59	93,2	55	100	60,22
13	КПУ-92-08/Лидер	7	71,4	5	100	5,48
14	КПУ-92-08/Австрал	24	75,0	18	100	15,41
15	КПУ-92-08/Снежинка	22	86,4	19	100	19,09
16	КПУ-92-08/Кумир	15	93,3	14	100	9,11
17	Кумир/Лидер	55	3,6	2	100	10,07
18	Кумир/Австрал	60	15,0	9	100	10,21
19	Кумир/Снежинка	24	37,5	9	100	20,78
20	Кумир/КПУ-92-08	27	40,7	11	100	39,22

Зерновки риса гибридов первого поколения проращивали в чашках Петри в термостате. При этом всхожесть их составила в среднем 68,2% . Проростки высаживали в сосуды с почвой на вегетационную площадку, их приживаемость в среднем по всем комбинациям составила 100%.

В период вегетации растений проводили уходные работы и необходимые учеты в соответствии с программой исследований. Всего по 20 комбинациям получено 502,58 г семян гибридов первого поколения.

Для объективной оценки полученного гибридного материала, его необходимо выращивать в одинаковых оптимальных условиях рядом с родительскими формами, чтобы сохранить принципа единственного различия. Несмотря на повышенную стерильность сортов и гибридов риса в период вегетации из-за дождей и снижения температуры в августе, растения развились нормально и показали следующие результаты (таблица 5).

В наших исследованиях предусматривалось изучение гетерозиса в гибридах первого поколения в сравнении с родительскими формами. Под гетерозисом принято понимать наблюдаемое в гибриде F_1 свойство превосходить по определенным признакам лучшую из родительских форм [28, 109].

По существующим значениям коэффициента доминирования для любой гибридной популяции первого поколения, можно качественно описать закономерность наследования изучаемого признака и его изменчивость во втором поколении. Если абсолютное значение коэффициента доминирования для гибридной популяции больше единицы, то взаимодействие генов, контролирующих конкретный изучаемый признак, носит характер неаллельных, эпистатических эффектов. Другими словами, в данном случае возможно взаимодействие между генами, принадлежащими к разным парам аллелей, при котором доминантный аллель одной пары подавляет проявление доминантного аллеля другой.

Если величина доминирования равна или близка к нулю, то взаимодействия генов носят аддитивный характер. Происходит суммирование эффектов действия отдельных генов, которое создает дополнительный эффект за счет взаимодействия между генами [28].

Таблица 5 – Характеристика родительских форм и гибридов первого поколения по некоторым количественным признакам, 2012 г.

№ п/п	Гибридная комбинация	Количественные признаки					Коэф. доминирования, (hp)*	гетерозис к материнской форме *	гетерозис к отцовской форме *
		длина метелки, см	общее количество колосков в метелке, шт.	число зерен в главной метелке, шт.	масса зерна с растения, г	масса 1000 зерен, г			
1	Лидер	17,3	123,5	106,7	6,5	26,4			
2	Лидер/Австрал	16,6	98,8	90,5	7,8	20,3	2,7	120	170
3	Лидер/Снежинка	14,7	106,0	88,6	4,1	19,0	-1,0	63	100
4	Лидер/КПУ-92-08	15,6	60,7	51,7	2,9	28,2	-2,3	45	67
5	Лидер/Кумир	11,6	90,6	63,0	3,5	19,2	-4,0	54	66
6	Австрал	21,8	94,2	83,5	4,6	23,6			
7	Австрал/Лидер	14,8	82,7	22,5	3,3	17,5	-2,4	72	51
8	Австрал/Снежинка	17,2	93,0	54,2	3,1	22,3	-5,0	67	76
9	Австрал/КПУ-92-08	18,6	92,4	81,4	4,5	23,5	0,3	98	105
10	Австрал/Кумир	13,5	74,6	56,3	3,5	18,0	-4,1	76	66
11	Снежинка	16,7	115,0	100,2	4,1	22,0			
12	Снежинка/Лидер	11,3	58,9	46,0	6,2	19,1	0,8	151	95
13	Снежинка/Австрал	16,3	82,0	44,7	2,7	19,7	-6,6	66	59
14	Снежинка/КПУ-92-08	13,5	57,5	25,0	4,7	20,8	5,0	115	109
15	Снежинка/Кумир	12,5	85,2	59,2	3,9	18,1	-1,3	95	74
16	КПУ-92-08	18	149,0	136,7	4,3	26,1			
17	КПУ-92-08/Лидер	13,1	106,1	79,7	4,0	23,3	-1,3	93	62
18	КПУ-92-08/Австрал	16,6	88,6	83,9	5,7	24,9	8,3	133	124
19	КПУ-92-08/Снежинка	15,9	86,5	55,0	3,8	22,4	-4,0	88	93
20	КПУ-92-08/Кумир	14,3	85,0	78,7	5,8	20,9	2,0	135	109
21	Кумир	15,1	178,3	159,4	5,3	25,1			
22	Кумир/Лидер	13,2	125,2	86,3	4,4	19,3	-2,5	83	68
23	Кумир/Австрал	13,9	107,2	55,9	3,3	24,1	-4,7	62	72
24	Кумир/Снежинка	12,3	101,0	34,3	2,7	19,3	-3,3	51	66
25	Кумир/КПУ-92-08	13,7	91,6	73,9	5,3	21,1	1,0	100	123

*гетерозис по массе зерна с растения

Из таблицы 5 видно, что в 4 гибридных комбинациях наблюдалось положительное сверхдоминирование: Лидер/Австрал (2,7), Снежинка/КПУ-92-08 (5,0), КПУ-92-08/Австрал (8,3) и КПУ-92-08/Кумир (2,0); в одной – полное доминирование: Кумир/КПУ-92-08 (1,0); в одной – отрицательное полное доминирование: Лидер/Снежинка (-1,0); в одной – неполное доминирование: Снежинка/Лидер (0,8); в одной – частичное доминирование: Австрал/КПУ-92-08 (0,3) и в двенадцати - отрицательное сверхдоминирование.

По признаку масса зерна с растения гетерозис проявляется только в пяти гибридах: Лидер/Австрал, Снежинка/КПУ-92-08, КПУ-92-08/Австрал, КПУ-92-08/Кумир и Кумир/КПУ-92-08.В гибридах Лидер/Снежинка и Австрал/КПУ-92-08 гетерозис не обнаружен по отношению к материнской форме. Гибрид Снежинка/Лидер показал отрицательный гетерозис по отношению к отцовской форме. Остальные 12 гибридов не проявили эффекта гетерозиса ни по отношению к материнской, ни по отношению к отцовской формам.

При подборе родительских пар для скрещивания, селекционера всегда интересует вопрос, как проявится гетерозис в той или иной гибридной комбинации. Величина прогноза гетерозиса любого признака растений определяется по формуле: корень квадратный из произведения средних значений родительских форм [101].

Многие признаки у риса наследуются по типу неполного доминирования, поэтому эта формула достаточно полно отражает фактическую величину прогноза. Однако при определении теоретического значения величины прогноза конкретного признака гибрида, эффект межаллельной комплементации и взаимодействия генов, а также проявление моногетерозиса и аддитивного эффекта мы не учитывали [28].

Из таблицы 6 видно, что по признаку масса зерна с растения 7 гибридных комбинаций из 20 превысили величину прогноза, а именно: Лидер/Австрал (7,8), Австрал/КПУ-92-08 (4,5), Снежинка/Лидер (6,2), Снежинка/КПУ-92-08 (4,7), КПУ-92-08/Австрал (5,7), КПУ-92-08/Кумир (5,8) и Кумир/КПУ-92-08 (5,3). Оставшиеся 13 комбинаций оказались ниже прогнозируемой величины на 0,4-2,4.

Таблица 6 – Прогнозирование признака масса зерна с растения в изучаемых гибридах F_1, г, 2012 г.

№ п/п	Гибридная комбинация	Родительские формы		Величина прогноза для F_1	Фактическое значение в F_1
		материнская	отцовская		
1	Лидер/Австрал	6,5	4,6	5,5	7,8
2	Лидер/Снежинка	6,5	4,1	5,2	4,1
3	Лидер/КПУ-92-08	6,5	4,3	5,3	2,9
4	Лидер/Кумир	6,5	5,3	5,9	3,5
5	Австрал/Лидер	4,6	6,5	5,5	3,3
6	Австрал/Снежинка	4,6	4,1	4,3	3,1
7	Австрал/КПУ-92-08	4,6	4,3	4,4	4,5
8	Австрал/Кумир	4,6	5,3	4,9	3,5
9	Снежинка/Лидер	4,1	6,5	5,2	6,2
10	Снежинка/Австрал	4,1	4,6	4,3	2,7
11	Снежинка/КПУ-92-08	4,1	4,3	4,2	4,7
12	Снежинка/Кумир	4,1	5,3	4,7	3,9
13	КПУ-92-08/Лидер	4,3	6,5	5,3	4,0
14	КПУ-92-08/Австрал	4,3	4,6	4,4	5,7
15	КПУ-92-08/Снежинка	4,3	4,1	4,2	3,8
16	КПУ-92-08/Кумир	4,3	5,3	4,8	5,8
17	Кумир/Лидер	5,2	6,5	5,9	4,4
18	Кумир/Австрал	5,2	4,6	4,9	3,3
19	Кумир/Снежинка	5,2	4,1	4,7	2,7
20	Кумир/КПУ-92-08	5,2	4,3	4,8	5,3

Таким образом, в результате гибридизации получено 20 гибридных комбинаций, общая масса семян F_1 которых было более 500 г. Из этих комбинаций только пять проявили эффект гетерозиса по массе зерна с растения как по отношению к отцовской форме, так и по отношению к материнской. Еще в трех комбинациях обнаружен гетерозис по отношению к отцовской и в одной – по отношению к материнской форме.

3.2. Анализ гибридов первого и второго поколения по методу Хеймана

Метод диаллельного генетического анализа количественных признаков приобрел популярность благодаря работам Хеймана [149, 150]. 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 Wr от Vr позволяет определить, где находились бы родители, если бы несли все доминантные или все рецессивные гены. При этом Wr – ковариация ряда (между родителями и гибридами), Vr – варианса 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, варианса 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 вариансу [53, 94].

Результатом проведения диаллельного анализа является определение генетико-статистических параметров изучаемой популяции гибридов риса в основном первого, а иногда и второго поколения. Полученные в результате гибридизации гибриды и родительские формы, изучали по следующим признакам: высота растения, длина метелки, общее количество колосков в метелке, число зерен в главной метелке, масса зерна с главной метелки и с растения, масса 1000 зерен.

Достоверность различий между вариантами и повторностями устанавливали с помощью однофакторного дисперсионного анализа. Дисперсионный анализ опыта, включающего родительские сорта и гибриды

F_1 и F_2, выявил, что различия между повторностями отсутствуют, а по всем изучаемым признакам между вариантами – достоверны. Это позволяет проводить дальнейший диаллельный анализ.

По каждому признаку был проведен графический анализ зависимости Wr от Vr родительских сортов и гибридных комбинаций F_1 и F_2. Получены следующие результаты.

Высота растения. Растения изучаемых сортов и гибридов значительно различались по высоте. Средние значения количественных признаков родительских форм и гибридов первого поколения представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Средние значения признака «высота растения» родительских форм и F_1, (см) и координаты графика

Сорта	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир	Vr	Wr	Парабола	b
Лидер	93,3	96,3	99,9	87,5	84,0	47,87	72,67	76,58	
Австрал	93,4	105,0	113,8	115,6	106,6	72,21	46,95	94,05	
Снежинка	100,8	107,5	110,7	96,3	86,8	114,37	112,84	118,37	0,82
КПУ-92-08	81,1	80,5	94,1	83,4	74,9	-	-	-	
Кумир	89,6	84,3	95,7	89,1	82,9	24,73	27,49	55,04	

Сорт КПУ-92-08 исключен из анализа, так как, по все вероятности, признак высота растения контролируется эпистатическими эффектами. После удаления из расчета данного сорта, аддитивно-доминантная модель стала адекватной, поскольку показатели Wr - Vr стабильны.

Из графика видно, что линия регрессии расположена выше точки начала координат, что говорит о частичном доминировании признака. Коэффициент регрессии существенно отличается от единицы (b=0,82) и линия регрессии отклоняется от угла 45º, 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 0,51.

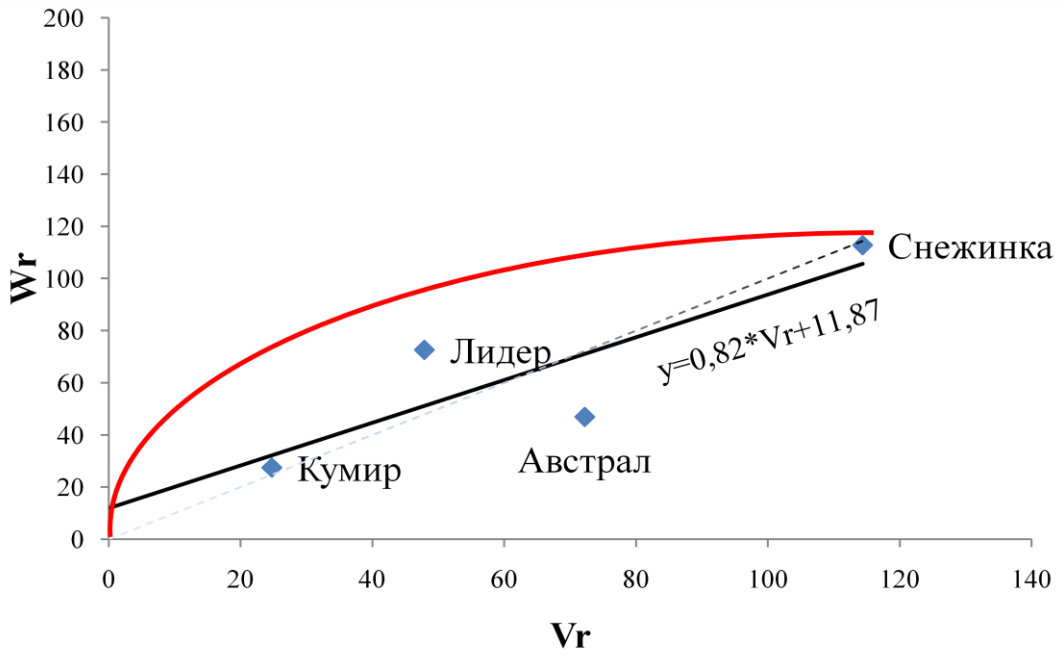


Рисунок 1- График Хеймана признака «высота растения» риса в F_1, (см), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

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 высоту растения, отмечена в сорте Кумир, а рецессивных – Снежинке. Сорта можно расположить по убыванию с уменьшением количества доминантных генов в следующем порядке: Кумир, Лидер, Австрал и Снежинка.

Результаты анализа по Хейману свидетельствует о существенных различиях между сортами по аддитивным и доминантным эффектам генов (существенность a и b) (табл. 8). Несущественность b_1 говорит о разнонаправленных эффектах доминантных генов в исследуемом материале, а гены, проявляющие доминирование распределены между сортами равномерно (несущественность b_2).

Таблица 8 – Результаты дисперсионного анализа диаллельной таблицы по признаку «высота растения» F_1, 2013г

Факторы варьирования	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера, факт.	Критерий Фишера, теор.
Общее	4669,49	47		
a	2850,60	3	66,46	2,92
b	340,54	6	3,97	2,42
b_1	44,22	1	3,09	4,17
b_2	70,93	3	1,65	2,92
b_3	225,39	2	7,88	3,32
c	347,30	3	8,09	2,92
d	670,39	3	15,63	2,92
Ошибка	428,89	30		

Специфичные для комбинации скрещивания аллельные и неаллельные взаимодействия генов играют важную роль в контроле признака (существенность b_3). Различия между сортами по материнским и реципрокным эффектам также существенны (c и d существенны).

Таблица 9 – Результаты оценки генетических компонентов для признака «высота растения» F_1, 2013 г

Генетические компоненты	Оценка	Генетические компоненты	Оценка
D	114,64	H_1/D	1,07
F	-17,12	$\sqrt{H_1/D}$	1,03
H_1	132,44	$H_2/4H_1$	0,23
H_2	112,44	$½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$	-0,18
E	14,29	$M_{LJ}-M_{LO}$	-1,66

Средняя степень доминирования в экспериментальном материале (H_1/D) и в каждом локусе ($\sqrt{H_1/D}$) полная, так как она больше единицы. Уровень доминирования в разных локусах сильно варьирует – компонента $½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$ не равна нулю. Представляет особый интерес наличие довольно тесной связи между средними значениями признака у родительских образцов и величины доминантности r= 0,85 (при df=2). Высокая выраженность признака обусловлена большим числом доминантных генов.

Доминантные и рецессивные аллели распределены между исходными локусами неравномерно ($H_2/4H_1 \neq 0,25$), что может оказывать влияние на проявление признака у гибридов F_1. В сортах доминантных аллелей меньше, чем рецессивных ($F<0$). В детерминации признака преобладают доминантные эффекты, так как $D<H_1$. Направление доминирования составляет (-1,66).

Анализ родительских сортов и гибридов F_2 подтверждает основные результаты анализа гибридов F_1. Однако во втором поколении из диаллельного анализа сорт КПУ-92-08 не был исключен, поскольку он является носителем рецессивных генов короткостебельности (рис. 2). Линия регрессии расположена ниже начала координат, что свидетельствует о сверхдоминировании признака во втором поколении и возможности появлении трансгрессивных форм по данному признаку.

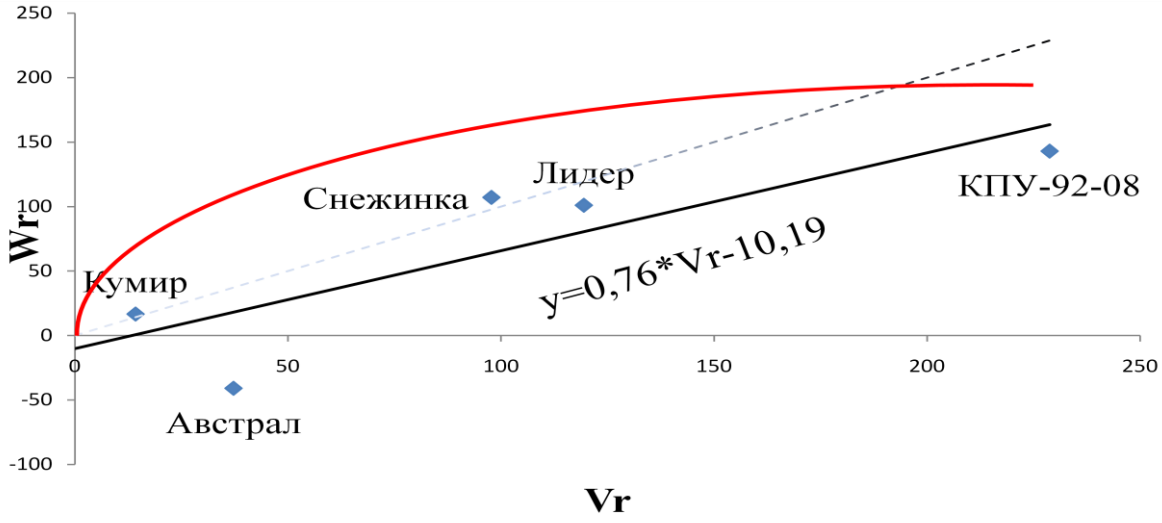


Рисунок 2 - График Хеймана признака «высота растения» риса в F_2, (см), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

Таким образом, снижение высоты растений среди изученных родительских образцов может быть достигнуто только при скрещивании с сортом Кумир, который является носителем наибольшего числа генов короткостебельности.

Длина метелки. Между сортами и гибридами наблюдались различия по длине метелки (табл. 10). Аддитивно-доминантная модель адекватна, в ней показатели Wr - Vr стабильны.

Таблица 10 - Средние значения признака «длина метелки» родительских форм и F_1, (см) и координаты графика

Сорта	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир	Vr	Wr	Парабола	b
Лидер	17,3	16,6	14,7	15,6	11,6	4,87	3,69	5,42	0,77
Австрал	14,8	21,8	17,2	18,6	13,5	10,51	7,34	7,96	
Снежинка	11,3	16,3	16,7	13,5	12,5	5,72	2,89	5,87	
КПУ-92-08	13,1	16,6	15,9	18	15,1	3,69	2,39	4,72	
Кумир	13,2	13,9	12,3	13,7	15,1	1,11	-0,14	2,58	

Из графика видно, что линия регрессии расположена ниже точки начала координат и свидетельствует о сверхдоминировании признака. Так как линия регрессии отклоняется от угла 45 º к оси абсцисс, то это указывает на проявление комплементарного действия генов в контроле признака.

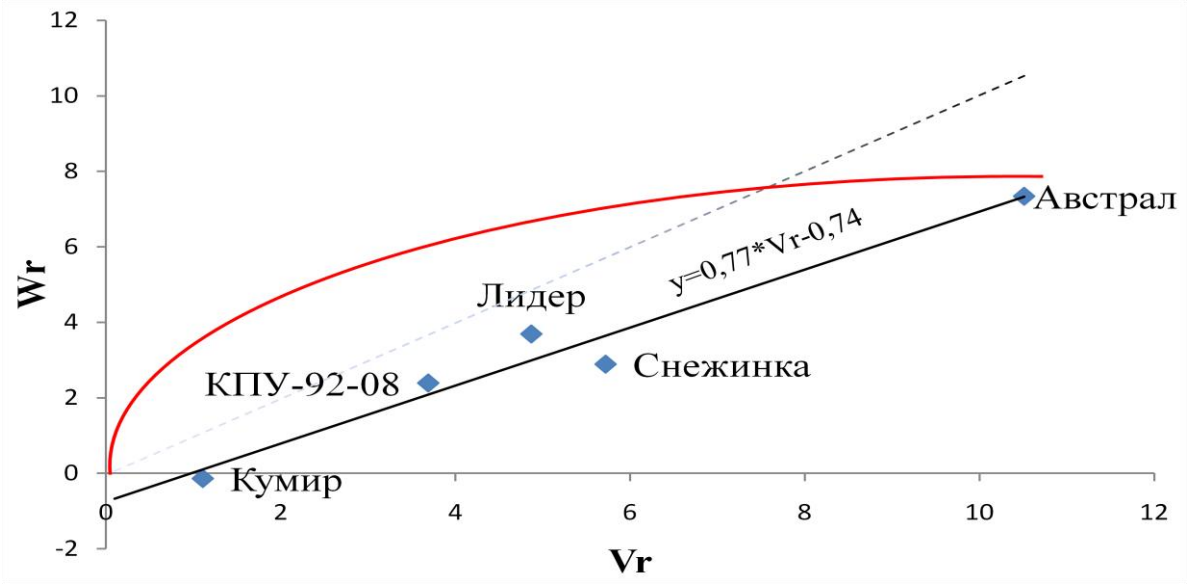


Рисунок 3 - График Хеймана признака «длина метелки» риса в F_1, (см), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

Коэффициент регрессии существенно отличается от единицы (b=0,77) (линия регрессии справа от линии единичного наклона), что говорит о наличии в контроле признака комплементарного эпистаза. По количеству

доминантных генов в порядке убывания сорта располагаются следующим образом: Кумир, КПУ-92-08, Лидер, Снежинка и Австрал.

Таблица 11 – Результаты дисперсионного анализа диаллельной таблицы по признаку «длина метелки»

Факторы варьирования	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера, факт.	Критерий Фишера, теор.
Общее	450,98	74		
a	223,66	4	109,80	2,56
b	151,93	10	29,83	2,02
b_1	130,67	1	256,61	4,03
b_2	8,55	4	4,20	2,56
b_3	12,69	5	4,98	2,40
c	25,11	4	12,32	2,56
d	25,43	6	8,32	2,29
Ошибка	24,44	48		

Результаты дисперсионного анализа по Хейману свидетельствует о существенных различиях между сортами по аддитивным и доминантным эффектам генов (существенность a и b). Существенность b_1 говорит о том, что доминантные эффекты генов однонаправлены. Гены, проявляющие доминирование распределены между сортами неравномерно (существенность b_2). Специфичные для комбинации скрещивания аллельные и неаллельные взаимодействия генов играют важную роль в контроле признака (существенность b_3). Различия между сортами по материнским и реципрокным эффектам также существенны (существенность c и d).

Таблица 12 – Результаты оценки генетических компонентов для признака «длина метелки»

Генетические компоненты	Оценка	Генетические компоненты	Оценка
D	5,63	H_1/D	2,47
F	-1,35	$\sqrt{H_1/D}$	1,57
H_1	13,92	$H_2/4H_1$	0,21
H_2	11,89	$½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$	-0,20
E	0,51	$M_{LJ}-M_{LO}$	-2,64

Корреляция между выраженностью признака и доминированием r=0,92 (при df=3). Средняя степень доминирования в экспериментальном материале и в каждом локусе полная и имеет сверхдоминирование ($H_1/D>1$и $\sqrt{H_1/D}>1$). Величина доминирования в разных локусах варьирует ($½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}\neq0$). Компонента $H_2/4H_1\neq0,25$, что свидетельствует о неодинаковом распределении доминантных и рецессивных аллелей в исходных локусах. Общее представление о направлении отклонений средних родительских форм можно получить на основании разности M_{LI} - M_{LO} (-2,64). Так как $D<H_1$ и H_2, то в детерминации признаков преобладают доминантные эффекты. В сортах доминантных аллелей меньше, чем рецессивных (F<0). Число групп генов 2,32.

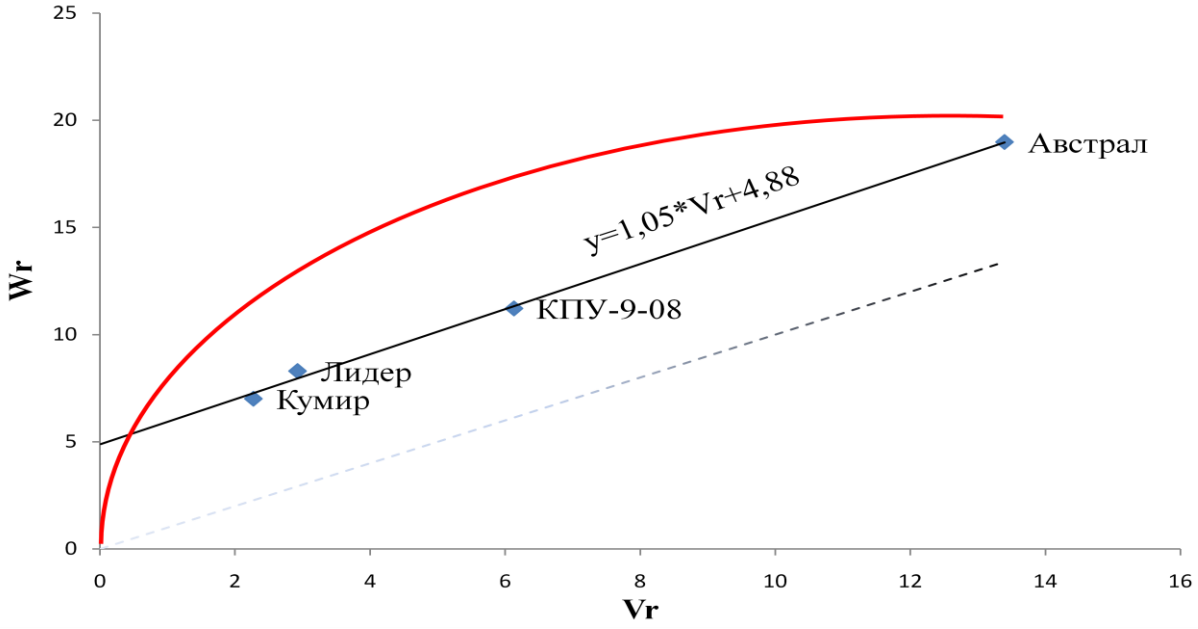


Рисунок 4 - График Хеймана признака «длина метелки» риса в F_2, (см), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

Из рисунка 4 видно, что линия регрессии расположена выше линии единичного наклона и выше начала координат, что свидетельствует о частичном доминировании и дупликатном взаимодействии в гибридах второго поколения.

В процессе диаллельного анализа F_2 сорт Снежинка был исключен из расчета, вероятно, он имеет эпистатические эффекты генов. Однако данное

развитие не повлияло на сходство результатов с первым поколением и, можно отметить, что доминантными эффектами генов обладает сорт Кумир и его можно рекомендовать для скрещивания с целью снижения длины метелки, а сорт Австрал – рецессивными генами.

В результате анализа первого и второго поколения следует отметить, что в F_1 линия регрессии ниже начала координат и имеет отрицательное сверхдоминирование признака, что говорит о депрессии, а в F_2 – выше начала координат и имеет частичное доминирование, что указывает на отсутствие трансгрессивных форм в гибридных популяциях по признаку длина метелки.

Количество колосков в метелке является важным показателем, характеризующим сорта риса (табл. 13)

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 показатели Wr - Vr стабилены.

Таблица 13 - Средние значения признака «количество колосков в метелке» родительских форм и F_1, (шт.) и координаты графика

Сорт	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир	Vr	Wr	Парабола	b
Лидер	123,5	98,8	106,0	60,7	90,6	187,15	-225,54	463,74	1,20
Австрал	82,7	94,2	93,0	92,4	74,6	222,11	-227,45	505,20	
Снежинка	58,9	82,0	115,0	57,5	85,2	534,21	-104,32	793,50	
КПУ-92-08	106,1	88,6	86,5	149,0	85,0	-	-	-	
Кумир	125,2	107,2	101,0	91,6	178,3	1198,49	966,99	1173,55	

Из рисунка 5 видно, что 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 45º, 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.

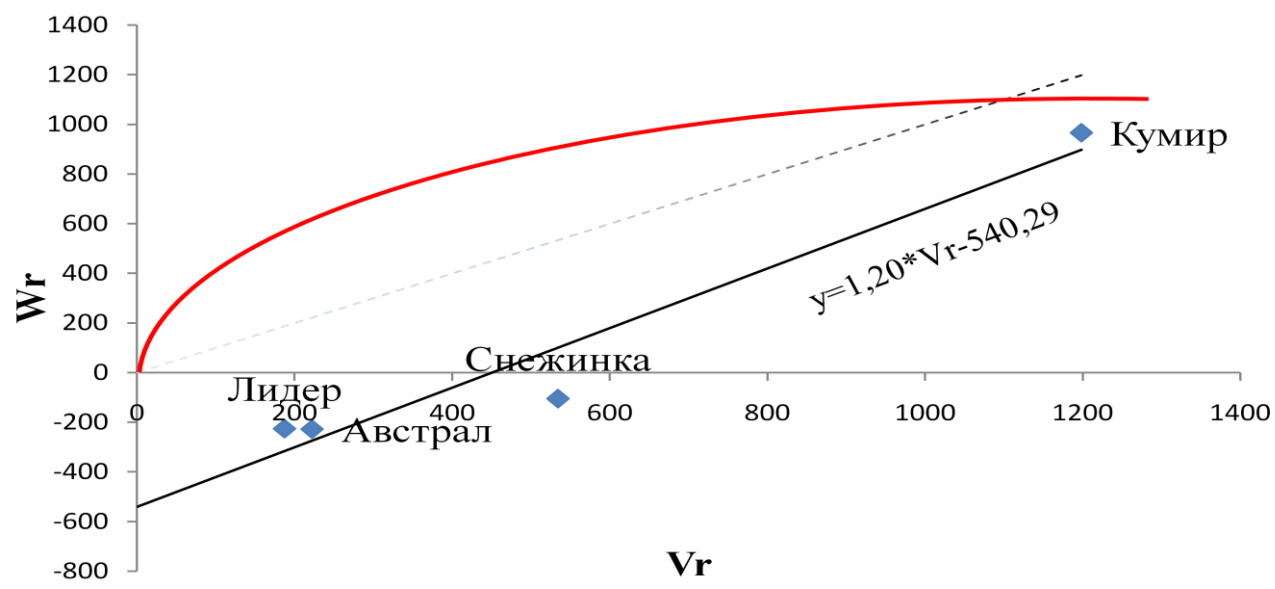


Рисунок 5 - График Хеймана признака «количество колосков в метелке» риса в F_1, (шт.), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

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

Для выявления достоверности факторов варьирования проведен дисперсионный анализ (табл. 14).

Результаты дисперсионного анализа по Хейману свидетельствует о существенных различиях между сортами по аддитивным и доминантным эффектам генов (существенность a и b) (табл. 14). Существенность b_1 говорит об однонаправленных эффектах доминантных генов в исследуемом материале, а аллели, проявляющие доминирование распределены между сортами неравномерно (существенность b_2).

Таблица 14 – Результаты дисперсионного анализа диаллельной таблицы по признаку «количество колосков в метелке»

Факторы варьирования	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера, факт.	Критерий Фишера, теор.
Общее	38277,51	47		
a	10092,26	3	52,01	2,92
b	13639,89	6	35,15	2,42
b_1	9256,05	1	143,09	4,17
b_2	2295,57	3	11,83	2,92
b_3	2088,26	2	16,14	3,32
c	7721,27	3	39,78	2,92
d	4804,78	3	24,76	2,92
Ошибка	1940,52	30		

Специфичные для комбинации скрещивания аллельные и неаллельные взаимодействия генов играют важную роль в контроле признака (существенность b_3). Различия между сортами по материнским и реципрокным эффектам также существенны.

Таблица 15 – 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	$½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$	0,958
E	64,68	$M_{LJ}-M_{LO}$	-24,05

Кореляция между выраженностью признака и доминированием высокая r= 0,93 (при df=2). Средняя степень доминирования в экспериментальном материале и в каждом локусе полная ($H_1/D>1$ и $\sqrt{H_1}/D>1$). Компонента $H_2/4H_1$ ≠0,25, имеет низкую оценку, поэтому доминантные и рецессивные аллели распределены между исходными локусами неравномерно. Значения доминирования в различных локусах варьируют, но не сильно ($½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}≠1$). 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. 6). 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».

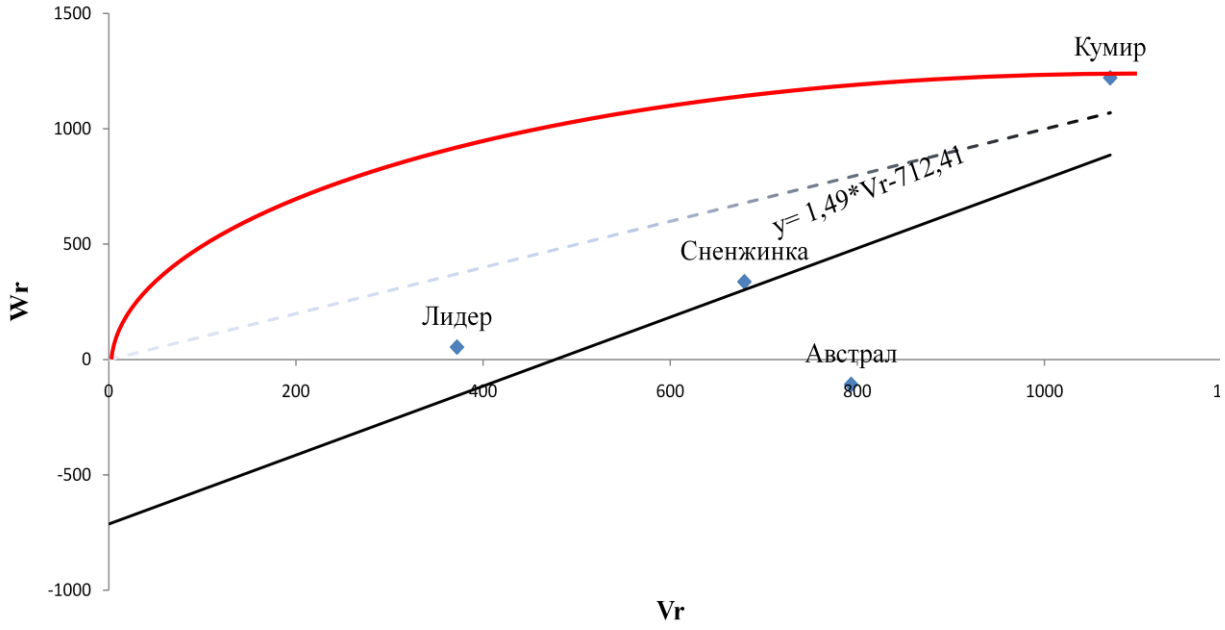


Рисунок 6 - График Хеймана признака «количество колосков в метелке» риса в F_2, (шт.), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

Расположение точек множеств вдоль линии регрессии на графике Wr/Vr, построенном для F_2 (рис. 6), 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

«количество колосков в метелке».

Число зерен в главной метелке характеризует продуктивность растений риса, поэтому является важным селекционным признаком (табл. 16).

Таблица 16 - Средние значения признака «число зерен в главной метелке» родительских форм и F_1, (шт.) и координаты графика

Сорта	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир	Vr	Wr	Парабола	b
Лидер	106,7	90,5	88,6	51,7	63,0	512,73	-521,98	681,74	0,89
Австрал	22,5	83,5	54,2	81,4	56,3	655,03	-2,23	770,56	
Снежинка	46,0	44,7	100,2	25,0	59,2	784,97	-190,43	843,53	
КПУ-92-08	79,7	83,9	55,0	136,7	78,7	1014,99	163,88	959,19	
Кумир	86,3	55,9	34,3	73,9	159,4	2254,46	1181,34	1429,54	

Аддитивно-доминантная модель адекватна, в ней показатели Wr - Vr стабильны.

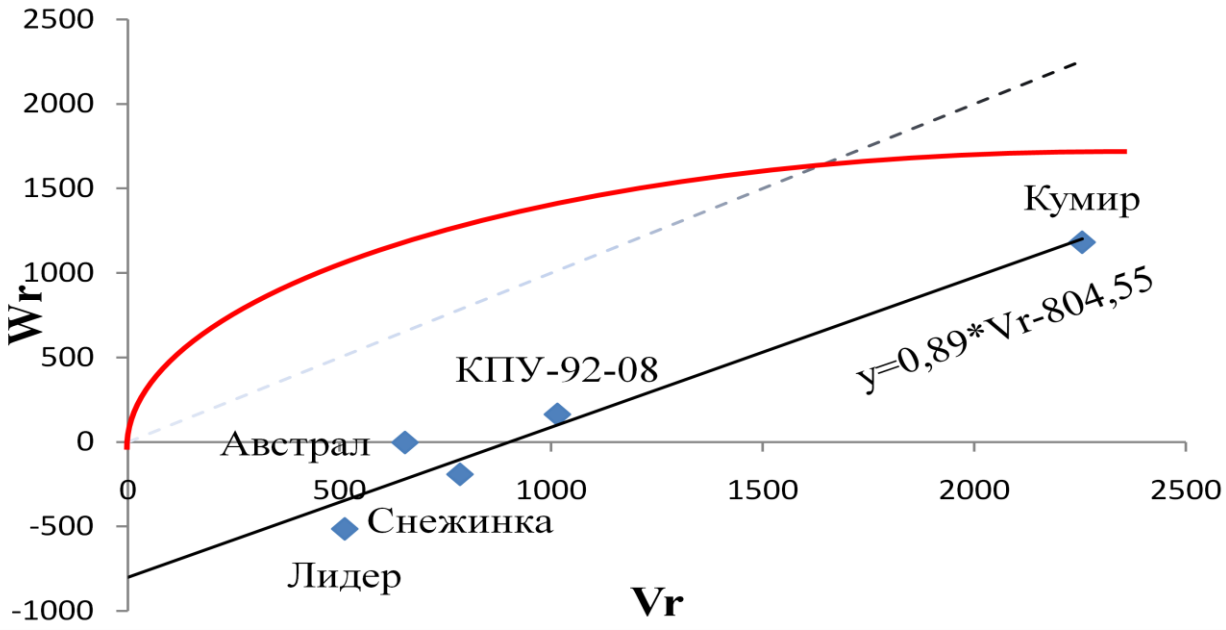


Рисунок 7 - График Хеймана признака «число зерен в главной метелке» риса в F_1, (шт.), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

Из графика 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 45º, 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. Сорта можно расположить по убыванию с уменьшением количества доминантных генов в следующем порядке: Лидер, Австрал, Снежинка, КПУ-92-08 и Кумир.

Таблица 17 – Результаты дисперсионного анализа диаллельной таблицы по признаку «число зерен в главной метелке»

Факторы варьирования	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера, факт.	Критерий Фишера, теор.
Общее	78449,36	74		
a	8669,49	4	22,56	2,56
b	50126,17	10	52,18	2,02
b_1	38526,53	1	401,05	4,03
b_2	6328,74	4	16,47	2,56
b_3	5270,89	5	10,97	2,40
c	4049,38	4	10,53	2,56
d	10868,68	6	18,85	2,29
Ошибка	4611,00	48		

Дисперсионный анализ по Хейману свидетельствует о существенных различиях между сортами по аддитивным и доминантным эффектам генов (существенность a и b) (табл. 17). Существенность b_1 говорит об однонаправленных эффектах доминантных аллелей в исследуемом материале, а гены, проявляющие доминирование распределены между сортами неравномерно (существенность b_2). Специфичные для комбинации скрещивания аллельные и неаллельные взаимодействия генов играют важную роль в контроле признака (существенность b_3). Различия между сортами по

материнским и реципрокным эффектам также существенны.

Таблица 18 – 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	$½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$	0,89
E	96,06	$M_{LJ}-M_{LO}$	-45,32

Средняя степень доминирования в экспериментальном материале (H_1/D) и в каждом локусе ($\sqrt{H_1/D}$) полная, так как она показала оценку больше единицы. Значение доминирования в разных локусах варьирует – компонента $½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$ не равна нулю. Ее оценка равна 0,89. 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. 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 8 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.

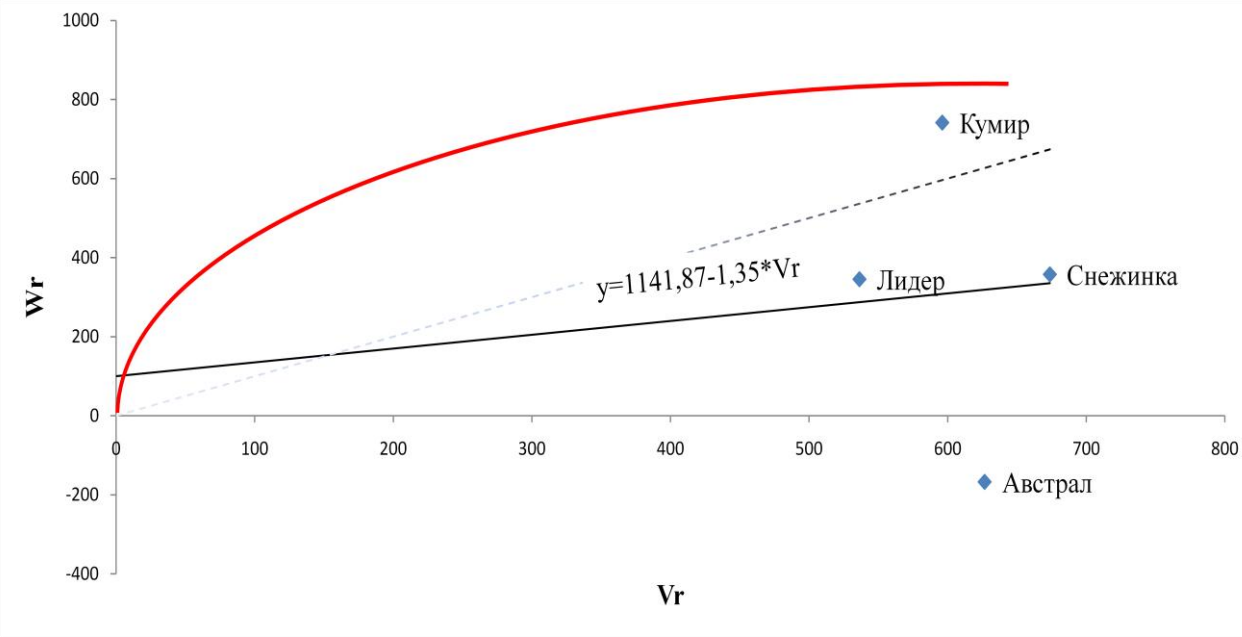


Рисунок 8 - График Хеймана признака «число зерен в главной метелке» риса в F_2, (шт.), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

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. 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 (табл. 19).

Таблица 19 - Средние значения признака «масса зерна с главной метелки» родительских форм и F_1, (г) и координаты графика

Сорта	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир	Vr	Wr	Парабола	b
Лидер	2,8	1,8	1,7	1,4	1,2	0,37	-0,24	0,53	0,93
Австрал	0,4	2,0	1,2	1,9	1,0	0,45	-0,09	0,59	
Снежинка	0,9	0,9	2,2	0,5	1,1	0,41	-0,24	0,56	
КПУ-92-08	1,8	2,1	1,2	3,6	1,6	0,82	0,28	0,80	
Кумир	1,7	1,4	0,6	1,6	4,0	1,58	0,88	1,12	

Аддитивно-доминантная модель адекватна, так как показатели Wr - Vr стабильны.

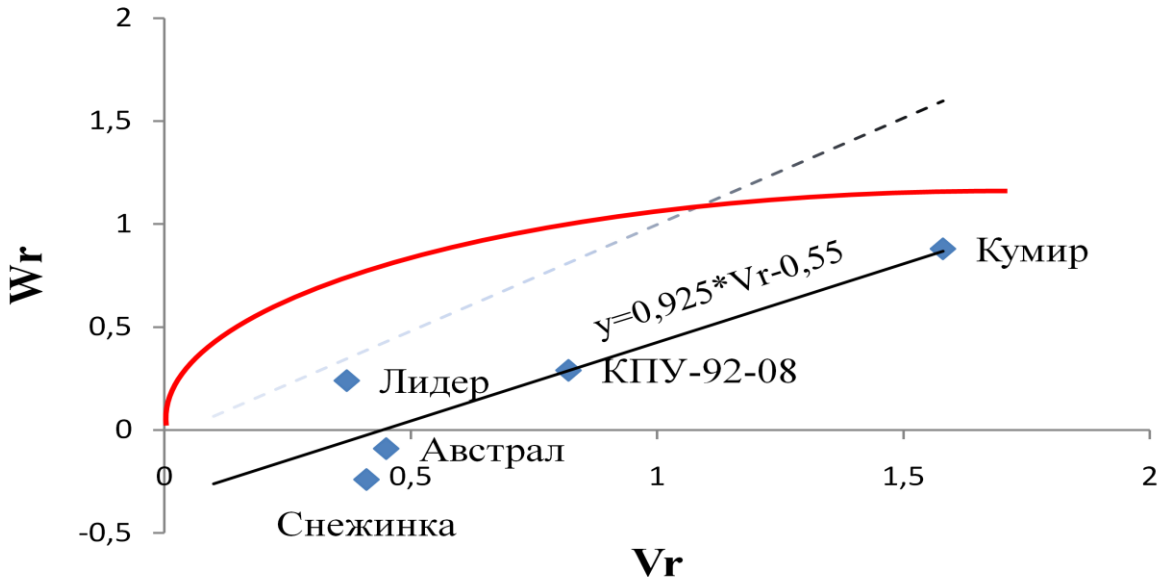


Рисунок 9 - График Хеймана признака «масса зерна с главной метелки» риса в F_1, (г), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

Из графика видно, что линия регрессии расположена ниже точки начала координат, что говорит о сверхдоминировании признака. Коэффициент регрессии существенно отличается от единицы (b=0,93) и линия регрессии отклоняется от угла 45º, 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 – Кумир. Сорта можно расположить по убыванию по количеству доминантных генов в следующем порядке: Лидер, Снежинка, Австрал, КПу-92-08 и Кумир.

Результаты дисперсионного анализа по Хейману свидетельствуют о существенных различиях между сортами по аддитивным и доминантным эффектам генов (существенность a и b) (таблица 20). Существенность b_1 говорит о однонаправленных эффектах доминантных генов в исследуемом

материале, а аллели, проявляющие доминирование распределены между сортами неравномерно (существенность b_2).

Таблица 20 – Результаты дисперсионного анализа диаллельной таблицы по признаку «масса зерна с главной метелки»

Факторы варьирования	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера, факт.	Критерий Фишера, теор.
Общее	55,62	74		
a	9,14	4	56,89	2,56
b	38,39	10	95,56	2,02
b_1	31,04	1	772,58	4,03
b_2	4,58	4	28,51	2,56
b_3	2,77	5	13,81	2,40
c	2,78	4	17,31	2,56
d	3,28	6	13,62	2,29
Ошибка	1,93	48		

Специфичные для комбинации скрещивания аллельные и неаллельные взаимодействия генов играют важную роль в контроле признака (существенность b_3). Различия между сортами по материнским и реципрокным эффектам также существенны.

Таблица 21 – 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	$½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$	0,94
E	0,04	$M_{LJ}-M_{LO}$	-1,28

Корреляция между выраженностью признака и доминированием высокая 0,87 (при df=3). Средняя степень доминирования в экспериментальном материале (H_1/D) и в каждом локусе ($\sqrt{H_1/D}$) полная, так как ее значение больше единицы. Величина доминирования в разных локусах варьирует – компонента $½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$ 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.

Из рисунка 10 видно, что линия регрессии проходит ниже линии единичного наклона, что говорит о комплементарном взаимодействии в F_2, а 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.

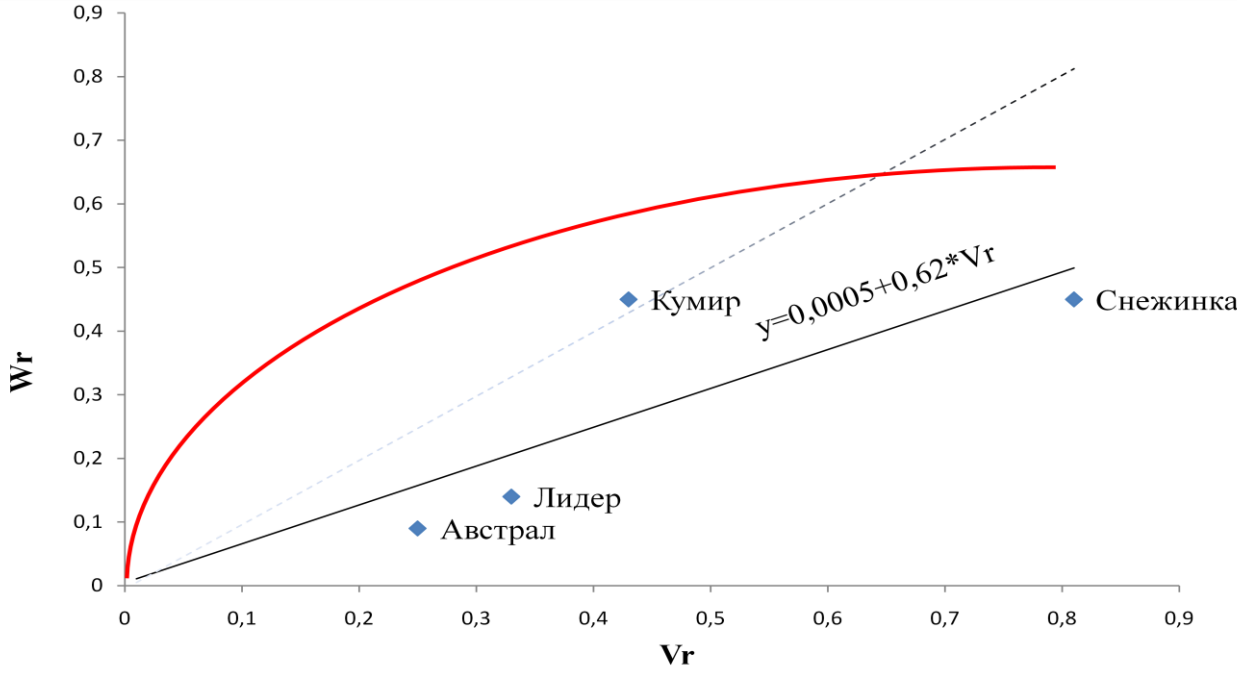


Рисунок 10 - График Хеймана признака «масса зерна с главной метелки» риса в F_2, (г), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

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.

Масса зерна с растения – основной показатель продуктивности. Изучаемые сорта значительно различаются по этому признаку (табл. 22).

Таблица 22 - Средние значения признака «масса зерна с растения» родительских форм и F_1, (г) и координаты графика

Сорта	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир	Vr	Wr	Парабола	b
Лидер	6,5	7,8	4,1	2,9	3,5	-	-	-	0,39
Австрал	3,3	4,6	3,1	4,5	3,5	0,53	-0,01	0,37	
Снежинка	6,2	2,7	4,1	4,7	3,9	0,70	-0,08	0,43	
КПУ-92-08	4,0	5,7	3,8	4,3	5,8	1,02	0,43	0,51	
Кумир	4,4	3,3	2,7	5,3	5,3	1,79	0,42	0,69	

Сорт Лидер исключен из анализа, так как очевидно признак масса зерна с растения контролируется неаллельными эффектами. После удаления из расчета данного сорта, аддитивно-доминантная модель стала адекватной, так как показатели Wr - Vr стабилены.

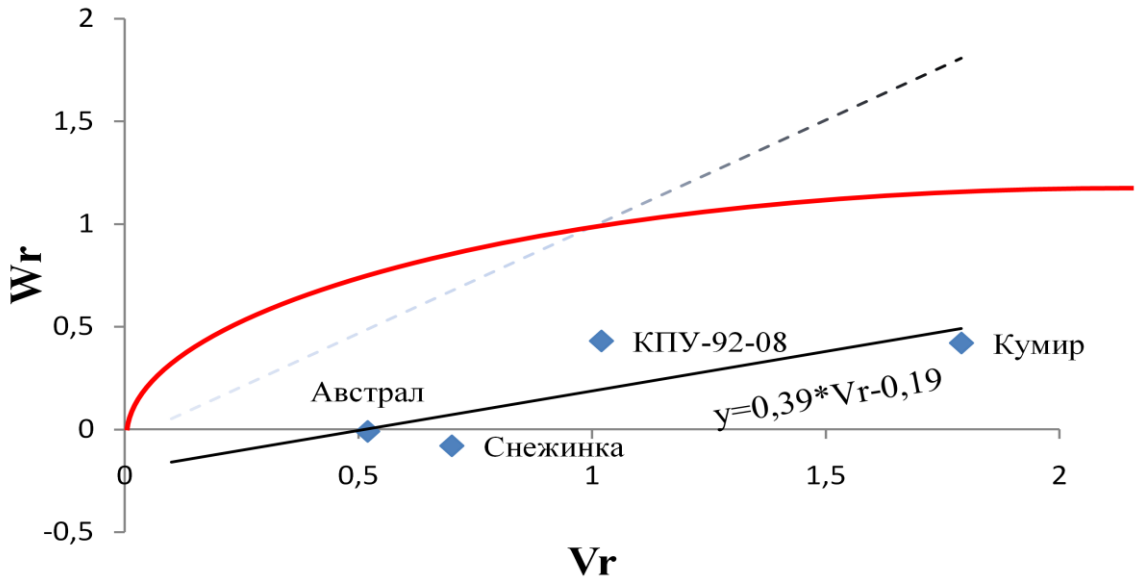


Рисунок 11 - График Хеймана признака «масса зерна с растения» риса в F_1, (г), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

Из графика видно, что линия регрессии расположена выше точки начала координат, что свидетельствует о частичном доминировании признака. Коэффициент регрессии существенно отличается от единицы (b=0,82) и ее линия отклоняется от угла 45º. Последнее 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 0,51.

Парабола пересекает линию регрессии в точках, где находились бы родители, если бы они несли все доминантные или все рецессивные гены. Наибольшим количеством доминантных генов обладает сорт Австрал, а рецессивных – Кумир. Сорта можно расположить в порядке убывания по количеству доминантных генов в следующем порядке: Австрал, Снежинка, КПУ-92-08 и Кумир. Все сорта расположены близко к линии регрессии, но Снежинка имеет наибольшее влияние комплементарного взаимодействия генов.

Результаты дисперсионного анализа по Хейману свидетельствует о существенных различиях между сортами по аддитивным и доминантным эффектам генов (существенность a и b) (табл. 23).

Таблица 23 – Результаты дисперсионного анализа диаллельной таблицы по признаку «масса зерна с растения»

Факторы варьирования	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера, факт.	Критерий Фишера, теор.
Общее	50,41	47		
a	18,75	3	44,44	2,92
b	20,15	6	23,87	2,42
b_1	2,15	1	15,29	4,17
b_2	16,77	3	39,74	2,92
b_3	1,23	2	4,36	3,32
c	2,86	3	6,77	2,92
d	3,42	3	8,12	2,92
Ошибка	4,22	30		

Существенность b_1 говорит об однонаправленных эффектах доминантных генов в исследуемом материале, а аллели, проявляющие доминирование, распределены между сортами неравномерно (существенность b_2). Специфичные для комбинации скрещивания аллельные и неаллельные взаимодействия генов играют важную роль в контроле признака (существенность b_3). Различия между сортами по материнским и реципрокным эффектам также существенны.

Таблица 24 – Результаты оценки генетических компонентов для признака «масса зерна с растения»

Генетические компоненты	Оценка	Генетические компоненты	Оценка
D	0,21	H_1/D	17,28
F	-0,28	$\sqrt{H_1/D}$	4,15
H_1	3,63	$H_2/4H_1$	0,18
H_2	2,64	$½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$	-0,31
E	0,14	$M_{LJ}-M_{LO}$	-0,37

Генетическая изменчивость этого признака обусловлена только доминантными эффектами, на что указывает значимость H_1 и H_2 при этом D незначим. Диаллельный анализ родительских сортов и гибридов первого поколения показал, что для всех изученных образцов характерно сильное комплементарное взаимодействие генов. Дальнейший анализ параметров Хеймана, созданных для аддитивно-доминантной модели, в данном случае не имеет смысла. Масса зерна с растения – это комплексный признак, включающий в себя продуктивную кустистость, число и массу зерна с метелки и другие факторы, поэтому столь сложная картина генетического контроля данного признака может быть объяснена именно этим.

Масса 1000 зерен является устойчивым сортовым признаком, мало изменчивым от условий выращивания (табл. 25).

Таблица 25 - Средние значения признака «масса 1000 зерен» родительских форм и F_1, (г) и координаты графика

Сорта	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир	Vr	Wr	Парабола	b
Лидер	26,4	20,3	19,0	28,2	19,2	-	-	-	0,50
Австрал	17,5	23,6	22,3	23,5	18,0	7,09	-0,75	4,90	
Снежинка	19,1	19,7	22,0	20,8	18,1	2,74	-1,42	3,05	
КПУ-92-08	23,3	24,9	22,4	26,1	20,9	5,81	1,45	4,44	
Кумир	19,3	24,1	18,3	21,1	25,1	10,11	2,73	5,85	

Сорт Лидер исключен из анализа, так как очевидно признак масса 1000 зерен контролируется эпистатическими эффектами. После удаления из расчета данного сорта, аддитивно-доминантная модель стала адекватной, так как показатели Wr - Vr стабильны.

Линия регрессии расположена ниже точки начала координат, что говорит о сверхдоминировании признака (рис. 12). Коэффициент регрессии существенно отличается от единицы (b=0,50) и их линия отклоняется от угла 45º, 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 1,82.

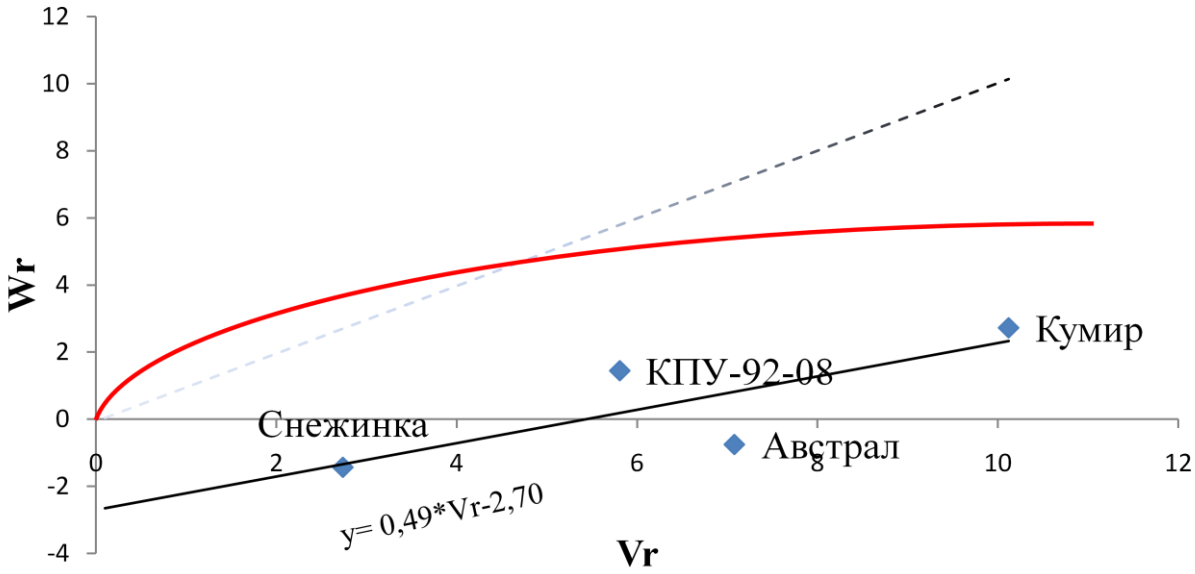


Рисунок 12 График Хеймана признака «масса 1000 зерен» риса в F_1, (г), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

Парабола пересекает линию регрессии в точках, где находились бы родители, если бы они несли все доминантные или все рецессивные гены. Наибольшее количество доминантных генов имеет сорт Снежинка, далее по убыванию КПУ-92-08, Австрал и Кумир с наибольшим количеством рецессивных генов.

Результаты дисперсионного анализа по Хейману свидетельствуют о существенных различиях между сортами по аддитивным и доминантным эффектам генов (существенность a и b) (табл. 26).

Таблица 26 – Результаты дисперсионного анализа диаллельной таблицы по признаку «масса 1000 зерен»

Факторы варьирования	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера, факт.	Критерий Фишера, теор.
Общее	312,18	47		
a	95,14	3	39,63	2,92
b	131,84	6	131,85	2,42
b_1	83,11	1	2553,72	4,17
b_2	47,77	3	61,19	2,92
b_3	0,96	2	5,14	3,32
c	35,44	3	151,90	2,92
d	41,17	3	63,82	2,92
Ошибка	8,56	30		

Существенность b_1 говорит об однонаправленных эффектах доминантных генов в исследуемом материале, а гены, проявляющие доминирование распределены между сортами неравномерно (существенность b_2). Специфичные для комбинации скрещивания аллельные и неаллельные взаимодействия генов играют важную роль в контроле признака (существенность b_3). Различия между сортами по материнским и реципрокным эффектам также существенны.

Таблица 27 – Результаты оценки генетических компонентов для признака «масса 1000 зерен»

Генетические компоненты	Оценка	Генетические компоненты	Оценка
D	3,61	H_1/D	7,46
F	4,78	$\sqrt{H_1/D}$	2,73
H_1	26,93	$H_2/4H_1$	0,18
H_2	19,02	$½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$	0,45
E	0,28	$M_{LJ}-M_{LO}$	-2,28

Корреляция между выраженностью признака и доминированием высокая r=0,74 (при df=2). В линиях доминантных аллелей больше, чем рецессивных, так как F>0. Средняя степень доминирования в экспериментальном материале и в каждом локусе полная ($H_1/D>1$ и $H_1/D>1$). Доминантные и рецессивные аллели распределены между исходными локусами неравномерно ($H_2/4H_1\neq0,25$), что может оказывать влияние на проявление признака в гибридах F_1. Величина доминирования в разных локусах варьирует – компонента $½*F/\sqrt{(D*(H_1-H_2))}$ не равна нулю. Направление доминирования $M_{LJ}-M_{LO}$ (-2,28), оно указывает на то, что присутствует отрицательное сверхдоминирование. Число групп генов 1,08.

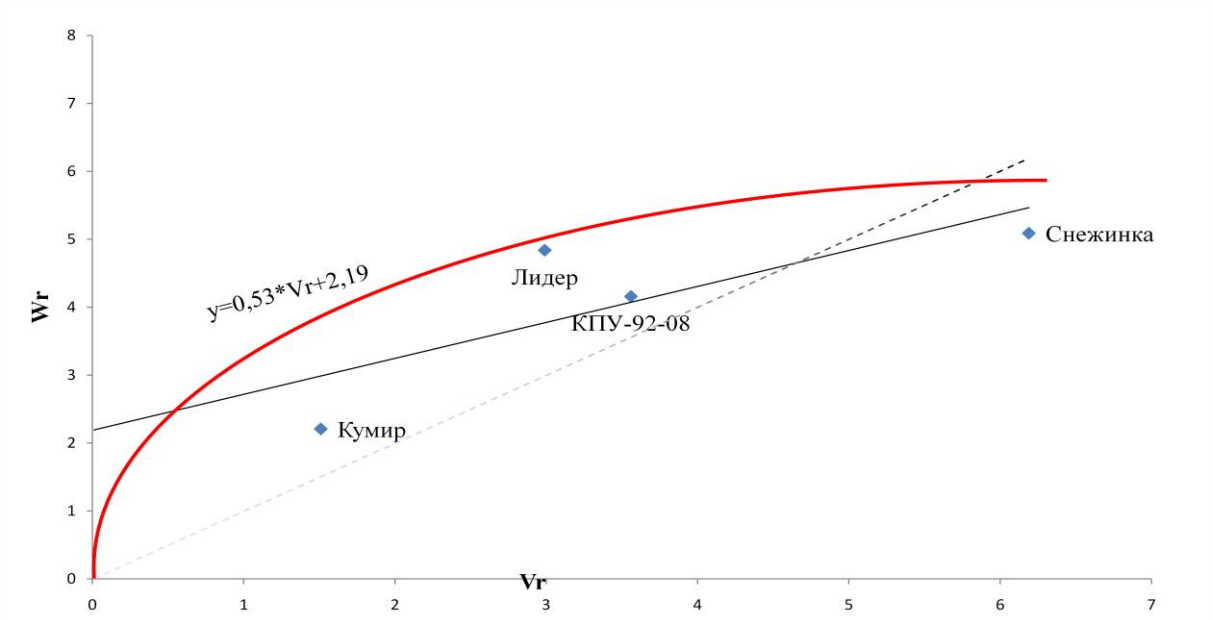


Рисунок 13 График Хеймана признака «масса 1000 зерен» риса в F_2, (г), г. Краснодар, ФГБНУ «ВНИИ риса», 2013 г.

В F_2 линия регрессии расположена выше точки начала координат, что говорит о неполном доминировании признака (рис. 13). Линия регрессии отклоняется в левую сторону, что говорит о дупликатном взаимодействии генов. Наибольшим количеством доминантных генов обладает сорт Кумир, а рецессивных – Снежинка.

Если сравнивать первое и второе поколение, то они кардинально отличаются с точностью наоборот. Это может быть связано с депрессией в первом и аддитивным влиянием генов во втором поколении, а также влиянием внешней среды.

Таким образом, генетический анализ гибридов первого и второго поколений показал, что при селекции на снижение высоты растения и длины метелки можно использовать сорт Кумир, так как он обладает наибольшим количеством доминантных генов из изученных сортов. При селекции на увеличение продуктивности растения, а именно, увеличение признаков: количество колосков с метелки, число зерен с главной метелки и масса зерна с метелки мы рекомендуем в качестве донора использовать сорт Лидер, имеющий большее количеством доминантных генов среди пяти проанализированных сортов. С целью получения гетерозиса в первом и трансгрессивных растений во втором поколении по комплексу хозяйственно-ценных признаков следует использовать для скрещивания сорт КПУ-92-08, так как в контроле его признаков присутствует неаллельное взаимодействие генов.

3.3. Изменчивость количественных признаков гибридов риса

К количественным признакам относятся такие, которые могут быть охарактеризованы количественно – урожай с делянки, число, высота и масса растений и т. д. Различают два вида количественной изменчивости: непрерывную и прерывистую или дискретную. В первом случае значения

признака выражены мерами объема, длины, массы и т.д. Во втором – различия между единицами наблюдения выражаются целыми числами, между которыми нет и не может быть переходов [48].

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 [28].

По результатам исследования шести районированных сортов риса и их гибридов во ВНИИ риса было установлено, что величина модификационной изменчивости в первом поколении гибридов не зависит от направления скрещивания и находится в пределах варьирования их родительских форм, а часто и ниже. Изменения показателей вариабельности одинаковых признаков родителей и их гибридов первого и второго поколений в различных условиях выращивания носят общий характер. Наибольшим значением изменчивости характеризуется второе поколение, что связано с введением генотипического компонента, появляющегося при расщеплении [65].

В нашей работе мы определяли изменчивость гибридов риса второго поколения по следующим признакам: высота растения, длина метелки, количество колосков в метелке, число зерен в главной метелке, масса зерна с главной метелки и с растения, масса 1000 зерен.

Выборка растений была случайной. При этом отбирались здоровые не повреждённые растения с полностью сформированными метёлками и вызревшим зерном. Выбраковывали механически поврежденные растения и с

высокой стерильность. Растения отбирали с корнями и, после очистки корней от почвы, высушивали в специальном помещении – сноповой лаборатории. Затем растения риса доставляли в лабораторию, где проводился биометрический анализ.

Данные биометрического анализа были обработаны различными методами биометрической статистики. Определяли следующие статистические показатели:

1. Среднее арифметическое значение;

2. Ошибка среднего арифметического;

3. Коэффициент вариации.

Коэффициент вариации (V) является относительной величиной изменчивости, выраженный в процентах, и имеет всегда положительное значение. Изменчивость принято считать незначительной или слабой, если коэффициент вариации не превышает 10%; средней, если его значение выше 10, но менее 20% и значительной или высокой, если он составляет более 20% [39].

В следующих ниже таблицах 28 - 34 приведены результаты статистической обработки данных биометрического анализа растений по каждой из исследуемых гибридных популяций.

В настоящее время селекционная работа направлена на уменьшение высоты растения. Проведены исследования изменчивости высоты растения гибридных популяций, данные которых представлены в таблице 28.

Рассматривая коэффициенты вариации, мы можем дать прогноз относительно потенциальных возможностей изменчивости признака исследуемых гибридных популяции.

Таблица 28 - Изменчивость признака «высота растения» в гибридных популяциях риса

Гибридная популяция	$\bar{x}$, см	$S\bar{x}$	Пределы изменчивости, см	V, %
Лидер/Австрал	104,3	4,11	88…126	12,47
Лидер/Снежинка	94,4	1,97	80…103	6,59
Лидер/КПУ-92-08	91,2	5,08	88…112	17,63
Лидер/Кумир	83,1	1,39	76…91	5,30
Австрал/Лидер	90,2	2,21	77…100	7,75
Австрал/Снежинка	99,8	3,97	86…120	12,57
Австрал/КПУ-92-08	103,1	6,09	78…124	18,67
Австрал/Кумир	102,8	3,75	93…118	11,54
Снежинка/Лидер	119,4	5,10	97…140	13,51
Снежинка/Австрал	109,6	3,28	91…120	9,45
Снежинка/КПУ-92-08	98,0	3,62	88…128	11,69
Снежинка/Кумир	92,8	2,06	83…107	7,03
КПУ-92-08/Лидер	94,8	4,26	62…110	14,19
КПУ-92-08/Австрал	106,5	3,58	89…115	10,63
КПУ-92-08/Снежинка	114,3	1,92	107…123	5,31
КПУ-92-08/Кумир	79,1	7,83	51…115	31,30
Кумир/Лидер	92,5	1,33	88…101	4,54
Кумир/Австрал	85,9	3,17	77…107	11,67
Кумир/Снежинка	94,8	3,38	80…118	11,27
Кумир/КПУ-92-08	88,9	2,09	74…100	7,43

Высота растения наиболее сильно варьирует в популяции КПУ-92-08/Кумир 79,1±7,83, при коэффициенте вариации (V) 31,30%. В других 11 популяциях отмечены средние значения изменчивости: Лидер/Австрал 104,3±4,11, V=12,47%; Лидер/КПУ-92-08 91,2±5,08, V=17,63%; Австрал/Снежинка 99,8±3,97, V=12,57%; Австрал/КПУ-92-08 103,1±6,09, V=18,67%; Австрал/Кумир 102,8±3,75, V=11,54%; Снежинка/Лидер 119,4±5,10, V=13,51%; Снежинка/КПУ-92-08 98,0±3,62, V=11,69%; КПУ-92-08/Лидер 94,8±4,26, V=14,19%; КПУ-92-08/Австрал 106,5±3,58, V=10,63%; Кумир/Австрал 85,9±3,17, V=11,67%; Кумир/Снежинка 94,8±3,38, V=11,27%. Низкие значения вариации, в зависимости от значений исследуемых признаков, может являться как положительной характеристикой, так и

отрицательной. Для признака «высота растения» низкий коэффициент вариации является положительной характеристикой, так как при удовлетворительных значениях он говорит о высокой выровненности гибридной популяции по этому признаку. К низковарьируемым популяциям по высоте растения можно отнести: Лидер/Снежинка 94,4±1,97, V=6,59%; Лидер/Кумир 83,1±1,39, V=5,30%; Австрал/Лидер 90,2±2,21, V=7,75%; Снежинка/Австрал 109,6±3,28, V=9,45%; Снежинка/Кумир 92,8±2,06, V=7,03%; КПУ-92-08/Снежинка 114,3±1,92, V=5,31%; Кумир/Лидер 92,5±1,33, V=4,54%; Кумир/КПУ-92-08 88,9±2,09, V=7,43%.

Признак «высота растения» со значениями выше 100 см является негативным, такие растения из гибридной популяции для селекционного питомника обычно не отбираются. В наших семи гибридных популяциях отмечена высота растения свыше 100 см при среднем и низком коэффициенте вариации: Лидер/Австрал, Австрал/КПУ-92-08, Австрал/Кумир, Снежинка/Лидер, Снежинка/Австрал, КПУ-92-08/Австрал и КПУ-92-08/Снежинка.

Метелка – это наиболее важный орган растения риса, от которого зависит основной признак – продуктивность. Селекционеры отдают предпочтение более коротким плотным метелкам, отвечающим требованиям модели идеального сорта. Длина метелки – это стойкий генетический признак, у которого почти полностью отсутствует модификационная или экологическая изменчивость [28]. Данные по изменчивости длины метелки в гибридных популяциях представлены в таблице 29.

Для признака длина метёлки низкий коэффициент вариации является положительной характеристикой, так как при удовлетворительных значениях он говорит о высокой выровненности гибридной популяции по этому признаку.

Таблица 29 - Изменчивость признака «длина метелки» в гибридных популяциях риса

Гибридная популяция	$\bar{x}$, см	$S\bar{x}$	Пределы изменчивости, см	V, %
Лидер/Австрал	18,1	1,13	13…26	19,74
Лидер/Снежинка	18,6	0,38	17…20	6,53
Лидер/КПУ-92-08	19,3	0,90	15,5…23	14,86
Лидер/Кумир	15,7	0,39	15,5…18	7,83
Австрал/Лидер	18,5	0,27	17…20	4,59
Австрал/Снежинка	19,8	0,66	17…23	10,59
Австрал/КПУ-92-08	24,6	0,80	20…29	10,27
Австрал/Кумир	18,1	0,41	17…20	7,11
Снежинка/Лидер	22,3	0,76	17.5…25	10,87
Снежинка/Австрал	20,4	0,75	17…24	11,60
Снежинка/КПУ-92-08	27,0	1,06	22…34	12,47
Снежинка/Кумир	16,6	0,49	15…20	9,28
КПУ-92-08/Лидер	18,3	0,70	15,5…22	12,20
КПУ-92-08/Австрал	22,6	0,58	19…25	8,13
КПУ-92-08/Снежинка	20,6	0,75	17…24	11,49
КПУ-92-08/Кумир	20,1	0,69	17…23	10,93
Кумир/Лидер	15,9	0,45	14…19	8,93
Кумир/Австрал	16,7	0,91	14…21	17,18
Кумир/Снежинка	15,8	0,61	13…19	12,27
Кумир/КПУ-92-08	17,8	0,66	15…20	11,78

К таким популяциям относятся: Лидер/Снежинка 18,6±0,38, при V=6,53%; Лидер/Кумир 15,7±0,39, V=7,83%; Австрал/Лидер 18,5±0,27, V=4,59%; Австрал/Кумир 18,1±0,41, V=7,11%; Снежинка/Кумир 16,6±0,49, V=9,28%; КПУ-92-08/Австрал 22,6±0,58, V=8,13%; Кумир/Лидер 15,9±0,45, V=8,93%. Низкая варьируемость указывает на то, что данные популяции по признаку «длина метелки» являются близкими к гомозиготному состоянию. Оставшиеся гибридные популяции относятся к средневарьируемым и находятся в пределах 10<V<20.

Число колосков с главной метелки входит в состав признаков, определяющих структуру урожая сортов. Если учесть стерильность метелки и продуктивную кустистость, то можно определить индивидуальную

продуктивность растения. Это очень важный селекционный признак. Данные по изменчивости признака «количество колосков в метелке» представлены в таблице 30.

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.

Таблица 30 - Изменчивость признака «количество колосков в метелке» в гибридных популяциях риса

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

В нашем случае популяций со слабой вариацией нет. 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 вариации 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 31.

Из таблицы 31 видно, что гибридные популяции Австрал/Кумир 100,8±5,58 при V=17,50%; Снежинка/Лидер 204,8±11,10, V=17,15% и Кумир/Снежинка 142,1±8,45, V=18,80% имеют средневарьирующий признак число зерен в главной метелке. Это является положительной характеристикой, так как максимальных значений будет достаточно много. Оставшиеся гибридные популяции облают высокими коэффициентами варьироввния V>20% и превышают исходные родительские формы, что говорит о том, что все популяции по данному признаку имеют большое разнообразие для проведения отбора.

Таблица 31 - Изменчивость признака «число зерен в главной метелке» в гибридных популяциях риса

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

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 32.

Из таблицы 32 видно, что по признаку «масса зерна с главной метелки» к средневарьируемым 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%.

Таблица 32 - Изменчивость признака «масса зерна с главной метелки» в гибридных популяциях риса

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

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.

Масса зерна с растения – это основной количественный признак, который определяет его индивидуальную продуктивность и, в итоге, урожайность сорта. По значению массы зерна с растения можно определить биологическую урожайность любого образца или сорта. Изменчивость изученных гибридов риса по признаку масса зерна с растения представлена в таблице 33.

Таблица 33 - Изменчивость признака «масса зерна с растения» в гибридных популяциях риса

Гибридная популяция	$\bar{x}$, г	$S\bar{x}$	Пределы изменчивости, г	V, %
Лидер/Австрал	8,5	1,98	1,9…22,5	73,65
Лидер/Снежинка	18,9	2,88	6,4…34,6	48,36
Лидер/КПУ-92-08	8,5	1,56	3,1…17,0	57,80
Лидер/Кумир	6,4	0,96	2,6…10,8	47,32
Австрал/Лидер	9,9	1,36	4,7…18,0	43,55
Австрал/Снежинка	9,8	1,78	3,4…20,2	57,82
Австрал/КПУ-92-08	16,2	3,56	5,0…35,0	69,46
Австрал/Кумир	3,0	0,22	2,1…3,9	23,14
Снежинка/Лидер	14,7	2,11	7,6…24,2	45,27
Снежинка/Австрал	9,4	0,82	6,3…14,9	27,78
Снежинка/КПУ-92-08	12,8	1,00	7,7…18,0	24,78
Снежинка/Кумир	10,0	1,38	4,5…17,6	43,63
КПУ-92-08/Лидер	7,4	0,81	2,2…10,4	34,93
КПУ-92-08/Австрал	13,6	1,23	5,1…18,5	28,58
КПУ-92-08/Снежинка	7,0	0,97	2,8…14,0	43,79
КПУ-92-08/Кумир	6,3	0,87	2,6…12,5	43,43
Кумир/Лидер	6,8	0,82	3,7…11,1	38,10
Кумир/Австрал	5,4	0,75	1,9…9,4	43,80
Кумир/Снежинка	4,9	0,60	2,6…8,8	38,90
Кумир/КПУ-92-08	9,0	0,98	3,6…15,1	34,50

Рассматривая коэффициенты вариации, мы можем дать прогноз относительно потенциальных возможностей изменчивости признака исследуемых гибридных популяции. Все гибридные комбинации по признаку «масса зерна с растения» имеют высокий коэффициент вариации (V>20%) и их изменчивость варьирует в пределах от 23,14% в гибриде Австрал/Кумир при среднем показателе 3,0±0,22 до 73,65% – Лидер/Австрал при среднем значении 8,5±1,98. Высокий коэффициент вариации является положительной характеристикой для данного признака, так как популяции представлены максимальными значениями и есть большая вероятность провести отбор высокопродуктивных растений.

Масса 1000 зерен – это сортовой признак, который имеет незначительную или среднюю изменчивость (коэффициент вариации в большинстве случаев не превышает 20%). Этот признак в большей мере подвержен гибридологической или комбинативной изменчивости. Данные по массе 1000 зерен представлены в таблице 34.

Таблица 34 - Изменчивость признака «масса 1000 зерен» в гибридных популяциях риса

Гибридная популяция	$\bar{x}$, г	$S\bar{x}$	Пределы изменчивости, г	V, %
Лидер/Австрал	28,47	1,53	16,8…33,3	16,99
Лидер/Снежинка	26,80	0,24	25,4…28,1	2,89
Лидер/КПУ-92-08	29,62	0,76	24,6…32,5	8,16
Лидер/Кумир	28,03	0,55	26,0…30,5	6,25
Австрал/Лидер	25,19	0,76	21,0…29,0	9,50
Австрал/Снежинка	24,76	1,56	17,6…31,5	19,95
Австрал/КПУ-92-08	26,34	1,36	20,1…31,3	16,29
Австрал/Кумир	29,19	1,24	25,7…35,5	13,45
Снежинка/Лидер	27,59	0,35	25,1…28,6	4,03
Снежинка/Австрал	25,88	1,98	16,7…33,3	24,15
Снежинка/КПУ-92-08	30,12	1,61	21,8…33,3	16,92
Снежинка/Кумир	25,98	0,57	24,2…28,7	6,97
КПУ-92-08/Лидер	29,84	0,95	23,3…33,9	10,08
КПУ-92-08/Австрал	27,28	1,03	24,2…33,5	11,89
КПУ-92-08/Снежинка	27,84	0,31	26,3…29,0	3,52
КПУ-92-08/Кумир	25,37	1,39	21,0…31,0	17,35
Кумир/Лидер	28,17	1,23	22,2…33,8	13,78
Кумир/Австрал	24,01	0,93	20,3…31,0	12,31
Кумир/Снежинка	26,88	0,91	21,2…30,8	10,73
Кумир/КПУ-92-08	26,71	0,96	22,1…32,4	11,40

Из таблицы 34 видно, что высокой изменчивостью обладает лишь гибридная популяция Снежинка/Австрал 25,88±1,98 при V=24,15%, что не характерно для признака масса 1000 зерен. В 11 популяциях наблюдается средняя вариация признака (10%<V<20%): Лидер/Австрал 28,47±1,53, V=16,99%; Австрал/Снежинка 24,76±1,56, V=19,95%; Австрал/КПУ-92-08 26,34±1,36, V=16,29%; Австрал/Кумир 29,19±1,24, V=13,45%;

Снежинка/КПУ-92-08 30,12±1,61, V=16,92%; КПУ-92-08/Лидер 29,84±0,95, V=10,08%; КПУ-92-08/Австрал 27,28±1,03, V=11,89%; КПУ-92-08/Кумир 25,37±1,39, V=17,35%; Кумир/Лидер 28,17±1,23, V=13,78%; Кумир/Австрал 24,01±0,93, V=12,31%; Кумир/Снежинка 26,88±0,91, V=10,73%; Кумир/КПУ-92-08 26,71±0,96, V=11,40%. Оставшиеся гибридные популяции имеют низковарьируемый признак. Это свидетельствует о том, что эти популяции по признаку «масса 1000 зерен» являются близкими к гомозиготному состоянию.

Во всех изученных гибридных популяций наибольшая изменчивость наблюдается по следующим признакам: количество колосков в метелке, число зерен в главной метелке, масса зерна с метелки и масса зерна с растения.

К низковарьируемым признакам можно отнести длину метелки и массу 1000 зерен. Это свидетельствует о стабильности этих признаков.

Так как по основным признакам, влияющим на продуктивность растения, отмечена высокая и средняя варьируемость в популяциях, то можно предположить, что в них имеется много растений с максимальными значениями и отбор на улучшение признаков будет эффективным.

4. КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ СОРТОВ РИСА

Комбинационная способность каждого генотипа обусловливается доминантным состоянием генов, ответственных за проявление и степень выраженности определенного признака. Ввиду этого, гетерозиготное состояние аллелей дает нам возможность использовать эффекты трансгрессии для целенаправленных отборов во втором и последующих поколениях с целью создания новых сортов, превосходящих исходные формы и стандарт по селектируемым признакам [83, 125].

Для сокращения сроков создания новых сортов сельскохозяйственных культур, в том числе и риса в частности, проводят исследования по оценке комбинационной способности исходного материала. На основе таких исследований чаще всего решается вопрос возможности использования тех или иных образцов в гетерозисной селекции при подборе родительских пар было установлено, что более продуктивные гибриды возникают именно при скрещивании между собой сортов и линий с высокой комбинационной способностью [136].

По литературным данным гетерозис в первом поколении оказывает положительное влияние на проявление трансгрессии в F_2. Однако различные комбинации по-разному реагируют на проявление гетерозиса гибридов. Было установлено, что если корреляции в первом и втором поколении общей комбинационной способности имеют высокие и средние значения, это доказывает повышенную стабильность этого показателя для оценки сортов. В тоже время, если корреляция специфической комбинационной способности наблюдается слабая и средняя, это говорит об уменьшении гетерозиса в гибридных популяциях F_2. Это свидетельствует о возможности прогнозирования проявления трансгрессивных форм, на основании оценки общей и специфической комбинационной способностей гибридов первого поколения и их родительских форм [15].

Общая комбинационная способность (ОКС) выражает среднюю ценность сорта (линии) в гибридных комбинациях и измеряется средней величиной отклонения признака всех гибридов с участием этой родительской формы от общей средней (по всем гибридам).

Специфическая комбинационная способность (СКС) характеризует отдельные комбинации, т. е. измеряется величиной отклонения признака в конкретном скрещивании на основании среднего качества изучаемых родительских форм [125].

4.1. Анализ сортов риса по комбинационной способности, полученных на основе гибридов первого поколения

Оценка сортов риса по комбинационной способности позволяет повысить эффективность селекционного процесса, улучшить качество подбора родительских форм для гибридизации.

Наименьшую существенную разность гибридов первого поколения рассчитывали по ОКС при сравнении со средней ($НСР_{gi-\bar{g}}$), а СКС – при сравнении гибридов, имеющих общую родительскую форму ($НСР_{sij}$) (табл. 35).

Таблица 35 – Значения эффектов ОКС и варианс СКС признака «высота растения», полученных на основе гибридов первого поколения, 2013 г.

Сорт	СКС					ОКС	$\sigma^2_{окс}$	$\sigma^2_{скс}$
	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир			
Лидер	-	-2,04	0,18	-7,20	9,06	-2,22	4,56	32,73
Австрал	-2,04	-	2,55	-1,40	0,89	5,70	32,13	1,59
Снежинка	1,18	2,55	-	7,91	-10,64	8,81	77,28	43,78
КПУ-92-08	-7,20	-1,40	7,91	-	0,69	0,56	-0,35	27,43
Кумир	9,06	0,89	-10,64	0,69	-	-12,35	152,16	47,35
$НСР_{05}$					1,65	0,70		

Из таблицы 35 видно, что сорта Австрал и Снежинка обладают высокой общей комбинационной способностью, а Лидер и Кумир – низкой, т.к. ниже значения $НСР_{05}$=0,70. Сорт КПУ-92-08 имеет среднюю ОКС и находится в пределах НСР.

При сравнении гибридов с участием сорта Лидер, можно отметить, что высокой СКС обладает сорт Кумир гибрида Лидер/Кумир (9,06), низкой СКС – Австрал и КПУ-92-08 из гибридов Лидер/Австрал (-2,04) и Лидер/КПУ-92-08 (-7,20), средней СКС – Снежинка гибрида Лидер/Снежинка (0,18) и находится в пределах $НСР_{05}$=1,65.

Сорт Австрал обладает высокой вариансой СКС при изучении гибрида Австрал/Снежинка (2,55), низкой СКС – Австрал/Лидер (-2,04) и средней СКС – Австрал/КПУ-92-08 (-1,40) и Австрал/Кумир (0,89), т.к. значения находятся в пределах $НСР_{05}$=1,65.

Гибриды, созданные с участием сорта Снежинка, обладают высокой вариансой СКС из гибридов Снежинка/Австрал (2,55) и Снежинка/КПУ-92-08 (7,91), т. к. значения превышают $НСР_{05}$=1,65. Низкую СКС имеет сорт Кумир гибрида Снежинка/Кумир (-10,64), среднюю СКС – Снежинка гибрида Снежинка/Лидер (0,18).

В гибридах сорт КПУ-92-08 показал высокую специфическую комбинационную способность: КПУ-92-08/Снежинка (7,91), низкую СКС – КПУ-92-08/Лидер (-7,20). Сорта Австрал и Кумир имеют среднюю СКС из гибридов КПУ-92-08/Австрал (-1,40) и КПУ-92-08/Кумир (0,69), т. к. значения находятся близко к $НСР_{05}$=1,65.

Сорт Кумир обладает высокой СКС из гибрида Кумир/Лидер (9,06), средней СКС – Кумир/Австрал (0,89) и Кумир/КПУ-92-08 (0,69), низкой СКС – Кумир/Снежинка (-10,64), т. к. ниже показателя $НСР_{05}$=1,65.

У сортов риса Лидер, Австрал, Снежинка и Кумир преобладающую роль играют гены с аддитивным эффектом, т.к. $\sigma^2_{окс} > \sigma^2_{скс}$. У сорта КПУ-92-08 преобладающую роль играют гены с доминантным или эпистатическим действием при наследовании признака «высота растения», т.к. $\sigma^2_{окс} < \sigma^2_{скс}$.

Результаты анализа по третьему методу Гриффинга признака «длина метелки» представлены в таблице 36.

Таблица 36 – Значения эффектов ОКС и варианс СКС признака «длина метелки», полученных на основе гибридов первого поколения, 2013 г.

Сорт	СКС					ОКС	$\sigma^2_{окс}$	$\sigma^2_{скс}$
	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир			
Лидер	-	0,03	-0,34	-0,19	0,51	-0,78	0,59	-0,02
Австрал	0,03	-	0,68	0,23	-0,94	2,01	4,00	0,23
Снежинка	-0,34	0,68	-	-0,41	0,06	-0,38	0,12	0,06
КПУ-92-08	-0,19	0,23	-0,41	-	0,37	0,95	0,87	-0,03
Кумир	0,51	-0,94	0,06	0,37	-	-1,79	3,17	0,19
$НСР_{05}$					0,44	0,19		

Из таблицы 36 видно, что сорта Австрал и КПУ-92-08 обладают высокой общей комбинационной способностью – 2,01 и 0,95, соответственно, а Лидер, Снежинка и Кумир – низкой ОКС, т.к. ниже значения $НСР_{05}$=0,19.

При сравнении гибридов с участием сорта Лидер, можно отметить, что высокой СКС обладает Кумир гибрида Лидер/Кумир (0,51), а Австрал, Снежинка и КПУ-92-08 – средней СКС и находятся в пределах $НСР_{05}$=0,44.

Сорт Австрал обладает высокой СКС из гибрида Австрал/Снежинка (0,68), средней СКС – Австрал/Лидер (0,03) и Австрал/КПУ-92-08 (0,23), низкой СКС – Австрал/Кумир (-0,94), т.к. значения ниже $НСР_{05}$=0,44.

Из гибридов, с участием сорта Снежинка, высокой СКС обладает Снежинка/Австрал (0,68), а остальные находятся в пределах НСР и имеют среднюю СКС.

Все гибриды с участием сорта КПУ-92-08 обладают средней специфической комбинационной способностью и находятся в пределах $НСР_{05}$=0,44.

При сравнении гибридов с участием сорта Кумир, следует отметить, что высокой СКС обладает Лидер из гибрида Кумир/Лидер (0,51), низкой СКС – Австрал гибрида Кумир/Австрал (-0,94), средней СКС – Снежинка и

КПУ-92-08 гибридов Кумир/Снежинка (0,06) и Кумир/КПу-92-08 (0,37), т.к. находятся в пределах НСР.

В изученных сортах риса, участвующих в скрещиваниях, преобладающую роль играют гены с аддитивным эффектом при наследовании признака «длина метелки», т.к. $\sigma^2_{окс}>\sigma^2_{скс}$.

Анализ гибридов по комбинационной способности признака «количество колосков в метелке» представлен в таблице 37.

Таблица 37 – Значения эффектов ОКС и варианс СКС признака «количество колосков в метелке», полученных на основе гибридов первого поколения, 2013 г.

Сорт	СКС					ОКС	$\sigma^2_{окс}$	$\sigma^2_{скс}$
	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир			
Лидер	-	-9,93	-3,00	-1,26	14,19	3,63	10,35	63,37
Австрал	-9,93	-	6,21	5,11	-1,39	0,17	-2,83	27,17
Снежинка	-3,00	6,21	-	2,87	-6,08	-4,59	18,24	9,07
КПУ-92-08	-1,26	5,11	2,87	-	-6,72	-6,84	43,90	6,13
Кумир	14,19	-1,39	-6,08	-6,72	-	7,63	55,35	57,13
$НСР_{05}$					4,65	1,99		

Из таблицы 37 видно, что сорта Лидер и Кумир обладают высокой общей комбинационной способность и их эффекты составляют – 3,63 и 7,63, соответственно. Снежинка и КПУ-92-08 имеют низкую ОКС – (-4,59) и (-6,84), соответственно, а Австрал – среднюю ОКС и находится в пределах $НСР_{05}$=1,99.

В гибридах, созданных с участием сорта Лидер, высокую СКС имеет Кумир из гибрида Лидер/Кумир (14,19), низкую СКС – Австрал гибрида Лидер/Австрал (-9,93) и среднюю СКС – Снежинка и КПУ-92-08 из гибридов Лидер/Снежинка (-3,00) и Лидер/КПУ-92-08 (-1,26), т.к. находятся в пределах $НСР_{05}$=4,65.

При сравнении гибридов с участием в скрещиваниях сорта Австрал, можно отметить, что высокой СКС обладают сорта Снежинка и КПУ-92-08

из гибридов Австрал/Снежинка (6,21) и Австрал/КПУ-92-08 (5,11), средней СКС – Австрал/Кумир (-1,39), а низкой СКС – Австрал/Лидер (-9,93), т.к. ниже значения $НСР_{05}$=4,65.

Сорт Снежинка обладает высокой специфической комбинационной способностью из гибрида Снежинка/Австрал (6,21), низкой СКС – Снежинка/Кумир (-6,08), а средней СКС – Снежинка/Лидер (-3,00) и Снежинка/КПУ-92-08 (2,87), т.к. находятся в пределах НСР.

Сорт КПУ-92-08 имеет высокую СКС из гибрида КПУ-92-08/Австрал (5,11), низкую СКС – КПУ-92-08/Кумир (-6,72), среднюю СКС – КПУ-92-08/Лидер (-1,26) и КПУ-92-08/Снежинка (2,87), т.к. находятся в пределах НСР.

Гибриды с участием сорта Кумир обладают высокой СКС из гибрида Кумир/Лидер (14,19), средней СКС – Кумир/Австрал (-1,39) и низкой СКС в гибридах Кумир/Снежинка (-6,08) и Кумир/КПУ-92-08 (-6,72), т.к. ниже значения $НСР_{05}$=4,65.

Сорта Лидер, Австрал и Кумир обладают преимущественно генами с доминантным или эпистатическим эффектом, т.к. $\sigma^2_{окс}<\sigma^2_{скс}$. А у сортов Снежинка, КПУ-92-08 преимущественно играют роль гены с аддитивным эффектом при наследовании признака «количество колосков в метелке», т.к. $\sigma^2_{окс}>\sigma^2_{скс}$.

Анализ гибридов риса по комбинационной способности признака «число зерен в метелке» представлен в таблице 38.

Сорта Лидер (5,57), КПУ-92-08 (6,32) и Кумир (2,51) обладают высокой общей комбинационной способностью, т.к. их значения выше $НСР_{05}$=2,23. Австрал (-0,57) – средней ОКС, а Снежинка (-13,82) – низкой ОКС.

При сравнении гибридов с участием сорта Лидер, можно отметить, что высокой СКС обладает Снежинка гибрида Лидер/Снежинка (14,22), средней СКС – Кумир гибрида Лидер/Кумир (4,62), а низкой СКС – Австрал и КПУ-92-08 из гибридов Лидер/Австрал (-10,91) и Лидер/КПУ-92-08 (-7,93), т. к. значения ниже $НСР_{05}$=5,21.

Таблица 38 – Значения эффектов ОКС и варианс СКС признака «число зерен в главной метелке», полученных на основе гибридов первого поколения, 2013 г.

Сорт	СКС					ОКС	$\sigma^2_{окс}$	$\sigma^2_{скс}$
	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир			
Лидер	-	-10,91	14,22	-7,93	4,62	5,57	27,43	83,45
Австрал	-10,91	-	2,86	15,49	-7,44	-0,57	-3,25	87,88
Снежинка	14,22	2,86	-	-13,73	-3,35	-13,82	187,53	84,79
КПУ-92-08	-7,93	15,49	-13,73	-	6,17	6,32	36,35	114,56
Кумир	4,62	-7,44	-3,35	6,17	-	2,51	2,72	13,76
$НСР_{05}$					5,21	2,23		

Сорт Австрал обладает высокой специфической комбинационной способностью при изучении гибрида Австрал/КПУ-92-08 (15,49), средней СКС – Австрал/Снежинка (2,86). Низкая СКС отмечена в гибридах Австрал/Лидер (-10,91) и Австрал/Кумир (-7,44), т.к. ниже значения $НСР_{05}$=5,21.

Гибриды, с участием сорта Снежинка, обладают высокой СКС в гибриде Снежинка/Лидер (14,22), низкой СКС – Снежинка/КПУ-92-08 (-13,73), средней СКС – Снежинка/Австрал (2,86) и Снежинка/Кумир (-3,35), т. к. находятся в пределах НСР.

Сорт КПУ-92-08 обладает высокой СКС из гибридов КПУ-92-08/Австрал (15,49) и КПУ-92-08/Кумир (6,17), а низкой СКС – КПУ-92-08/Лидер (-7,93) и КПУ-92-08/Снежинка (-13,73), т.к. ниже значения $НСР_{05}$=5,21.

Сорт Кумир имеет высокую СКС из гибрида Кумир/КПУ-92-08 (6,17), низкую СКС – Кумир/Австрал (-7,44), среднюю СКС Кумир/Лидер (4,62) и Кумир/КПУ-92-08 (6,17), которые находятся в пределах $НСР_{05}$=5,21.

Сорта Лидер, Австрал, КПУ-92-08 и Кумир обладают преимущественно генами с доминантным или эпистатическим эффектом при наследовании признака «число зерен с метелки», т.к. $\sigma^2_{окс}<\sigma^2_{скс}$. А у сорта

Снежинка преобладающую роль играют роль гены с аддитивным эффектом, т. к. $\sigma^2_{окс} > \sigma^2_{скс}$.

Анализ гибридов первого поколения риса по комбинационной способности признака «масса зерна с метелки» представлен в таблице 39.

Таблица 39 – Значения эффектов ОКС и варианс СКС признака «масса зерна с главной метелки», полученных на основе гибридов первого поколения, 2013 г.

Сорт	СКС					ОКС	$\sigma^2_{окс}$	$\sigma^2_{скс}$
	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир			
Лидер	-	-0,31	0,28	-0,03	0,06	0,06	0,002	0,04
Австрал	-0,31	-	0,07	0,36	-0,11	0,04	-0,0001	0,05
Снежинка	0,28	0,07	-	-0,36	0,01	-0,37	0,14	0,05
КПУ-92-08	-0,03	0,36	-0,36	-	0,04	0,31	0,09	0,06
Кумир	0,06	-0,11	0,01	0,04	-	-0,04	-0,0002	-0,003
$НСР_{05}$					0,11	0,05		

Из таблицы 39 видно, что сорта Лидер и КПУ-92-08 обладают высокой ОКС – 0,06 и 0,31, соответственно. Австрал и Кумир имеют среднюю СКС в пределах $НСР_{05}$=0,05, а низкую СКС – Снежинка.

Из гибридов с участием сорта Лидер, следует отметить, что высокой СКС обладает Снежинка гибрида Лидер/Снежинка (0,28), средней СКС – КПУ-92-08 и Кумир из гибридов Лидер/КПУ-92-08 (-0,03) и Лидер/Кумир (0,06) и низкой СКС – Австрал гибрида Лидер/Австрал (-0,31), т. к. ниже значения $НСР_{05}$=0,11.

Сорт Австрал обладает высокой СКС при изучении гибрида Австрал/КПУ-92-08 (0,36), средней СКС – Австрал/Снежинка (0,07) и низкой СКС из гибридов Австрал/Лидер (-0,31) и Австрал/Кумир (-0,11), т. к. ниже значения НСР.

При изучении гибридов с участием сорта Снежинка, можно отметить, что высокой СКС обладает Лидер гибрида Снежинка/Лидер (0,28), низкой СКС – КПУ-92-08 из гибрида Снежинка/КРУ-92-08 (-0,36). Среднюю СКС

имеют Австрал и Кумир из гибридов Снежинка/Австрал (0,07) и Снежинка/Кумир (0,01), т.к. находятся на уровне $НСР_{05}$=0,11.

Сорт КПУ-92-08 обладает высокой СКС из гибрида КПУ-92-08/Австрал (0,36), среднюю СКС – КПУ-92-08/Лидер (-0,03) и КПУ-92-08/Кумир (0,04) и низкую СКС в гибриде КПУ-92-08/Снежинка (-0,36), т. к. ниже значения НСР.

Сорт Кумир обладает средней специфической комбинационной способностью во всех гибридах, которые находятся в пределах $НСР_{05}$=0,11, кроме гибрида Кумир/Австрал (-0,11), имеющего низкую СКС.

Сорта риса Лидер и Австрал обладают преимущественно генами с доминантным или эпистатическим эффектом, т. к. у них $\sigma^2_{окс}<\sigma^2_{скс}$. А у сортов Снежинка, КПУ-92-08 и Кумир преимущественно играют роль гены с аддитивным эффектом при наследовании признака «масса зерна с метелки», т. к. у них $\sigma^2_{окс}>\sigma^2_{скс}$.

Анализ гибридов первого поколения по комбинационной способности признака «масса зерна с растения» представлен в таблице 40.

Таблица 40 – Значения эффектов ОКС и варианс СКС признака «масса зерна с растения», полученных на основе гибридов первого поколения, 2013 г.

Сорт	СКС					ОКС	$\sigma^2_{окс}$	$\sigma^2_{скс}$
	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир			
Лидер	-	0,98	1,05	-1,64	-0,39	0,36	0,12	1,18
Австрал	0,98	-	-0,88	0,45	-0,55	-0,03	-0,01	0,52
Снежинка	1,05	-0,88	-	0,03	-0,21	-0,47	0,21	0,44
КПУ-92-08	-1,64	0,45	0,03	-	1,15	0,42	0,16	1,01
Кумир	-0,39	-0,55	-0,21	1,15	-	-0,28	0,07	0,42
$НСР_{05}$					0,25	0,11		

Из таблицы 40 видно, что сорта Лидер и КПУ-92-08 обладают высокой ОКС – 0,36 и 0,42, соответственно. Австрал (-0,03) имеет среднюю ОКС в пределах $НСР_{05}$=0,11, а Снежинка (-0,47) и Кумир (-0,28) – низкую ОКС.

При сравнении гибридов, полученных с участием сорта Лидер, следует отметить, что высокой специфической комбинационной способностью обладают Австрал и Снежинка из гибридов Лидер/Австрал (0,98) и Лидер/Снежинка (1,05), а низкой СКС – сорта КПУ-92-08 и Кумир из гибридов Лидер/КПУ-92-08 (-1,64) и Лидер/Кумир (-0,39), т. к. ниже значения $НСР_{05}$=0,25.

Сорт Австрал обладает высокой СКС в гибридах Австрал/Лидер (0,98) и Австрал/КПУ-92-08 (0,45), низкой СКС – Австрал/Снежинка (-0,88) и Австрал/Кумир (-0,55), т. к. ниже значения НСР.

Гибриды с участием сорта Снежинка обладают высокой комбинационной способностью из Снежинка/Лидер (1,05), низкой СКС – Снежинка/Австрал (-0,88) и средней СКС – Снежинка/КПУ-92-08 (0,03) и Снежинка/Кумир (-0,21), т. к. находятся в пределах $НСР_{05}$=0,25

Сорт КПУ-92-08 обладает высокой СКС в гибридах КПУ-92-08/Австрал (0,45) и КПУ-92-08/Кумир (1,15), т. к. выше значения НСР. Низкую СКС имеет сорт Лидер гибрида КПУ-92-08/Лидер (-1,64) и среднюю СКС – Снежинка гибрида КПУ-92-08/Снежинка (0,03).

Сорт Кумир обладает высокой СКС в гибриде Кумир/КПУ-92-08 (1,15), среднюю СКС – Кумир/Снежинка (-0,21) и низкую СКС – Кумир/Лидер (-0,39) и Кумир/Австрал (-0,55), которые имеют значения ниже $НСР_{05}$=0,25.

У всех изучаемых сортов риса преобладающую роль играют гены с доминантным или эпистатическим действием генов при наследовании признака «масса зерна с растения», т. к. у них $\sigma^2_{окс}<\sigma^2_{скс}$.

Анализ гибридов первого поколения по комбинационной способности признака «масса 1000 зерен» представлен в таблице 41.

Таблица 41 – Значения эффектов ОКС и варианс СКС признака «масса 1000 зерен», полученных на основе гибридов первого поколения, 2013 г.

Сорт	СКС					ОКС	$\sigma^2_{окс}$	$\sigma^2_{скс}$
	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир			
Лидер	-	-2,18	-0,19	2,27	0,09	-0,34	0,11	2,44
Австрал	-2,18	-	0,97	-0,03	1,23	0,39	0,14	1,75
Снежинка	-0,19	0,97	-	-0,85	0,07	-1,42	2,00	0,38
КПУ-92-08	2,27	-0,03	-0,85	-	-1,39	2,88	8,27	1,91
Кумир	0,09	1,23	0,07	-1,39	-	-1,51	2,27	0,82
$НСР_{05}$					0,26	0,11		

Из таблицы 41 видно, что сорта Австрал и КПУ-92-08 обладают высокой общей комбинационной способностью – 0,39 и 2,88, соответственно, а Лидер (-0,34), Снежинка (-1,42) и Кумир (-1,51) – низкой ОКС, т.к. значения ниже $НСР_{05}$=0,11.

При сравнении гибридов с участием сорта Лидер, следует отметить, что сорт КПУ-92-08 гибрида Лидер/КПУ-92-08 (2,27) обладает высокой СКС, Снежинка и Кумир из гибридов Лидер/Снежинка (-0,19) и Лидер/Кумир (0,09) – средней СКС, а Австрал гибрида Лидер/Австрал (-2,18) – низкой СКС, т. к. ниже значения $НСР_{05}$=0,26.

Сорт Австрал обладает высокой СКС из гибридов Австрал/Снежинка (0,97) и Австрал/Кумир (1,23), средней СКС – КПУ-92-08 гибрида Австрал/КПУ-92-08 (-0,03), низкой СКС – Лидер гибрида Австрал/Лидер (-2,18), т.к. ниже НСР.

Сорт Снежинка имеет высокую СКС из гибрида Снежинка/Австрал (0,97), среднюю СКС – Снежинка/Лидер (-0,19) и Снежинка/Кумир (0,07), низкая СКС – Снежинка/КПУ-92-08 (-0,85), т. к. ниже значения $НСР_{05}$=0,26.

Гибриды с участием сорта КПУ-92-08 имеют высокую СКС в КПУ-92-08/Лидер (2,27), среднюю СКС в КПУ-92-08/Австрал (-0,03) и низкую СКС в КПУ-92-08/Снежинка (-0,85) и КПУ-92-08/Кумир (-1,39), т. к. ниже значения НСР.

Сорт Кумир обладает высокой СКС из гибрида Кумир/Австрал (1,23), низкой СКС – Кумир/КПУ-92-08 (-1,39), и средней СКС – Кумир/Лидер (0,09) и Кумир/Снежинка (0,07), т. к. – в пределах $НСР_{05}$=0,26.

У сортов Лидер и Австрал преобладающую роль играют гены с доминантным или эпистатическим эффектом, т. к. у них $\sigma^2_{окс}<\sigma^2_{скс}$. А у сортов Снежинка, КПУ-92-08 и Кумир преобладающую роль играют гены с аддитивным эффектом при наследовании признака «масса 1000 зерен», т. к. у них $\sigma^2_{окс}>\sigma^2_{скс}$.

4.2. Анализ сортов риса по комбинационной способности, полученных на основе гибридов второго поколения

Наименьшую существенную разность гибридов второго поколения рассчитывали по ОКС при сравнении со средней ($НСР_{gi-\bar{g}}$), а СКС – при сравнении гибридов, имеющих общую родительскую форму ($НСР_{sij}$).

Анализ гибридов второго поколения по комбинационной способности признака «высота растения» представлен в таблице 42.

Таблица 42 – Значения эффектов ОКС и варианс СКС признака «высота растения», полученных на основе гибридов второго поколения, 2013 г.

Сорт	СКС					ОКС	$\sigma^2_{окс}$	$\sigma^2_{скс}$
	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир			
Лидер	-	-2,64	2,79	-1,81	1,66	-1,35	-0,45	-6,14
Австрал	-2,64	-	-3,71	3,76	2,59	4,24	15,67	-0,85
Снежинка	2,79	-3,71	-	1,61	-0,70	6,95	46,01	-5,08
КПУ-92-08	-1,81	3,76	1,61	-	-3,56	-0,15	-2,25	-3,08
Кумир	1,66	2,59	-0,70	-3,56	-	-9,69	91,55	-5,57
$НСР_{05}$					4,15	1,80		

Из таблицы 42 видно, что сорта Австрал и Снежинка обладают высокой ОКС, а Кумир – низкой, так как значения ОКС ниже показателя

$НСР_{05}$= 1,80. Лидер и КПУ-92-08 имеют средние показатели ОКС и находятся в пределах НСР.

По данным дисперсионного анализа варианси СКС не имеют существенных различий, т.к. $F_{факт.} < F_{05}$ и нулевая гипотеза отвергается.

В изученных сортах риса, участвующих в скрещиваниях, преобладающую роль играют гены с аддитивным эффектом при наследовании признака «высота растения», т. к. $\sigma^2_{окс} > \sigma^2_{скс}$.

Анализ гибридов второго поколения по комбинационной способности признака «длина метелки» представлен в таблице 43.

Таблица 43 – Значения эффектов ОКС и варианс СКС признака «длина метелки», полученных на основе гибридов второго поколения, 2013 г.

Сорт	СКС					ОКС	$\sigma^2_{окс}$	$\sigma^2_{скс}$
	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир			
Лидер	-	-0,35	1,31	-1,77	0,82	-1,38	1,86	1,12
Австрал	-0,35	-	-0,99	0,93	0,42	0,69	0,43	0,24
Снежинка	1,31	-0,99	-	0,89	-1,20	1,05	1,05	0,94
КПУ-92-08	-1,77	0,93	0,89	-	-0,04	2,65	6,99	0,90
Кумир	0,82	0,42	-1,20	-0,04	-	-3,02	9,08	0,28
$НСР_{05}$					0,67	0,29		

Из таблицы 43 видно, что сорта Австрал, Снежинка и КПУ-92-08 обладают высокой ОКС, а Лидер и Кумир – низкой, так как $НСР_{05}$=0,29.

В гибридах, созданных с участием сорта Лидер, следует отметить, что высокую СКС имеет Снежинка в гибриде Лидер/Снежинка (1,31) и Кумир в гибриде Лидер/Кумир (0,82), т.к. их варианси превышают значения $НСР_{05}$=0,67; сорт КПУ-92-08 гибрида Лидер/КПУ-92-08 (-1,77) имеет существенно низкий показатель, а сорт Австрал гибрида Лидер/Австрал (-0,35) находится на уровне НСР.

При сравнении гибридов с участием сорта Австрал, высокую СКС имеет КПУ-92-08 гибрида Австрал/КПУ-92-08 (0,93), низкую – сорт

Снежинка из гибрида Австрал/Снежинка (-0,99). Остальные гибриды находятся в пределах $НСР_{05}$=0,67.

Сорт Снежинка обладает высокой СКС при изучении гибридов Снежинка/Лидер (1,31) и Снежинка/КПУ-92-08 (0,89), т.к. превышают значения $НСР_{05}$=0,67. Низкие варианси СКС имеют сорта Австрал гибрида Снежинка/Австрал (-0,99) и Кумир из гибрида Снежинка/Кумир (-1,20).

В гибридах, созданных при участии сорта КПУ-92-08, высокой СКС имеют сорта Австрал гибрида КПУ-92-08/Австрал (0,93) и Снежинка гибрида КПУ-92-08/Снежинка (0,88), а сорт Лидер – низкую СКС из гибрида КПУ-92-08/Лидер (-1,77), т.к. значения ниже $НСР_{05}$=0,67. Сорт Кумир гибрида КПУ-92-08/Кумир (-0,04) обладает средней вариансой СКС.

Гибриды, с участием сорта Кумир, имеют высокую СКС в Кумир/Лидер (0,82), среднюю – Кумир/Австрал (0,42) и Кумир/КПУ-92-08 (-0,04), а также низкую – гибрида Кумир/Снежинка (-1,20), т. к ниже значения $НСР_{05}$=0,67.

В изученных сортах риса, участвующих в скрещиваниях, преобладающую роль играют гены с аддитивным эффектом при наследовании признака «длина метелки», т. к. у них $\sigma^2_{окс} > \sigma^2_{скс}$.

Анализ гибридов второго поколения по комбинационной способности признака «количество колосков в метелке» представлен в таблице 44.

Из таблицы 44 видно, что сорта Снежинка и КПУ-92-08 обладают высокой ОКС, а Лидер, Австрал и Кумир – низкой, т.к. значения ОКС ниже показателя $НСР_{05}$=7,54.

В гибридах, созданных с участием сорта Лидер, сорт КПУ-92-08 из гибрида Лидер/КПУ-92-08 (-18,39) имеет низкую СКС, а остальные сорта обладают средней СКС, т. к. находятся в пределах $НСР_{05}$=17,61.

При сравнении гибридов с участием сорта Австрал, высокую СКС имеет КПУ-92-08 гибрида Австрал/КПУ-92-08 (17,78), низкую – сорт Кумир из гибрида Австрал/Кумир (-18,35). Лидер и Снежинка находятся в пределах НСР и обладают средней СКС.

Таблица 44 - Значения эффектов ОКС и варианс СКС признака «количество колосков в метелке», полученных на основе гибридов второго поколения, 2013 г.

Сорт	СКС					ОКС	$\sigma^2_{окс}$	$\sigma^2_{скс}$
	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир			
Лидер	-	4,66	17,24	-18,39	-3,51	-12,84	124,01	-37,33
Австрал	4,66	-	-4,09	17,78	-18,35	-19,21	328,30	-29,77
Снежинка	17,24	-4,09	-	-17,20	4,05	15,25	191,90	-46,14
КПУ-92-08	-18,39	17,78	-17,20	-	17,80	35,24	1200,91	114,18
Кумир	-3,51	-18,35	4,05	17,80	-	-18,42	298,60	-31,96
$НСР_{05}$					17,61	7,54		

Гибриды с участием сорта Снежинка находятся в пределах значения $НСР_{05}$=17,61 и имеют среднюю СКС.

Сорта Австрал и Кумир обладают высокой СКС в гибридах КПУ-92-08/Австрал (17,78) и КПУ-92-08/Кумир (17,80), созданных с участием сорта КПУ-92-08, низкой – сорт Лидер из гибрида КПУ-92-08/Лидер, средней – Снежинка из гибрида КПУ-92-08/Снежинка (-17,20).

Сорт КПУ-92-08 имеет высокую СКС из гибрида Кумир/КПУ-92-08 (17,80), сорт Австрал гибрида Кумир/Австрал (-18,35) – низкую, а сорта Лидер и Снежинка находятся в пределах $НСР_{05}$=17,61.

В изученных сортах риса, участвующих в скрещиваниях, преобладающую роль играют гены с аддитивным эффектом при наследовании признака «количество колосков в метелке», т.к. у них $\sigma^2_{окс}>\sigma^2_{скс}$ [125].

Анализ гибридов второго поколения по комбинационной способности признака «число зерен в главной метелке» представлен в таблице 45.

Таблица 45 – Значения эффектов ОКС и варианс СКС признака «число зерен в главной метелке», полученных на основе гибридов второго поколения, 2013г.

Сорт	СКС					ОКС	$\sigma^2_{окс}$	$\sigma^2_{скс}$
	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир			
Лидер	-	-0,77	23,16	-13,29	-9,11	-4,37	-28,11	-36,75
Австрал	-0,77	-	-7,87	27,06	-18,42	-21,40	410,79	50,03
Снежинка	23,16	-7,87	-	-28,29	13,01	6,12	-9,70	158,51
КПУ-92-08	-13,29	27,06	-28,29	-	14,52	29,62	830,30	246,57
Кумир	-9,11	-18,42	16,01	14,52	-	-9,98	52,38	-32,95
$НСР_{05}$					18,09	8,08		

Из таблицы 45 видно, что сорт КПУ-92-08 обладает высокой ОКС – 29,62, что выше значения $НСР_{05}$=8,08, а Австрал и Кумир – низкой ОКС и составляют (-21,40) и (-9,98), соответственно. Лидер и Снежинка находятся на уровне НСР.

При сравнении гибридов F_2 с участием сорта Лидер, высокой СКС обладает Снежинка из гибрида Лидер/Снежинка (23,16), а Австрал, КПУ-92-08 и Кумир – средней СКС и находятся на уровне $НСР_{05}$=18,09.

Сорт КПУ-92-08 имеет высокую СКС гибрида Австрал/КПУ-92-08 (27,06), а Лидер и Снежинка – среднюю СКС из гибридов Австрал/Лидер (-0,77), Австрал/Снежинка (-7,87); Кумир – низкую СКС гибрида Австрал/Кумир (-18,42), при участии в скрещиваниях с Австралом.

При сравнении гибридов F_2 с участием родителя Снежинка можно отметить, что высокую СКС имеет сорт Лидер гибрида Снежинка/Лидер (23,16), т.к. его значения превышают $НСР_{05}$=18,09. Низкую – сорт КПУ-92-08 гибрида Снежинка/КПУ-92-08 (-28,29).

В гибридах с участием КПУ-92-08 высокую СКС имеет сорт Австрал гибрида КПУ-92-08/Австрал (27,06), низкую СКС – Снежинка гибрида КПУ-92-08/Снежинка (-28,29), а остальные находятся в пределах $НСР_{05}$=18,09.

Сорт Кумир обладает средней вариансой СКС и находится в пределах $НСР_{05}$=18,09, кроме сорта Австрал, который имеет низкую СКС из гибрида Кумир/Австрал (-18,42).

У сорта Снежинка преобладающую роль играют гены с доминантным или эпистатическим действием, т.к. у них $\sigma^2_{окс} < \sigma^2_{скс}$. В сортах Лидер, Австрал, КПУ-92-08 и Кумир преобладает действие генов с аддитивным эффектом при наследовании признака «число зерен в главной метелке», т.к. $\sigma^2_{окс} > \sigma^2_{скс}$ [125].

Анализ гибридов второго поколения по комбинационной способности признака «масса зерна с метелки» представлен в таблице 46.

Таблица 46 – Значения эффектов и варианс СКС признака «масса зерна с главной метелки», полученных на основе гибридов второго поколения, 2013г.

Сорт	СКС					ОКС	$\sigma^2_{окс}$	$\sigma^2_{скс}$
	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир			
Лидер	-	-0,18	0,51	-0,13	-0,21	0,10	-0,02	-0,06
Австрал	-0,17	-	-0,29	0,73	-0,27	-0,79	0,59	0,04
Снежинка	0,51	-0,29	-	-0,65	0,43	0,09	-0,02	0,09
КПУ-92-08	-0,13	0,73	-0,65	-	0,05	1,01	0,98	0,10
Кумир	-0,21	-0,27	0,43	0,05	-	-0,41	0,14	-0,07
$НСР_{05}$					0,47	0,20		

Из таблицы 46 видно, что сорт КПУ-92-08 (1,01) обладает высокой ОКС, а Австрал (-0,79) и Кумир (-0,41) – низкой ОКС. Лидер и Снежинка находятся в пределах $НСР_{05}$=0,20.

При сравнении гибридов с участием сорта Лидер, можно отметить, что высокой СКС обладает Снежинка из гибрида Лидер/Снежинка (0,51), а остальные сорта имеют средние значения СКС и находятся в пределах $НСР_{05}$=0,47.

Гибриды с участием в скрещиваниях сорта Австрал имеют средние значение СКС, кроме сорта КПУ-92-08гибрида Австрал/КПУ-92-08 (0,73) с высокой СКС, т.к. выше значения $НСР_{05}$=0,47.

Сорт Снежинка обладает высокой специфической комбинационной способностью при изучении гибрида F_2 Снежинка/Лидер (0,51), т.к. его варианса превышает значение $НСР_{05}$=0,47, а КПУ-92-08 – низкой из гибрида Снежинка/КПУ-92-08 (-0,65). Остальные гибриды F_2 находятся в пределах НСР.

Сорт КПУ-92-08 показал высокую СКС в гибриде КПУ-92-08/Австрал (0,73), а в гибриде КПУ-92-08/Снежинка (-0,65) – низкую СКС, варианс превышают значение НСР05=0,47. Остальные гибриды обладают средней специфической комбинационной способность.

Все гибриды F_2 с сортом Кумир обладают средней комбинационной способность и находятся на уровне $НСР_{05}$=0,47.

У гибридов F_2 с сортом Снежинка преобладает действие генов с доминантным или эпистатическим действием, т.к. у них $\sigma^2_{окс}<\sigma^2_{скс}$. В сортах Лидер, Австрал, КПУ-92-08 и Кумир преобладает действие генов с аддитивным эффектом при наследовании признака «масса зерна с метелки», т.к. у них $\sigma^2_{окс}>\sigma^2_{скс}$.

Анализ гибридов второго поколения по комбинационной способности признака «масса зерна с растения» представлен в таблице 47.

Из таблицы 47 видно, что сорта Лидер (0,97), Снежинка (1,98) и КПУ-92-08 (0,99) обладают высокой общей комбинационной способностью, а Кумир (-4,08) – низкой ОКС, т.к. ниже значения $НСР_{05}$=0,78. Сорт Австрал (0,15) находится в пределах НСР.

При сравнении гибридов F_2 с участием сорта Лидер, можно отметить, что Снежинка из гибрида Лидер/Снежинка (4,50) обладает высокой СКС, а сорт КПУ-92-08 гибрида Лидер/КПУ-92-08 (-3,35) – низкой СКС. Австрал и Кумир имеют средние значении СКС и находятся в пределах $НСР_{05}$=1,81.

Таблица 47 – Значения эффектов ОКС и варианс СКС признака «масса зерна с растения», полученных на основе гибридов второго поколения, 2013 г.

Сорт	СКС					ОКС	$\sigma^2_{окс}$	$\sigma^2_{скс}$
	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир			
Лидер	-	-1,37	4,50	-3,35	0,21	0,97	0,50	6,18
Австрал	-1,37	-	-1,86	4,62	-1,39	0,15	-0,41	5,01
Снежинка	4,50	-1,86	-	-2,54	-0,10	1,98	3,48	5,41
КПУ-92-08	-3,35	4,62	-2,54	-	1,27	0,99	0,55	8,01
Кумир	0,21	-1,39	-0,10	1,27	-	-4,08	16,26	-1,25
$НСР_{05}$					1,81	0,78		

Сорт КПУ-92-08 из гибрида Австрал/КПУ-92-08 (4,62) обладает высокой СКС, Снежинка из гибрида Австрал/Снежинка (-1,86) – низкой, а остальные сорта находятся в пределах $НСР_{05}$=1,81.

В гибридах F_2 , созданных с участие сорта Снежинка, следует отметить, что высокую СКС имеет Лидер из гибрида Снежинка/Лидер (4,50), а низкую СКС – Австрал и КПУ-92-08 из гибридов Снежинка/Австрал (-1,86) и Снежинка/КПУ-92-08 (-2,54), т.к. ниже значения $НСР_{05}$=1,81.

Сорт Австрал обладает высокой СКС из гибрида КПУ-92-08/Австрал (4,62); Лидер и Снежинка – низкой СКС из гибридов КПУ-92-08/Лидер (-3,35) и КПУ-92-08/Снежинка (-2,54), а Кумир гибрида КПУ-92-08/Кумир (1,27) находится в пределах $НСР_{05}$=1,81.

Гибриды F_2 с участие сорта Кумир обладают средней специфической комбинационной способностью и находятся в пределах НСР.

В изученных сортах риса, участвующих в скрещиваниях, преобладающую роль играют гены с доминантным или эпистатическим эффектом, т.к. у них $\sigma^2_{окс}<\sigma^2_{скс}$, кроме сорта Кумир, в котором преобладающую роль играют гены с аддитивным эффектом при наследовании признака «масса зерна с растения», т.к. у них $\sigma^2_{окс}>\sigma^2_{скс}$.

Анализ гибридов второго поколения по комбинационной способности признака «масса 1000 зерен» представлен в таблице 48.

Из таблицы 48 видно, что Лидер и КПУ-92-08 по массе 1000 зерен обладают высокими эффектами общей комбинационной способности – 0,98 и 0,92. Сорта Австрал и Кумир – низкой СКС, -1,08 и -0,60, соответственно, Снежинка – средней СКС, т.к. находится в пределах $НСР_{05}$=0,48.

Таблица 48 – Значения эффектов ОКС и варианс СКС признака «масса 1000 зерен», полученных на основе гибридов второго поколения, 2013 г.

Сорт	СКС					ОКС	$\sigma^2_{окс}$	$\sigma^2_{скс}$
	Лидер	Австрал	Снежинка	КПУ-92-08	Кумир			
Лидер	-	-0,37	-0,84	0,84	0,37	0,98	0,78	-0,44
Австрал	-0,37	-	-0,29	-0,37	1,03	-1,08	0,99	-0,50
Снежинка	-0,84	-0,29	-	1,03	0,11	-0,22	-0,12	-0,39
КПУ-92-08	0,84	-0,37	1,03	-	-1,51	0,92	0,68	0,19
Кумир	0,37	1,03	0,11	-1,51	-	-0,60	0,19	0,01
$НСР_{05}$					1,15	0,48		

По данным дисперсионного анализа вариансы СКС признака «масса 1000 зерен» не имеют существенных различий, т.к. $F_{факт.} < F_{05}$ и нулевая гипотеза отвергается.

В изученных сортах риса, участвующих в скрещиваниях, преобладающую роль играют гены с аддитивным эффектом при наследовании признака «масса 1000 зерен», т.к. у них $\sigma^2_{окс} > \sigma^2_{скс}$ [125].

Для иллюстрации мы приводим следующий анализ:

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 вариансы СКС.

Таблица 49 – Результаты анализа гибридов первого и второго поколения по комбинационной способности признака «количество колосков в метелке»

Сорт	F_1			F_2		
	ОКС	$\sigma^2_{ОКС}$	$\sigma^2_{СКС}$	ОКС	$\sigma^2_{ОКС}$	$\sigma^2_{СКС}$
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
$НСР_{05}$	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 в F_2, 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_1 , так и в F_2.

Сорт Лидер в первом поколении имеет высокие эффекты ОКС, по значениям дисперсии СКС превышает ОКС. Это свидетельствует о том, что в F_2 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_1 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.

Результаты анализа по комбинационной способности, показали, что решение проблемы устойчивости к полеганию селекционным путем необходимо связывать, прежде всего, с высотой растения. Поэтому мы рекомендуем использовать в скрещиваниях сорт Кумир для снижения высоты, который также можно вовлекать в гибридизацию на увеличение признака «количество колосков в метелке» риса. Для увеличения признаков: длина метелки, число зерен в главной метелке, масса зерна с главной метелки и с растения, масса 1000 зерен нами рекомендуется использовать сорта Лидер и КПУ-92-08, обладающие высокой и средней комбинационной способностью.

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 [33, 100].

Корреляция – это мера связи между двумя признаками. Наиболее часто используется коэффициент корреляции Пирсона, который также называется линейной корреляцией, так как измеряет степень линейных связей между переменными. Корреляция Пирсона предполагает, что две рассматриваемые переменные измерены, по крайне мере, в интервальной шкале. Она определяет степень, с которой значения двух переменных «пропорциональны» друг другу. Одной из важных характеристик корреляции является то, что коэффициент корреляции не зависит от масштаба измерения [34, 39].

Коэффициент корреляции изменяется в пределах от -1,00 до +1,00. Значение -1,00 означает, что переменные величины имеют строгую отрицательную корреляцию. Значение +1,00 означает, что переменные имеют строгую положительную корреляцию, а 0,00 – отсутствие корреляции или она очень мала.

Положительное значение коэффициента корреляции показывает на связь между двумя переменными величинами признаков. При увеличении значений одного признака возрастает величина второго коррелируемого признака. Отрицательное значение коэффициента корреляции может показать на противоположную связь между признаками. Возрастание значений одного признака ведет к уменьшению другого.

Принято считать, что если коэффициент корреляции (r) меньше 0,3, то корреляция между изучаемыми признаками слабая. Если r 0,3-0,69 – средняя и при r>0,7 – корреляция между признаками сильная.

Часто для интерпретации коэффициента корреляции пользуются его квадратичное значение – коэффициент детерминации. Коэффициент детерминации (r^2) представляет долю вариации, общую для двух переменных.

Для выявления различных взаимосвязей между количественными признаками мы воспользовались учением о генетических корреляциях. Под генетическими корреляциями понимают корреляции между аддитивными значениями признаков. Драгавцев В.А. (1978) отмечает, что в генетике количественных признаков растений, кроме генетических корреляций между мерными признаками, различают: генотипические, экологические и фенотипические корреляции [50].

В сортах растений-самоопылителей генетические корреляции, рассчитанные по средним величинам их признаков, совпадают с генетическими аддитивными взаимосвязями, вычисленные по значениям родитель-потомок [100].

Для определения корреляционных связей между признаками растений нами были проанализированы восемь гибридных популяций F_2, из которых мы отобрали растения семей для изучения в контрольном питомнике, данные их представлены в таблицах 50 - 57. Зная, что реципрокные корреляционные связи показывают одинаковые коэффициенты корреляции, мы использовали ½ корреляционного поля.

Корреляционные взаимосвязи гибридной популяции Лидер/Снежинка представлены в таблице 50. Установлено, что высота растения слабо коррелирует со следующими признаками: количество колосков в метелке (r=0,02), число зерен с главной метелки (r=0,06), масса зерна с главной метелки (r=0,07), масса зерна с растения (r=0,28) и масса 1000 зерен (r=0,09). Средняя взаимосвязь отмечена между высотой растения и длиной метелки (r=0,54). Коэффициент детерминации равен 0,29. Это значит, что в 29% случаев высота растения зависит от длины метелки, а в 71% случаев она связана с другими факторами.

Таблица 50 - Корреляционные взаимосвязи в гибридной популяции Лидер/Снежинка (F_2)

Признаки	Высота растения, см	Длина метелки, см	Количество колосков в метелке, шт.	Число зерен в главной метелке, шт.	Масса зерна с главной метелки, г	Масса зерна с растения, г
Длина метелки, см	0,54	-				
Количество колосков в метелке, шт.	0,02	-0,42	-			
Число зерен в главной метелке, шт.	0,06	-0,38	**0,99**	-		
Масса зерна с главной метелки, г	0,07	-0,32	**0,99**	**0,99**	-	
Масса зерна с растения, г	0,28	-0,28	**0,70**	**0,70**	0,65	-
Масса 1000 зерен, г	0,09	0,56	-0,36	-0,33	-0,22	-0,59

Длина метелки имеет среднюю и отрицательную взаимосвязь с количеством колосков в метелке (r= -0,42), числом зерен с главной метелки (r= -0,38), массой зерна с главной метелки (r= -0,32). Слабая отрицательная корреляция отмечена между длиной метелки и массой зерна с растения (r= -0,28), а средняя – с массой 1000 зерен (r=0,56). Коэффициент детерминации в последнем случае равен 0,31, что свидетельствует о том, что в 31% случаев длина метелки зависит от массы 1000 зерен, а в 69% - от других факторов.

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). 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. Следует подчеркнуть, что количество

колосков в метелке имеет слабую отрицательную взаимосвязь с массой 1000 зерен (r= -0,36).

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). Между числом зерен с главной метелки с массой зерна с главной метелки коэффициент детерминации равен 0,98. Это значит, что в 98% случаев число зерен с главной метелки контролируется массой зерна с главной метелки, а в 2% - зависит от других факторов.

Число зерен с главной метелки слабо и отрицательно коррелирует с массой 1000 зерен (r= -0,33).

Масса зерна с главной метелки имеет среднюю взаимосвязь с массой зерна с растения (r=0,65). Коэффициент детерминации равен 0,42. Это значит, что в 42% случаев масса зерна с главной метелки зависит от массы зерна с растения, а в 58% - от других факторов. Слабая и отрицательная корреляция наблюдается массы зерна с главной метелки с массой 1000 зерен (r= -0,22).

Масса зерна с растения имеет среднюю отрицательную корреляцию с массой 1000 зерен (r= -0,59). Это говорит о том, что при возрастании массы зерна с растения масса 1000 зерен уменьшается, и наоборот.

Корреляционные взаимосвязи гибридной популяции Лидер/Кумир представлены в таблице 51.

В гибридной популяции Лидер/Кумир признак «высота растения» имеет сильную взаимосвязь с количеством колосков в метелке (r= 0,79) и с числом зерен в главной метелке (r=0,79). Средняя корреляция наблюдается с остальными признаками.

Длина метелки имеет среднюю корреляцию с массой 1000 зерен (r=0,41) и с высотой растения (r= -0,35), а с остальными признаками - слабая взаимосвязь.

Таблица 51 - Корреляционные взаимосвязи в гибридной популяции Лидер/Кумир (F_2)

Признаки	Высота растения, см	Длина метелки, см	Количество колосков в метелке, шт.	Число зерен в главной метелке, шт.	Масса зерна с главной метелки, г	Масса зерна с растения, г
Длина метелки, см	-0,35	-				
Количество колосков в метелке, шт.	**0,79**	-0,05	-			
Число зерен в главной метелке, шт.	**0,79**	-0,06	**0,99**	-		
Масса зерна с главной метелки, г	0,65	0,09	**0,95**	**0,96**	-	
Масса зерна с растения, г	0,36	0,02	0,52	0,51	0,64	-
Масса 1000 зерен, г	-0,53	0,41	-0,33	-0,33	-0,03	0,32

Количество колосков в метелке обладает высокой корреляционной взаимосвязью с высотой растения (r=0,79), числом зерен с главной метелки (r=0,99), массой зерна с главной метелки (r=0,95). Коэффициент детерминации равен 0,62, 0,98 и 0,90, соответственно. Это означает, что количество колосков в метелке зависит в 62% случаев от высоты растения, в 98% - от числа зерен в главной метелки и в 90% - от массы зерна с главной метелки, а в ставшихся 38%, 2% и 10% случаев - от других факторов. С остальными признаками отмечена средняя и слабая взаимосвязь.

Число зерен с главной метелки имеет высокую взаимосвязь с длиной метелки (r=0,99) и с массой зерна с главной метелки (r=0,96); среднюю корреляцию с массой зерна с растения (r=0,51) и с массой 1000 зерен (r= -0,33); между числом зерен с главной метелки и высотой растения (r= -0,06) отмечена слабая корреляционная связь.

Масса зерна с главной метелки слабо коррелирует с высотой растения (r=0,09) и массой 1000 зерен (r= -0,03). Средняя взаимосвязь отмечена с массой зерна с растения (r=0,64). Между массой зерна с главной метелки и количеством колосков в метелке (r= 0,95) имеется высокая взаимосвязь, так же как и с числом зерен с главной метелки (r=0,96). Коэффициент детерминации равен 0,92. Это говорит о том, что в 92% случаев масса зерна с главной метелки зависит от числа зерен в главной метелки, а в 8% случаев от других факторов.

Масса зерна с растения имеет среднюю корреляцию со всеми изучаемыми признаками, за исключением длины метелки (r=0,02), обладающей слабой зависимостью.

Масса 1000 зерен проявляет среднюю корреляционную зависимость со всеми изучаемыми признаками, кроме массы зерна с главной метелки (r= -0,03), где отмечена слабая связь. При увеличении значений признака длины метелки и массы зерна с растения значения массы 1000 зерен будут увеличиваться. Что касается признаков высота растения, количество колосков в метелке и число зерен с главной метелки, то при увеличении размеров этих признаков масса 1000 зерен будет уменьшаться, или наоборот, так как установлена отрицательная корреляция.

Корреляционные взаимосвязи гибридной популяции Австрал/Снежинка представлены в таблице 52.

В гибридной популяции Австрал/Снежинка высота растения имеет среднюю корреляцию с длиной метелки (r= 0,38), с числом зерен с главной метелки (r= -0,50), с массой зерна с растения (r=0,60) и с массой 1000 зерен (r=0,52). С остальными признаками отмечена слабая корреляционная зависимость.

Длина метелки обладает средней корреляционной взаимосвязью с высотой растения (r=0,38), с массой зерна с главной метелки (r=0,55), с массой зерна с растения (r=0,39) и с массой 1000 зерен (r=0,37). Остальные признаки слабо коррелируют с длиной метелки.

Таблица 52 - Корреляционные взаимосвязи в гибридной популяции Австрал/Снежинка (F_2)

Признаки	Высота растения, см	Длина метелки, см	Количество колосков в метелке, шт.	Число зерен в главной метелке, шт.	Масса зерна с главной метелки, г	Масса зерна с растения, г
Длина метелки, см	0,38	-				
Количество колосков в метелке, шт.	0,29	0,03	-			
Число зерен в главной метелке, шт.	-0,50	0,03	0,47	-		
Масса зерна с главной метелки, г	-0,14	0,55	0,14	0,59	-	
Масса зерна с растения, г	0,60	0,39	0,45	-0,02	0,23	-
Масса 1000 зерен, г	0,52	0,37	-0,47	**-0,73**	0,03	0,32

Количество колосков в метелке имеет среднюю корреляцию с числом зерен с главной метелки (r=0,47), с массой зерна с растения (r=0,45) и с массой 1000 зерен (r= -0,47).

Число зерен с главной метелки имеет высокую отрицательную взаимосвязь с массой 1000 зерен (r= -0,73). Это говорит о том, что при увеличении первого признака масса 1000 зерен будет снижаться и наоборот. Средняя корреляция отмечена с количеством колосков в метелке (r=0,47) и массой зерна с соцветия (r=0,59), а отрицательная с высотой растения (r= -0,50).

Масса зерна с метелки обладает средней взаимосвязью с количеством колосков в метелке (r=0,55) и с числом зерен с главной метелки (r=0,59). С остальными признаками наблюдается слабая корреляция.

Масса зерна с растения имеет среднюю корреляционную взаимосвязь с высотой растения (r=0,60), длиной метелки (r=0,39), количеством колосков в метелке (r=0,45) и с массой 1000 зерен (r=0,32).

Масса 1000 зерен имеет высокую отрицательную корреляцию с числом зерен с главной метелки (r= -0,73). Среднюю взаимосвязь с высотой растения (r=0,52), с длиной метелки (r=0,37), с массой зерна с растения (r=0,32), а отрицательную с количеством колосков в метелке (r= -0,47). Между массой 1000 зерен и массой зерна с главной метелки отмечена слабая корреляционная взаимосвязь.

Корреляционные взаимосвязи гибридной популяции Австрал/КПУ-92-08 представлены в таблице 53.

Таблица 53 - Корреляционные взаимосвязи в гибридной популяции Австрал/КПУ-92-08 (F_2)

Признаки	Высота растения, см	Длина метелки, см	Количество колосков в метелке, шт.	Число зерен в главной метелке, шт.	Масса зерна с главной метелки, г	Масса зерна с растения, г
Длина метелки, см	0,14	-				
Количество колосков в метелке, шт.	0,58	0,69	-			
Число зерен в главной метелке, шт.	0,59	0,57	**0,98**	-		
Масса зерна с главной метелки, г	**0,78**	0,57	**0,95**	**0,94**	-	
Масса зерна с растения, г	0,54	0,64	**0,87**	**0,81**	**0,84**	-
Масса 1000 зерен, г	**0,90**	0,17	0,40	0,37	0,65	0,47

В гибридной популяции Австрал/КПУ-92-08 высота растения имеет высокую взаимосвязь с массой зерна с метелки (r=0,78) и с массой 1000 зерен (r=0,90). Средняя корреляция наблюдается с количеством колосков в метелке

(r=0,58), числом зерен с главной метелки (r=0,59) и массой зерна с растения (r=0,54), а с длиной метелки отмечена слабая корреляция (r=0,14).

Длина метелки имеет среднюю корреляционную зависимость со всеми признаками, кроме высоты растения (r=0,14) и массой 1000 зерен (r=0,17).

Количество колосков в метелке сильно коррелирует с числом зерен с главной метелки (r=0,98), массой зерна с главной метелки (r=0,95) и массой зерна с растения (r=0,87). Коэффициент детерминации равен 0,75. Это значит, количество колосков в метелке в 75% случаев зависит от массы зерна с растения и в 25% - от других факторов. Остальные признаки средне коррелирует с количеством колосков в метелке.

Число зерен с главной метелки имеет высокую корреляцию с количеством колосков в метелке (r=0,98), массой зерна с метелки (r=0,94) и с массой зерна с растения (r=0,81). С остальными признаками наблюдается средняя корреляционная взаимосвязь.

Масса зерна с главной метелки обладает высокой взаимосвязью с такими признаками, как высота растения (r=0,78), количество колосков в метелке (r=0,95), число зерен с главной метелки (r=0,94) и масса зерна с растения (r=0,84). Остальные признаки имеют среднюю корреляцию.

Масса зерна с растения имеет высокую корреляционную взаимосвязь с количеством колосков в метелке (r=0,87), числом зерен с главной метелки (r= 0,81) и массой зерна с главной метелки (r=0,84). Остальные признаки с массой зерна с растения коррелируют средне.

Масса 1000 зерен имеет высокую корреляционную взаимосвязь с высотой растения (r=0,90); среднюю – с количество колосков в метелке (r=0,40), числом зерен в главной метелке (r=0,37), массой зерна с главной метелки (r= 0,65), массой зерна с растения (r=0,47); слабую – с длиной метелки (r=0,17).

Корреляционные взаимосвязи гибридной популяции Снежинка/КПУ-92-08 представлены в таблице 54.

Таблица 54 - Корреляционные взаимосвязи в гибридной популяции Снежинка/КПУ-92-08 (F_2)

Признаки	Высота растения, см	Длина метелки, см	Количество колосков в метелке, шт.	Число зерен в главной метелке, шт.	Масса зерна с главной метелки, г	Масса зерна с растения, г
Длина метелки, см	-0,42	-				
Количество колосков в метелке, шт.	-0,53	0,69	-			
Число зерен в главной метелке, шт.	-0,08	**0,82**	0,62	-		
Масса зерна с главной метелки, г	0,18	0,39	0,26	0,69	-	
Масса зерна с растения, г	-0,07	0,21	0,32	0,47	0,11	-
Масса 1000 зерен, г	0,32	**-0,70**	-0,58	-0,68	0,05	-0,53

В гибридной популяции Снежинка/КПУ-92-08 высота растения имеет среднюю корреляцию с длиной метелки (r= -0,42), количеством колосков в метелке (r= -0,53), массой 1000 зерен (r=0,32). С остальными признаками взаимосвязь слабая.

Длина метелки обладает высокой корреляцией с числом зерен в главной метелке (r=0,82) и массой 1000 зерен (r= -0,70); средней – с высотой растения (r= -0,42), количеством колосков в метелке (r=0,69), массой зерна с метелки (r=0,39),а с остальными признаками – слабой.

Количество колосков в метелке имеет среднюю отрицательную взаимосвязь с высотой растения (r= -0,53) и массой 1000 зерен (r= -0,58). Это говорит о том, что при увеличении высоты растения или массы 1000 зерен количество колосков в метелке будет уменьшаться и наоборот; средняя положительная корреляция наблюдается с длиной метелки (r=0,69), числом зерен в главной метелке (r=0,62) и с массой зерна с растения (r=0,32);

количество колосков слабо коррелирует с массой зерна с главной метелки (r=0,26).

Число зерен в главной метелке имеет высокую взаимосвязь с признаком длина метелки (r=0,82). Коэффициент детерминации равен 0,67. Это значит, что в 67% случаев признак число зерен с главной метелки зависит от длины метелки, а в 33% случаев от других факторов. С остальными признаками наблюдается средняя взаимосвязь, кроме высоты растения (r= -0,08), которая является слабой.

Масса зерна с главной метелки имеет среднюю корреляционную взаимосвязь с признаком «количество колосков в метелке» (r=0,39) и «число зерен с главной метелки» (r=0,69). С остальными признаками масса зерна с главной метелки коррелирует слабо.

Масса зерна с растения имеет среднюю корреляционную взаимосвязь с количеством колосков в метелке (r=0,32) и числом зерен с главной метелки (r=0,47), а с массой 1000 зерен – отрицательную (r= -0,53). Остальные признаки коррелируют слабо.

Масса 1000 зерен имеет высокую отрицательную взаимосвязь с длиной метелки (r= -0,70); среднюю – с высотой растения (r=0,32), количеством колосков в метелке (r= -0,58), число зерен в главной метелке (r= -0,68) и с массой зерна с растения (r= -0,53).

Корреляционные взаимосвязи гибридной популяции КПУ-92-08/Лидер представлены в таблице 55.

В гибридной популяции КПУ-92-08/Лидер высота растения имеет среднюю взаимосвязь с массой зерна с растения (r=0,56) и с массой 1000 зерен (r=0,56). С остальными признаками корреляция слабая.

Длина метелки коррелирует слабо со всеми изучаемыми признаками.

Количество колосков в метелке имеет высокую корреляционную взаимосвязь с числом зерен с главной метелки (r=0,99). С остальными признаками наблюдается средняя и слабая взаимосвязь.

Таблица 55 - Корреляционные взаимосвязи в гибридной популяции КПУ-92-08/Лидер (F_2)

Признаки	Высота растения, см	Длина метелки, см	Количество колосков в метелке, шт.	Число зерен в главной метелке, шт.	Масса зерна с главной метелки, г	Масса зерна с растения, г
Длина метелки, см	0,05	-				
Количество колосков в метелке, шт.	-0,11	0,27	-			
Число зерен в главной метелке, шт.	-0,02	0,26	**0,99**	-		
Масса зерна с главной метелки, г	0,56	0,08	0,31	0,37	-	
Масса зерна с растения, г	-0,02	0,26	0,44	0,47	-0,01	-
Масса 1000 зерен, г	0,56	0,29	-0,45	-0,39	0,27	0,17

Число зерен в главной метелке имеет высокую корреляцию с количеством колосков в метелке (r=0,99); среднюю – с массой зерна с главной метелки (r=0,37), массой зерна с растения (r=0,47) и отрицательную с массой 1000 зерен (r= -0,39). Слабая корреляционная взаимосвязь отмечена с высотой растения (r= -0,02) и длиной метелки (r=0,26).

Масса зерна с главной метелки имеет среднюю корреляцию с высотой растения (r=0,56), количеством колосков в метелке (r=0,31) и числом зерен в главной метелке (r=0,37). С остальными признаками корреляция слабая.

Масса зерна с растения имеет среднюю взаимосвязь с количеством колосков в метелке (r=0,44) и числом зерен в главной метелке (r=0,47). Остальные признаки коррелируют с массой зерна с растения слабо.

Масса 1000 зерен имеет среднюю отрицательную взаимосвязь с количеством колосков в метелке (r= -0,45) и числом зерен в главной метелке (r= -0,39). Это значит, что при увеличении первого признака, два других

уменьшаются, или наоборот. Средняя положительная взаимосвязь наблюдается с высотой растения (r=0,56). Остальные признаки коррелируют с массой 1000 зерен слабо.

Корреляционные взаимосвязи в гибридной популяции КПУ-92-08/Кумир представлены в таблице 56.

Таблица 56 - Корреляционная взаимосвязь в гибридной популяции КПУ-92-08/Кумир (F_2)

Признаки	Высота растения, см	Длина метелки, см	Количество колосков в метелке, шт.	Число зерен в главной метелке, шт.	Масса зерна с главной метелки, г	Масса зерна с растения, г
Длина метелки, см	-0,11	-				
Количество колосков в метелке, шт.	-0,59	0,49	-			
Число зерен в главной метелке, шт.	-0,50	0,41	**0,98**	-		
Масса зерна с главной метелки, г	-0,04	0,48	**0,75**	**0,78**	-	
Масса зерна с растения, г	0,57	0,29	0,21	0,30	**0,70**	-
Масса 1000 зерен, г	**0,77**	0,05	-0,53	-0,51	0,13	0,44

В гибридной комбинации КПУ-92-08/Кумир высота растения имеет высокую взаимосвязь с массой 1000 зерен (r=0,77). Средняя корреляция отмечена между высотой растения и количеством колосков в метелке (r= -0,59), числом зерен в главной метелке (r=0,50) и массой зерна с растения (r=0,57). С остальными признаками взаимосвязь слабая.

Длина метелки имеет среднюю корреляцию с количеством колосков в метелке (r=0,49), числом зерен в главной метелке (r=0,41) и массой зерна с главной метелки (r=0,48). Между длиной метелки и оставшимися изучаемыми признаками корреляция слабая.

Количество колосков в метелке имеет высокую корреляционную взаимосвязь с числом зерен с главной метелки (r=0,98) и массой зерна с главной метелки (r=0,75). С остальными признаками наблюдается средняя и слабая взаимосвязь.

Число зерен с главной метелки имеет высокую корреляцию с количеством колосков в метелке (r=0,98) и с массой зерна с главной метелки (r=0,78), а с остальными признаками взаимосвязь средняя.

Масса зерна с главной метелки имеет высокую взаимосвязь со следующими признаками: количеством колосков в метелке (r=0,75), число зерен в главной метелке (r=0,78) и масса зерна с растения (r=0,70). Средняя корреляция наблюдается между массой зерна с главной метелки и длиной метелки (r=0,48), а с остальными признаками – слабая.

Масса зерна с растения имеет высокую корреляцию с массой зерна с главной метелки (r=0,70); среднюю – с высотой растения (r=0,57), числом зерен в главной метелке (r=0,30) и массой 1000 зерен (r=0,44); слабую – с остальными признаками.

Масса 1000 зерен имеет высокую корреляционную взаимосвязь с высотой растения (r=0,77); среднюю – с количеством колосков в метелке (r= -0,53), числом зерен в главной метелке (r= -0,51) и массой зерна с растения (r=0,44); слабую – с длиной метелки (r=0,05) и массой зерна с главной метелки (r=0,13) .

Корреляционные взаимосвязи гибридной популяции Кумир/Лидер представлены в таблице 57.

В гибридной комбинации Кумир/Лидер высота растения имеет со всеми изучаемыми признаками слабую корреляционную взаимосвязь, кроме признака масса 1000 зерен (r=0,32), которая обладает средней корреляций.

Длина метелки имеет среднюю взаимосвязь со всеми изучаемыми признаками, кроме высоты растения (r=0,01) – слабая корреляция.

Таблица 57 - Корреляционные взаимосвязи в гибридной популяции Кумир/Лидер (F_2)

Признаки	Высота растения, см	Длина метелки, см	Количество колосков в метелке, шт.	Число зерен в главной метелке, шт.	Масса зерна с главной метелки, г	Масса зерна с растения, г
Длина метелки, см	0,01	-				
Количество колосков в метелке, шт.	0,11	0,57	-			
Число зерен в главной метелке, шт.	0,10	0,57	**0,99**	-		
Масса зерна с главной метелки, г	0,26	0,38	**0,88**	**0,87**	-	
Масса зерна с растения, г	0,11	0,55	0,44	0,44	0,45	-
Масса 1000 зерен, г	0,32	-0,38	-0,31	-0,33	0,17	-0,01

Количество колосков в метелке имеет высокую корреляцию с числом зерен в главной метелке (r=0,99) и массой зерна с главной метелки (r=0,88). Средняя взаимосвязь отмечена с массой зерна с растения (r=0,44) и массой 1000 зерен (r= -0,31), а остальные признаки слабо коррелируют с признаком «количество колосков в метелке».

Число зерен в главной метелке имеет высокую корреляцию с количеством колосков в метелке (r=0,99) и массой зерна с главной метелки (r=0,87); среднюю – с длиной метелки (r=0,57), массой зерна с растения (r=0,44) и массой 1000 зерен (r= -0,33).

Масса зерна с главной метелки имеет высокую корреляцию с количеством колосков в метелке (r=0,88) и числом зерен с главной метелки (r=0,87). Средняя взаимосвязь отмечена с длиной метелки (r=0,38) и массой зерна с растения (r=0,45). С остальными признаками корреляция слабая.

Масса зерна с растения имеет со всеми изучаемыми признаками среднюю корреляционную взаимосвязь, кроме массы 1000 зерен (r= -0,01), которая – слабая.

Масса 1000 зерен имеет среднюю корреляцию со следующими признаками: высота растения (r=0,32), длина метелки (r= -0,38), количество колосков в метелке (r= -0,31), число зерен в главной метелке (r= -0,33). Остальные признаки слабо коррелируют с данным признаком.

Установленные высокие корреляционные связи между хозяйственно-ценными признаками в исследуемых гибридных популяциях позволили определить маркерные признаки, которые могут максимально характеризовать популяцию. По итогам анализа корреляционных связей, к ним относятся: количество колосков в метелке, число зерен в главной метелке и масса зерна с главной метелки. Причем взаимосвязь между ними высокая и положительная. Эти признаки можно использовать в качестве тестеров при отборе в гибридных популяциях высокопродуктивных метелок для дальнейшего изучения в селекционном питомнике.

6. РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ 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. Поскольку превосходство гетерозигот над гомозиготами в отношении устойчивости к воздействию неблагоприятных условий среды дает первым определенное преимущество, в селекционные программы включают гибридизацию. Принято считать, что этот метод всегда дает положительный эффект в отношении многих важных хозяйственно биологических свойств и признаков. Однако, это не всегда так. Использование гибридизации связано с определенными трудностями, главной из которых является сложность, как правильного подбора родительских форм, так и оценки – прогноза селекционной ценности самих гибридов [103].

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 [34].

При сравнении урожайности отдельных гибридных популяций, как между собой, так и с родительскими формами установлена общая закономерность: урожайность возрастает от более ранних к более поздним поколениям [103].

Однако, при раннем отборе, 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 F_2, где отбирались метелки растений риса из гибридного питомника для посева в селекционный питомник. Для этого высевались все семена гибридов второго поколения, а потом проводили отбор. Критерием отбора служили следующие характеристики: растения не должны полегать, метелки должны быть с хорошо выполненным стекловидным зерном, стерильность низкая, вегетационный период не более 120 дней. Оставшийся гибридный материал полностью убирался по популяциям и высевали на следующий год для повторного отбора, но уже в третьем поколении. Урожай гибридов риса F_2, убранный после отбора, представлен в таблице 58.

Таблица 58 - Масса семян гибридных популяций второго поколения, 2013 г.

№ п/п	Происхождение	Масса семян, кг
1	Лидер/Австрал	3,90
2	Лидер/Снежинка	6,09
3	Лидер/КПУ-92-08	0,54
4	Лидер/Кумир	4,66
5	Австрал/Лидер	4,95
6	Австрал/Снежинка	2,53
7	Австрал/КПУ-92-08	1,72
8	Австрал/Кумир	3,99
9	Снежинка/Лидер	0,77
10	Снежинка/Австрал	2,05
11	Снежинка/КПУ-92-08	2,35
12	Снежинка/Кумир	3,03
13	КПУ-92-08/Лидер	0,31
14	КПУ-92-08/Австрал	2,36
15	КПУ-92-08/Снежинка	2,66
16	КПУ-92-08/Кумир	1,34
17	Кумир/Лидер	1,66
18	Кумир/Австрал	2,00
19	Кумир/Снежинка	2,65
20	Кумир/КПУ-92-08	2,27

Всего собрано 48,8 кг семян со всех гибридных популяций. Наименьшая масса семян отмечена в популяции КПУ-92-08/Лидер и составляет 0,33 кг, а наибольшая Лидер/Снежинка – 6,09 кг.

После созревания семян гибридов второго поколения, мы провели отбор элитных растений (главных метелок) для посева в селекционный питомник. При отборе мы в основном руководствовались результатами корреляционных взаимосвязей между количественными признаками. Учитывали значения корреляций между количеством колосков и зерен в главной метелке, а также массой зерна с главного соцветия и количеством зерен. Признак «число зерен в главной метелке» в полевых условиях даже глазомерно можно определить с высокой достоверностью. С учетом этих признаков мы проводили индивидуальный отбор. Окончательную идентификацию метелок по массе зерна проводили в лаборатории. Те метелки, которые не вкладывались в модель идеального сорта – выбраковывали. А остальные образцы были включены в селекционный питомник. В результате отбора из гибридного питомника было выделено 775 метелок риса, результаты биометрического анализа которых представлены в таблице 59.

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.

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.

Таблица 59 - Результаты отбора элитных растений из гибридного питомника F_2, 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

Появление трансгрессионных форм – положительное явление для популяций, так как есть материал для отбора растений с нужными характеристиками.

В итоге по результатам проведённого отбора в селекционный питомник было передано 775 растений, а для посева F_3 в гибридный питомник – 48,8 кг семян.

6.2. Результаты отбора образцов для контрольного питомника

После проведенного анализа и отбора из гибридных популяций F_2, семена 775 лучших растений F_3 были высеяны в селекционном питомнике

(делянки № 8466-9241). Для того чтобы оценить их по потомству, посев был проведен кассетной сеялкой посемейно (семена каждой метелки высеяны на отдельной делянке), а также родительские формы этих комбинаций. В питомнике проведены фенологические наблюдения, оценка и описание растений в каждой семье в сравнении с их родительскими формами. В подавляющем большинстве семей наблюдалось расщепление по различным признакам: вегетационному периоду, высоте растения, типу и продуктивности метелки и т.д. В этих семьях проведен повторный отбор растений, представляющий интерес для дальнейшей работы.

Однако в 26 семьях растения были абсолютно идентичные по всем признакам. Растения этих семей убраны каждая отдельно для последующего их изучения в контрольном питомнике. Характеристика их представлена в таблице 60.

Таблица 60 – Характеристика лучших семей растений риса, выделенных в селекционном питомнике, 2014 г

№ делянки	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

Продолжение таблицы 60

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

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 моделе 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 удлиненная (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. По количеству колосков с главной метелки отобранные образцы также превосходят родителей (прил., рис. 1).

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 удлиненная (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 (прил., рис 2).

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 удлиненное (l/b=3,3-4,0), лист скручивается, как у Австрала (прил., рис 3). 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 удлиненное (l/b=2,9), метелка пониклая (прил., рис. 4).

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 удлиненным зерном (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 (прил. рис. 5).

Из 54 семей популяции КПУ-92-08/Лидер отобрано 4 делянки – эффективность отбора составила 7,4%. Высота растений из 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 удлиненное, 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 (прил., рис. 6).

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 удлиненное (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 (прил., рис. 7).

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 удлиненное (l/b=2,4), масса зерна с главной метелки 5,3 г, что превышает показатели родителей, масса 1000 зерен 28,5 г (прил., рис. 8).

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.

На основе проведенных исследований было установлено наследование количественных признаков, определена их изменчивость в F_2, комбинационная способность сортов риса, вычислены коэффициенты корреляций, создан селекционный материал, осуществлена его оценка в селекционном питомнике и отобраны лучшие семьи для контрольного питомника. Полученные результаты наших научных исследований подтверждают положения, что на основе гибридных популяций, возможно разработать теоретические положения о генетике признаков, создавать исходный материал для использования в селекции новых высокопродуктивных сортов риса.

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 селекционерам 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 высоко коррелируемым 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 значительный интерес, 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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, З.В. Руководство к практическим занятиям по генетике / З.В. Абрамова, О. Л. Карлинский. – Ленинград: Колос, 1968. – 192 с.
2. Агротехнические особенности выращивания сортов риса, устойчивых к пирикуляриозу / С.В. Гаркуша, С.А. Шевель, Н.Н. Малышева, С.А. Тешева, Г.Л. Зеленский, Н.В. Остапенко, А.Г. Зеленский, А.Р. Третьяков // Методические рекомендации. – Краснодар: «Группа компаний». - 2013. – 44 с.
3. Алешин, Е.П. Программирование высоких урожаев риса / Е.П. Алешин, В.Ф. Руденко, Л.И. Стовба. – Краснодар: Кн. изд-во, 1977. – 96 с.
4. Алешин, Е.П. Рис / Е.П. Алешин, Н.Е. Алешин. – М.: Заводская правда, 1993. – 504 с.
5. Аниканова, З.Ф. Рис: сорт, урожай, качество / З.Ф. Аниканова, Л.Е. Тарасова. – М.: Колос, 1979. – 111 с.
6. Багавиева, Э. З. Особенности наследования количественных признаков у гибридов яровой мягкой пшеницы / Э.З. Багавиева // Проблемы селекции и технологии возделывания зерновых культур. Материалы научной конференции. – Новоивановское (Немчиновка). – 2008. – С. 72 – 78.
7. Бараев, Х.А. Изучение наследования количественных признаков в топкроссных скрещиваниях у риса / Х.А. Бараев // Бюлл. НТИ ВНИИ риса. – 1981. – Вып. 29. – С. 19 – 22.
8. Белая, Л.П. Результаты наследования признака высоты растений при скрещивании высокорослых, полукарликовых и карликовых образцов риса / Л.П. Белая // Материалы конференции молодых ученых и специалистов. – Краснодар. – 1985. – С. 10 – 12.
9. Блажний, Е.С. Почвы дельты р. Кубани и прилегающих пространств / Е.С. Блажний // Краснодар: Краснодарское кн. изд., - 1971. – 197 с.

10. Богатырев, Л.Г. Почвоведение / Л.Г. Богатырев, В.Д. Васильевская. – М.: Высшая школа, 1988. – 138 с.
11. Бриггс, Ф. Научные основы селекции растений / Ф. Бриггс, П. Ноулз. – М.: Колос, 1972. – 400 с.
12. Бунин, М.С.Производство гибридных семян овощных культур: Учебное пособие / М.С. Бунин, Г.В. Монахос, В.И. Терехова. – М.: ЗГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2011. – С.46 – 71.
13. Вальков, В.Ф. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана / В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомперь, И.Т. Трубилин, Н.С. Котляров, Г. М. Соляник. – Ростов-на-Дону: Издательство СКНЦ ВИН, 1996. – 116 с.
14. Власенко, Н.М. К вопросу отбора на продуктивность в ранних поколениях гибридов мягкой яровой пшеницы / Н.М. Власенко // Задачи и пути селекции с.-х. культур в условиях тропиков, субтропиков и умеренной зоны. – М., 1983. – С. 50 – 53.
15. Вожжова, Н.Н. Влияние общей и специфической комбинационной способности на проявление трансгрессий у риса /Н.Н. Вожжова, П.И. Костылев, В.В. Бредихин // Сборник науч. трудов ЛНАУ, Серия Биологические науки – Луганск. – 2008. - № 83. – С.5-10.
16. Вольф, В.Г. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности / В.Г. Вольф, П.П. Литун // Харьков, 1980. – 75с.
17. Гинзбург, Э.Х. Описание наследования количественных признаков / Э.Х. Гинзбург. – Новосибирск: Наука, 1984. – 250 с.
18. Гинзбург, Э. Х. Разложение дисперсии и проблемы селекции / Э. Х. Гинзбург, З. С. Никоро. – Новосибирск: Наука, 1982. – 168 с.
19. Гольфанд, Б.И. Агрохимическая характеристика лугово-черноземных почв рисовых полей низовья реки Кубань / Б.И. Гольфанд. – Краснодар, 1970. – 165 с.

20. Грист, Д. Рис / Д. Грист. – Москва: Издательство иностранной литературы, 1959. – 391 с.
21. Гуляев, Г.В. Генетика / Г.В. Гуляев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1977. – 360 с.
22. Гуляев, Г.В. Генетика / Г.В. Гуляев. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 351 с.
23. Гуляев, Г. В. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений / Г.В. Гуляев, Ю.Л. Гужов. – М.: Колос, 1972. – С. 74 – 83.
24. Гуляев, Г.В. Словарь-терминов по генетике, цитологии, селекции / Г.В. Гуляев, В.В. Мальченко. - М: Россельхозиздат, 1983. – 240 с.
25. Гуляев, Г.В. Словарь терминов по генетике, цитологии, селекции, семеноводству и семеноведению / Г.В. Гуляев, В.В. Мальченко // Изд. 2-е, перераб. и дополн. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 240 с.
26. Гущин, Г.Г. Рис / Г.Г. Гущин. – Краснодар, 2011. – 830 с.
27. Джулай, А.П. Влияние мирколимата затопленного рисового поля на продолжительность вегетации и продуктивность риса / А.П. Джулай // Биологические основы орошаемого земледелия. – М.: Наука. – 1966. – С. 445 – 449.
28. Дзюба, В.А. Генетика риса / В.А. Дзюба. – Краснодар, 2004. – 284 с.
29. Дзюба, В.А. Генетические основы селекции риса / В.А. Дзюба: автореф. дисс. д. биол. наук. – М., 1988. – 36 с.
30. Дзюба, В.А. Законы Г. Менделя и их использование в современных селекционно-генетических исследованиях / В.А. Дзюба // Зерновое хозяйство России. - №6 (24). – 2012. – С. 7 – 12.
31. Дзюба, В.А. Изменчивость высоты растений у риса / В.А. Дзюба // Труды ВНИИ риса. – Вып. 3. – 1973. – С. 26 – 30.
32. Дзюба, В.А. Изучение гетерозиса у гибридов риса / В.А. Дзюба // Бюлл. НТИ ВНИИ риса. – 1975. – Вып. 15. – С. 3 – 7.

33. Дзюба, В.А. Корреляционная зависимость количественных признаков у риса / В.А. Дзюба // Сельскохозяйственная биология. - Том 11. - №2. – 1976. – С 226 – 229.
34. Дзюба, В.А. Корреляционная связь количественных признаков у риса / В.А. Дзюба // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – Вып. 22. – 1977. – С. 15 – 19.
35. Дзюба, В.А. Методы отбора растений из гибридных популяций / В.А. Дзюба // Актуальные вопросы генетики и селекции растений /// Тез. докл. Сибирской регион, конф., 1980. – 213 с.
36. Дзюба, В.А. Наследование и изменчивость высоты растений риса / В.А. Дзюба // Вестник КНЦ АМАН. – Краснодар. – 2001. – Вып. 8. – С. 30 – 33.
37. Дзюба, В.А. Некоторые вопросы генетики риса / В.А. Дзюба // Бюлл. НТИ ВНИИ риса. – Краснодар. – 1973. – Вып. 9. – С. 7 – 9.
38. Дзюба, В.А. Разработка теоретической модели идеального сорта риса / В.А. Дзюба // Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур. – М., 1975. – С. 267 – 275.
39. Дзюба, В.А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса: науч.-метод. пособие / В.А. Дзюба. – Краснодар, 2010. – 475 с.
40. Дзюба, В.А. Анализ изменчивости признаков риса в гибридной популяции / В.А. Дзюба, Л.П. Белая // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – Вып. 33. – 1985. – С. 7 – 10.
41. Дзюба, В.А. Изучение характера наследования признаков у риса / В.А. Дзюба, Л.П. Белая // Краткий отчет о научно-исследовательской работе по рису в СССР за 1971 – 1975 гг. – Краснодар. – 1976. – С. 16 – 18.
42. Дзюба, В.А. Наследование ряда признаков у риса / В.А. Дзюба, В.Н. Шиловский // Бюлл. НТИ ВНИИ риса. – 1974. – Вып. 8. – С. 3 – 8.
43. Дзюба, В.А. К методике проведения гибридологического анализа гибридов зерновых культур / В.А. Дзюба, Л.В. Есаулова, И.Н.

Чухирь, Е.Н. Лапина // Зерновое хозяйство России. - №3 (21). – 2012. – С. 8 – 13.

44. Дзюба, В.А. Наследование некоторых хозяйственно-ценных биологических признаков риса при селекции / В.А. Дзюба, Э.А. Жебрак, Л.Г. Груздев, Г.А. Сингильдин // Сельскохозяйственная биология. – 1981. – Т. 16, №5. – С. 725 – 728.
45. Долотовский, И.М. Фитоценогенетические аспекты формирования количественных признаков растений / И.М. Долотовский; под ред. В.А. Драгавцева. – М.: «Аграрная россия», 2002. – 243 с.
46. Донцова, А.А. Наследование массы 1000 семян у гибридов F_2 озимого ячменя в диаллельных скрещиваниях / А.А. Донцова, Е.Г. Филиппов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №63(09). – 10 с.
47. Дорофеев, В. Ф. Цветение, опыление и гибридизация растений / В.Ф. Дорофеев, Ю.Л. Лаптев, Н.М. Чекалин. – М.: Агропромиздат, 1990. – 145 с.
48. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
49. Драгавцев, В.А. Методы популяционного эксперимента с растениями / В.А. Драгавцев // Успехи современной генетики. – М.: Наука, 1974. – С. 221 – 228.
50. Драгавцев, В.А. Новые принципы отбора генотипов по количественным признакам в селекции растений / В.А. Драгавцев // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – Москва: Наука. – 1978. – С. 5 – 9.
51. Драгавцев, В.А. Основные методы оценки наследуемости количественных признаков у растений / В.А. Драгавцев // Методы

исследования с зернобобовыми культурами. – Орел. - 1971. – С. 77 – 92.

52. Драгавцев, В.А. Эколого-генетическая модель организации количественных признаков растений / В.А. Драгавцев // Сельскохозяйственная биология. – Москва. – 1995. - №5. – С. 20 – 30.
53. Драгавцев, В.А. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири / В.А. Драгавцев, Р.А. Цильке, Б.Г. Рейтер. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 230.
54. Дубинин, Н.П. Генетика / Н.П. Дубинин. – Кишинев: Штиинца, 1985. – С. 259 – 496.
55. Дубинин, Н.П. Генетические принципы селекции растений / Н.П. Дубинин // Генетические основы селекции растений. – М.:Наука. – 1971. – С.7 – 32.
56. Дубинин, Н.П. Общая генетика / Н.П. Дубинин. – 2-е изд. – М.: Наука, 1976. – 590 с.
57. Дубинин, Н.П. Общая генетика / Н.П. Дубинин. – 3-е изд. – М.: Наука, 1986. – 559 с.
58. Дьяков, А.Б. Физиологическое обоснование направлений селекции / А.Б. Дьяков // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – Москва: Наука, 1978. – С. 164 – 170.
59. Дьяков, А.Б. Конкурентноспособность растений в связи с селекцией. Сообщ. I. Надежность оценки генотипов по фенотипам и способ ее повышения / А.Б. Дьяков, В.А. Драгавцев // Генетика. – 1975. - №5. – С. 11 – 12.
60. Дьяков, А.Б. Конкурентноспособность растений в связи с селекцией. Новый принцип анализа дисперсии продуктивности / А.Б. Дьяков, В.А. Драгавцев // Теория отбора в популяциях растений. – Новосибирск, 1976. – С. 237 – 252.

61. Ефремова, В.В. Генетика: учебник для сельскохозяйственных вузов / В.В. Ефремова, Ю.Т. Аистова. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 248 с.
62. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): Монография / А.А. Жученко. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – Т.I. – 780 с.
63. Жученко, А.А. Генетика томатов / А.А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1973. – 66 с.
64. Жученко, Н.Н. Наследование размеров зерновок у гибридов иранского образца риса Амбарбу с сортами Вираж и Боярин / Н.Н. Жученко, П.И. Костылев, Л.М. Костылева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №99(05). – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/13.pdf
65. Загваздин, Г.Н. Изменчивость количественных признаков некоторых сортов риса и их гибридов / Г.Н. Загваздин // Материалы конференции молодых ученых и специалистов. – Краснодар. – 1985. – С. 8 – 9.
66. Зеленский, А.Г. Наследование и изменчивость признаков структуры листьев растений риса и их использование в селекции / Зеленский Алексей Григорьевич: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Краснодар, 2008. - 25 с.
67. Зеленский, Г.Л. Морфо-биологическое обоснование агротехники риса / Г.Л. Зеленский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. - №77 (03). – 36 с.
68. Зеленский, Г.Л. Новые сорта риса Кумир и Южный / Г.Л. Зеленский // Рисоводство. – 2009. – Вып. 15. – С. 80 – 83.

69. Зеленский, Г.Л. Рис как продукт для диетического и лечебного питания / Г.Л. Зеленский // Научный журнал Куб ГАУ. – Краснодар. – 2011. - №72 (08). – 14 с.
70. Зеленский, Г.Л. Проблема выращивания длиннозерных сортов риса в Краснодарском крае / Г.Л. Зеленский, А.Г. Зеленский // Рисоводство. – 2012. – Вып. 1 (20). – С. 23 – 27.
71. Зеленский, Г.Л. Сорта Лидер без применения противозлаковых гербицидов / Г.Л. Зеленский, А.Г. Зеленский // Рисоводство. – 2004. – Вып. 5. – С. 58 – 63.
72. Зеленский, Г.Л. Российские сорта риса для детского и лечебного питания / Г.Л.Зеленский, О.В. Зеленская // Научный журнал Куб ГАУ. – Краснодар. – 2011. - № 72 (08). – 27 с.
73. Касьяненко, А.Н. Влияние одностороннего отбора на систему взаимосвязей в популяции / А.Н. Касьяненко, В.П. Головин // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – Москва: Наука, 1978. – С. 210 – 212.
74. Кириченко, К.С. Почвы Краснодарского края / К.С. Кириченко. – Краснодар: Крайгосиздат, 1953. – 262 с.
75. Костылев, П.И. Направления и методы современной селекции риса / И.П. Костылев // Рисоводство. – Краснодар. – 2008. – Вып. 13. – С. 7 – 15.
76. Костылев, П.И. Генетический анализ наследования высоты растений риса, длины метелки и количества зерен в ней / П.И. Костылев, А.А. Редькин, Е.А. Коптева // Рисоводство. – 2011. – Вып. 19. – С. 21 – 25.
77. Костылев, П.И. Наследование массы 1000 зерен у гибридов сорта Командор с крупнозерными образцами риса / П.И. Костылев, А.А. Редькин // Рисоводство. – 2012. – Вып. 21. – С. 8 – 13.
78. Костылев, П. И. Наследование массы 1000 семян риса и их количества на метелке при различных нормах высева / П.И.

Костылев, А.А Редькин // Зерновое хозяйство России. – 2010. - № 2 (8). – С. 9 – 15.

79. Костылев, П.И. Наследование размеров зерновки у межподвидовых гибридов риса при различной площади питания / П.И. Костылев, А.А. Редькин // Зерновое хозяйство России. – 2010. - № 2 (8). – С. 3 – 8.
80. Костылев, П.И. Изменчивость и наследственность компонентов высоты растений риса / П.И. Костылев, В.В. Бредихин // Рисоводство. – 2006. – Вып. 9. – С. 3 – 12.
81. Кукеков, В.Г. О моделировании селекционного процесса / В.Г. Кукеков, Р.М. Карамышев // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – Москва: Наука, 1978. – С. 10 – 15.
82. Куркаев, В.Т. Превращение форм азота удобрений в выщелоченном черноземе / В.Т. Куркаев, Р.Ф. Бунякина. – Краснодар, 1976. – 29 с.
83. Кныш, А.И. Гетерозис гибридов первого поколения и его влияние на эффективность отбора во втором и старших поколениях межсортовых гибридов озимой пшеницы / А.И. Кныш, И.М. Норик // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М.: Наука, 1978. – С.202 – 205.
84. Лакин, Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. вузов / Г.Ф. Лакин. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
85. Лаштованная, Л.В. Наследование структуры и качества эндосперма у рисовой зерновки / Лаштованная Любовь Владимировна: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Краснодар, 2002. – 24 с.
86. Литун, П.П. Приемы уменьшения фенотипической изменчивости и ее компонентов на разных этапах отбора в селекции / П.П. Литун // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – Москва: Наука, 1978. – С. 93 – 100.
87. Лобашев, М.Е. Генетика / М.Е. Лобашев. – Ленинград: Изд-во Ленинградского университета, 1967. – 752 с.

88. Лось, Г.Д. Методика гибридизации риса / Г.Д. Лось // Рисоводство. – Краснодар. – 2007. – Вып. 10. – С. 42 – 51.
89. Лось, Г.Д. Перспективный способ гибридизации риса / Г.Д. Лось // Сельскохозяйственная биология. – 1987. - №12. – С. 107 – 109.
90. Лось, Г.Д. Три поколения риса в год / Г.Д. Лось // БНТИ ВНИИ риса. – 1981. – Вып. XXX. – С. 7 – 9.
91. Ляховкин, А.Г. Ботаническое изучение сортового разнообразия риса в связи с полеганием растений / А.Г. Ляховкин: автореф. … канд. с.-х. наук. – Л., 1989. – 27 с.
92. Ляховкин, А.Г. Мировое производство и генофонд риса / А.Г. Ляховкин. – Вьетнам. Ханой: Сельское хозяйство, 1992. – 344 с.
93. Ляховкин, А.Г.Рис. Мировое производство и генофонд / А.Г. Ляховкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: «ПРОФИ-ФОРМ». – 2005. – 288 с.
94. Мазер, К. Биометрическая генетика / К. Мазер, ДЖ. Джинкс. – М.: Мир, 1985. – 463 с.
95. Майо, О. Теоретические основы селекции растений / О. Майо; под ред. и с предисл. Ю. Л. Гужова. – М.: Колос, 1984.- 295 с.
96. Майр, Э. Популяции, виды и эволюция / Э. Майр. – М.:Мир, 1974. - 460 с.
97. Марченко, Д.М. Типы наследования высоты растений, длины колоса, числа и массы зерна с колоса у гибридов F_2 озимой пшеницы / Д.М. Марченко, П.И. Костылев, Т.А. Гричаникова // Зерновое хозяйство России. – 2013. - №1. – 16 с.
98. Мережко, А.Ф. Проблема доноров в селекции растений / А.Ф. Мережко. – С.-П.: ВИР, 1994. – 128 с.
99. Мосина, С.Б. Генетический контроль признака высоты растений у риса в системе диаллельных скрещиваний / С.Б. Мосина // Труды Кубан. СХИ. – 1982. – Вып. 210. – С. 3 – 9.

100. Мудрый, Ю.Н. Корреляционная зависимость между основными признаками риса на примере 55 образцов / Ю.Н. Мудрый, А.П. Сметанин, А.Г. Ляховкин // Бюлл. НТИ ВНИИ риса. – 1977. – Вып. 23. – С. 5 – 8.
101. Мюнтцинг А. Генетические исследования / А. Мюнтцинг // М.: Мир, 1963. – 487 с.
102. Натальин, Н.Б. Рисоводство / Н.Б. Натальин. – М.: Колос, 1973. – 208 с.
103. Никитенко, Г.Ф. О некоторых закономерностях формообразовательного процесса в гибридных популяциях ярового ячменя разных поколений / Г.Ф. Никитенко, М.А. Полухин // Доклады ВАСХНИЛ. – 1982. - №9. – С.8 – 11.
104. Орлова, Н.И. Генетический анализ: Учебное пособие / Н.И. Орлова. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – С. 134 – 136.
105. Орлюк, А.П. Селекція і насінництво рису: навчальний посібник / А.П. Орлюк, Р.А. Вожегова, М. І. Федорчук. – Херсон: Айлант, 2004. – 260 с.
106. Основы комбинационной селекции самоопылителей в условиях Западной Сибири. Методические рекомендации / В.А. Зыкин, Н.А. Калашник; отв. ред. К.Г. Азиева; Новосибирск: ВАСХНИЛ Сиб. отд-ние, 1984. - 60 с.
107. Редькин, А.А. Эффективность отбора на высокую кустистость при различной густоте стояния растений риса / А.А. Редькин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №64(10). – 10 с.
108. Редькин, Н.Е. Почвы Кубани и повышение их плодородия / Н.Е. Редькин, Ю.Ф. Янгковский. – Краснодар, 1976. – 24 с.

109. Ригер, Р. Генетический и цитогенетический словарь / Р. Ригер, Михаэлис // М., 1967. – 607 с.
110. Рис: под ред. П.С. Ерыгина, Н.Б. Натальина. – М.: Колос, 1968. – 328 с.
111. Рокицкий, П.Ф. Введение в статистическую генетику / П.Ф. Рокицкий. – Минск: «Вышэйшая школа», 1978. – 448 с.
112. Рокицкий, П.Ф. Генетическая структура популяции и ее изменения при отборе / П.Ф. Рокицкий, В.К. Савченко, А.И. Добина. – Минск: Вышейшая школа, 1977. – 198 с.
113. Романов, В.Б. Климат районов рисосеяния Европейской части СССР / В.Б. Романов. – Вып. 36. – 1986. – 33 с.
114. Роне, М.В. Генетическое равновесие и параметры отбора количественных признаков / М.В. Роне, Я.Э. Кавац // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – Москва: Наука, 1978. – С. 29 – 34.
115. Рыбаченко, В.Г. Наследование некоторых количественных признаков риса у гибридов первого и второго поколений / В.Г. Рыбаченко // Бюлл. НТИ ВНИИ риса. – 1972. – Вып. 7 . – С. 7 – 10.
116. Савченко, В.К. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях / В.К. Савченко. – Минск: Наука и техника, 1984. – 223 с.
117. Седловский, А.И. Наследуемость некоторых количественных признаков у риса / А.И. Седловский, Р.М. Абдуллин, О.В. Апазиди, А.И. Хван // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – Вып. 28. – 1980. – С. 11 – 14.
118. Седловский, А.И. Формирование количественных признаков у риса /А.И. Седловский, С.Н. Колточник, М.М. Колточник [и др.] – Алма-Ата: Наука, 1985. – 216 с.
119. Сикан, Л.З. Комбинационная способность сортов озимой пшеницы в Полесье Украины / Л.З. Сикан, И.К. Котко //Генетика и селекция на Украине. Часть 1. – Киев: Наукова Думка. – 1971. – С. 221 – 222.

120. Сингильдин, Г.А. Гетерозис и его проявление у риса / Г.А. Сингильдин // Краткий отчет о научно-исследовательской работе по рису в СССР за 1971 – 1975 гг. – Краснодар. – 1976. – С. 18 – 19.
121. Сметанин, А.П.Создание сортов риса для северных районов отечественного рисосеяния / А.П. Сметанин: автореф. … доктора с.-х. наук. – Ленинград, 1975. – 48 с.
122. Смиряев, А.В. Моделирование долевого состава популяции при контролировании признака малым числом генов / А.В. Смиряев, М.А. Федин // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – Москва: Наука, 1978. – С. 24 – 29.
123. 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
124. Скоркина, С.С. Наследование высоты риса /С.С. Скоркина, И.Н. Чухирь // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы VII всерос. науч.-практ. конф. молод. ученых. – Краснодар: КубГАУ, 2014.
125. Скоркина, С.С. Характеристика сортов риса по комбинационной способности / С.С. Скоркина, И.Н. Чухирь //Зерновое хозяйство России. –2014. – № 6. – С. 38 – 42.
126. Сметанин, А.П. Методика опытных работ по селекции, семеноводству и контролю за качеством семян риса / А.П. Сметанин, В. А. Дзюба, А.И. Апрод. – Краснодар, 1972. – С 1 – 25.
127. Теория отбора в популяциях растений / отв. Ред. Л.В. Хотылева, З.С. Никоро, В.А. Драгавцев. – Новосибирск: Наука, 1976. – 272 с.
128. Титаренко, Л.Н. Изменчивость корреляционных связей между некоторыми количественными признаками у риса / Титаренко

Людмила Николаевна: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Л., 1985. – 15 с.

129. Тихомирова, М.М. Генетический анализ: Учеб. Пособие / М.М. Тихомирова. – Л.: Изд-во Ленингр. Ун-та, 1990. – 280 с.
130. Турбин, Н.В. Генетика гетерозиса и методы селекции растений на комбинационную способность / Н.В. Турбин // Генетические основы селекции растений. – М.: Наука. – 1971. – С. 112 – 155.
131. Турбин, Н.В. Периодический отбор в селекции растений / Н.В. Турбин, Л.В. Хостылева, Л.Н. Каминская. – Минск: Наука и техника. – 1976. – 144 с.
132. Фадеева, Т.С. Сравнительная генетика растений: Учебное пособие / Т.С. Фадеева, С.П. Соснихина, И.М. Иркаева. – Л.: Изд-во ун-та, 1980. – 248 с.
133. Федоров, В.С. Теоретические основы селекции растений / В.С. Федоров, И.М. Еремеев. – М.:Л., 1935. – Т.I. – 652 с.
134. Фирсова, Т.И. Значение приемов отбора элитных семей при выращивании оригинальных семян / Т.И. Фирсова, А.А. Лысенко // Зерновое хозяйство России. – 2009. - №5. – С. 16 – 21.
135. Целинко, Н.И. Эффективность отбора растений риса по признаку число зерен в главной метелке / Н.И. Целинко //Рисоводство. – Краснодар. – 2010. – Вып. 17. – С. 30 – 33.
136. Чан Динь Лонг. Оценка комбинационной способности некоторых сортов риса методом диаллельных скрещиваний /Чан Динь Лонг, Хоанг Ван Фан, Чан Ван Зиен, Фам До Ким Ханг, Ле тхи Чау Зунг, Нгуен Минь Фыонг // Доклады ВАСХНИЛ. – 1990. - №4. – С. 16 – 20.
137. Чухирь, И.Н. Гибридизация – важный этап создания исходного материала для селекции новых сортов риса / И.Н. Чухирь // Рисоводство. – Краснодар. – 2009. – Вып. 14. – С. 11 – 13.

138. Чухирь, И.Н. Изменчивость количественных признаков растений риса под влиянием возрастающих доз минеральных удобрений и норм высева семян / Чухирь Ирина Николаевна: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – Краснодар, 2003. – 22 с.
139. Шталь, В. Популяционная генетика для животноводов селекционеров / В. Шталь, Д. Раш, Р. Шилер, И.М. Вахал. – М.: Колос, 1973. – 240 с.
140. Эллиот, Ф. Селекция растений и цитогенетика / Ф. Эллиот. – М: , 1961. - 448 с.
141. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 49 с.
142. Bollich, C.N. Inheritance of several economic quantitative characters in rice / C. N. Bollich // Dissertation absfrt., 1957. – P. 17.
143. Chakraborty R. Combining ability analysis for yield and yield components in bold grained rice (Oryza sativa L.) of Assam / R. Chakraborty, Supriyo Chakraborty, B.K. Dutta, S.B. Paul. – Assam. – 2008. – 9 p.
144. Chakravarti, A.K. Genetical study of the botanical characters of rice / A.K. Chakravarti // Bull. Botan. Soc. Bengal., 1948 – V.2. – P. 55 – 57.
145. Chang, T. W. Studies on the inheritance of grain shape of rice / T. W. Chang, J. Taiwan // Agr. Res. Inst., 1974. – V.23 (1). – P. 9 – 15.
146. Chao, L. E. Linkage studies in rice / L.E. Chao // Genetic, 1928. – V.13. – P. 133 – 169.
147. Griffing, B. A generalized treatment of the use of diallel crosses quantitative inheritance / B. Griffing. – Heredity, 1956 a, v. 10, 1, P. 31 – 50.
148. Griffing, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems / B. Griffing. – Austrl. Jou. Of Bio. Sci., 1956 b, v. 9, 4, 463 p.

149. Hayman, B. I. The analysis of variance of diallel cross / B.I. Hayman. – Biometries, 1954 a, 10, 235 p.
150. Hayman, B.I. The theory and analysis of diallel crosses / B.I. Hayman. – Genetics, 1954 b, 39, p. 789 – 809.
151. Johannsen, W. Elemente der exakten Erblichkeitslehre / W. Johannsen. – Fischer, Jena, 1909
152. Kumar, S. Combining ability analysis for grain yield and other associated traits in rice / Kumar S., Singh N.B., Sharma J.K. // Oryza. - №44 (2). – P. 108 – 114.
153. Matsuura H.A. Bibliographical Monograph on Plant Genetics (Genetic analysis)/ H.A. Matsuura //Hokkaido Imp. Univ., Sapporo, 1933. - P. l – 787.
154. Rasch, D. Statiatiche Unterzuchugen zur Selection auf quantitative Merkmale / D. Rasch / Biometrische Zeitschrift. – 1968. – H. 10. - № 3, S. 159 – 181.
155. Robinson, H.F. Quantitative genetics in relation to breeding on the conial of mendolism / H.F. Robinson // Indian J. Genet. Plant breed. – 1966. – V. 26. – P. 171 – 187.
156. Rosamma C.A. Heterosis and combining ability in rice (Oryza sativa L.) hybrids developed for Kerala state / C.A. Rosamma, N.K. Vijayakumar // Indian J Genet. - № 65(2). – 2005. – P. 119 – 120.
157. Santos, J. K. Morphology of the flower and mature grain of Philippine rice / J. K. Santos // Philippine J. Sci., 1933. – V. 52. – 475 p.
158. Sperlich, D. Populations genetic. Grundlagen der modernen Genetik, Bd. 8. Stutgart, Fischer Verlag, 1973. – 155 p.
159. U. S. – Department of Agriculture. Rice gene symbolization and linkage groups // U.S. Dept. Agr. Res. Ser. Ars., 1962. – N. 34 – 35. – P. 1 – 56.
160. Walker, J. T. Selection and quantitative characters in field crops / J.T. Walker // Biol. Rev. – 1969. – 44. - №2. – 207 p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

На рисунках 1 - 8 представлены семьи с растениями, отобранные в селекционном питомнике

Рисунок 1 – Делянка с растениями, отобранными из гибридной популяции Лидер / Снежинка (СП-115), 2014 г.

Рисунок 2 – Делянка с растениями, отобранными из гибридной популяции Лидер/Кумир (СП-234), 2014 г.

Рисунок 3 – Делянка с растениями, отобранными из гибридной популяции Австрал/Снежинка (СП-354), 2014 г.

Рисунок 4 – Делянка с растениями, отобранными из гибридной популяции Австрал/КПУ-92-08 (СП-397), 2014 г.

Рисунок 5 – Делянка с растениями, отобранными из гибридной популяции Снежинка/КПУ-92-08 (СП-487), 2014 г.

Рисунок 6 – Делянка с растениями, отобранными из гибридной популяции КПУ-92-08/ Лидер (СП-565), 2014 г.

Рисунок 7 – Делянка с растениями, отобранными из гибридной популяции КПУ-92-08/ Кумир (СП-643), 2014 г.

Рисунок 8 – Делянка с растениями, отобранными из гибридной популяции Кумир/Лидер (СП-703), 2014 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Утверждаю:
зам. директора по научной работе,
профессор В.С. Ковалев
«22» 01 2014 г.

Акт
о передаче образцов риса в гибридный питомник Г.Л. Зеленского

Образцы риса, выращенные в полевом опыте второго поколения урожая 2013 года, передаются для повторного изучения в гибридном питомнике.

№ п/п	Происхождение	Масса зерна, кг
1	Лидер/Австрал	3,90
2	Лидер/Снежинка	6,09
3	Лидер/КПУ-92-08	0,54
4	Лидер/Кумир	4,66
5	Австрал/Лидер	4,95
6	Австрал/Снежинка	2,53
7	Австрал/КПУ-92-08	1,72
8	Австрал/Кумир	3,99
9	Снежинка/Лидер	0,77
10	Снежинка/Австрал	2,05
11	Снежинка/КПУ-92-08	2,35
12	Снежинка/Кумир	3,03
13	КПУ-92-08/Лидер	0,31
14	КПУ-92-08/Австрал	2,36
15	КПУ-92-08/Снежинка	2,66
16	КПУ-92-08/Кумир	1,34
17	Кумир/Лидер	1,66
18	Кумир/Австрал	2,00
19	Кумир/Снежинка	2,65
20	Кумир/КПУ-92-08	2,27

Сдал С.С. Скоркина
Принял Г.Л. Зеленский

Утверждаю:
зам. директора по научной работе,
профессор В.С. Ковалев
_____ « 22 » 01 2014 г.

Акт
о передаче образцов риса в селекционный питомник Г.Л. Зеленского

Образцы риса, выращенные в полевом опыте «гибридный питомник» второго поколения урожая 2013 года, передаются для дальнейшего изучения в селекционном питомнике.

№ п/п	Происхождение	Количество метелок
1	Лидер/Австрал	29
2	Лидер/Снежинка	116
3	Лидер/КПУ-92-08	57
4	Лидер/Кумир	106
5	Австрал/Лидер	30
6	Австрал/Снежинка	30
7	Австрал/КПУ-92-08	29
8	Австрал/Кумир	15
9	Снежинка/Лидер	10
10	Снежинка/Австрал	31
11	Снежинка/КПУ-92-08	44
12	Снежинка/Кумир	23
13	КПУ-92-08/Лидер	54
14	КПУ-92-08/Австрал	19
15	КПУ-92-08/Снежинка	27
16	КПУ-92-08/Кумир	61
17	Кумир/Лидер	22
18	Кумир/Австрал	23
19	Кумир/Снежинка	21
20	Кумир/КПУ-92-08	28

Сдал С.С. Скоркина

Принял Г.Л. Зеленский

Утверждаю:
зам. директора по научной работе,
профессор В.С. Ковалев
_____ « 22 » 12 2014 г.

Акт
о передаче образцов риса в селекционный питомник Г.Л. Зеленского

Образцы риса, выращенные в полевом опыте «гибридный питомник» третьего поколения урожая 2014 года, передаются для дальнейшего изучения в селекционном питомнике.

№ п/п	Происхождение	Количество метелок
1	Лидер/Австрал	12
2	Лидер/Снежинка	9
3	Лидер/КПУ-92-08	15
4	Лидер/Кумир	18
5	Австрал/Лидер	21
6	Австрал/Снежинка	19
7	Австрал/КПУ-92-08	7
8	Австрал/Кумир	14
9	Снежинка/Лидер	28
10	Снежинка/Австрал	15
11	Снежинка/КПУ-92-08	18
12	Снежинка/Кумир	26
13	КПУ-92-08/Лидер	19
14	КПУ-92-08/Австрал	23
15	КПУ-92-08/Снежинка	18
16	КПУ-92-08/Кумир	38
17	Кумир/Лидер	23
18	Кумир/Австрал	26
19	Кумир/Снежинка	24
20	Кумир/КПУ-92-08	58

Сдал С.С. Скоркина

Принял Г.Л. Зеленский

Утверждаю:
зам. директора по научной работе,
профессор В.С. Ковалев
_____ « 22 » 12 2014 г.

Акт
о передаче образцов риса в селекционный питомник Г.Л. Зеленского

Образцы риса, выращенные в полевом опыте «селекционный питомник» урожая 2014 года, передаются для повторного изучения в селекционном питомнике.

№ п/п	Селекционный номер	Происхождение	Количество метелок
1	8500	Лидер/Снежинка	10
2	8527	Лидер/Снежинка	10
3	8623	Лидер/КПУ-92-08	14
4	8682	Лидер/Кумир	20
5	8743	Снежинка/Лидер	19
6	8958	Снежинка/КПУ-92-08	29
7	8975	Снежинка/Кумир	13
8	9004	КПУ-92-08/Лидер	8
9	9024	КПУ-92-08/Лидер	10
10	9038	КПУ-92-08/Лидер	28
11	9102	КПУ-92-08/Кумир	23
12	9124	КПУ-92-08/Кумир	12
13	9157	Кумир/Лидер	17
14	9189	Кумир/Австрал	16

Сдал С.С. Скоркина

Принял Г.Л. Зеленский

Утверждаю:
зам. директора по научной работе,
профессор В.С. Ковалев
_____ « 22 » 12 2014 г.

Акт
о передаче образцов риса в контрольный питомник Г.Л. Зеленского

Образцы риса, выращенные в полевом опыте «селекционный питомник» урожая 2014 года, передаются для дальнейшего изучения в контрольном питомнике.

№ п/п	Образец (селекционный номер)	Происхождение	Количество семян, г
1	СП-43	Лидер/Снежинка	280
2	СП-69	Лидер/Снежинка	260
3	СП-79	Лидер/Снежинка	270
4	СП-100	Лидер/Снежинка	275
5	СП-115	Лидер/Снежинка	265
6	СП-139	Лидер/Снежинка	280
7	СП-211	Лидер/Кумир	250
8	СП-234	Лидер/Кумир	260
9	СП-258	Лидер/Кумир	255
10	СП-268	Лидер/Кумир	270
11	СП-312	Лидер/Кумир	266
12	СП-346	Австрал/Снежинка	260
13	СП-354	Австрал/Снежинка	270
14	СП-355	Австрал/Снежинка	280
15	СП-373	Австрал/Снежинка	275
16	СП-397	Австрал/КПУ-92-08	270
17	СП-487	Снежинка/КПУ-92-08	275
18	СП-501	Снежинка/КПУ-92-08	280
19	СП-540	КПУ-92-08/Лидер	260
20	СП-553	КПУ-92-08/Лидер	255
21	СП-565	КПУ-92-08/Лидер	263
22	СП-575	КПУ-92-08/Лидер	264
23	СП-627	КПУ-92-08/Кумир	256
24	СП-661	КПУ-92-08/Кумир	270
25	СП-686	КПУ-92-08/Кумир	280
26	СП-703	Кумир/Лидер	275

Сдал С.С. Скоркина

Принял Г.Л. Зеленский