

УДК 633.18:631.524.01

UDC 633.18:631.524.01

**НАСЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ПОПУЛЯЦИЙ F<sub>1</sub> И F<sub>2</sub> РИСА КОМБИНАЦИИ КПУ-92-08 / ЛИДЕР**

**INHERITANCE OF QUANTITATIVE TRAITS OF THE POPULATIONS F<sub>1</sub> AND F<sub>2</sub> OF HYBRID COMBINATION KPU-92-08 / LIDER**

Скоркина Светлана Сергеевна  
аспирант  
*ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», г. Краснодар, Россия*

Skorkina Svetlana Sergeevna  
postgraduate student  
*SSI All-Russian Rice Research Institute, Krasnodar, Russia*

В статье представлены данные гибридологического анализа по моно- и дигенной моделям количественных признаков: высота растения, длина метелки и озерненность соцветия

This article reviews hybrid analysis data on monogenic and digenic patterns of quantitative traits: plant height, panicle length and total number of spikelets

Ключевые слова: РИС, ГИБРИД, ГИБРИДОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ, НАСЛЕДОВАНИЕ

Keywords: RICE, HYBRID, HYBRID ANALYSIS, QUANTITATIVE TRAITS, INHERITANCE

**Введение.** Одной из основных задач селекции риса является создание высокоурожайных сортов, устойчивых к неблагоприятным факторам среды и обладающих высокими технологическими и кулинарными качествами [4].

Успех селекции высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур во многом зависит от генетической изменчивости признаков, которая создается методами гибридизации, мутагенеза, биотехнологии и др.

Знания о числе генов, отвечающих за проявление признака, их силы, направления доминирования, а также их взаимодействия позволяет ускорить селекцию по созданию новых сортов риса, отвечающих современным требованиям потребителя.

Селекционная работа по рису в мире ведется с использованием огромного генетического потенциала коллекционных образцов, собранных в международных банках зародышевой плазмы. Они обладают большим разнообразием признаков и свойств и применяются в гибридизации с целью создания сортов, сочетающих в себе ряд положительных качеств,

начиная от урожайности, холодостойкости и заканчивая устойчивостью к засолению, болезням и вредителям [6].

В настоящее время исследования в России направлены на создание скоро- и среднеспелых сортов риса с потенциальной урожайностью 9–10 т/га. Ученые постоянно проводят поиск, анализ и использование генов, влияющих на архитектуру растений, формируют модель идеального сорта, которая обеспечила бы повышение продуктивности. Ведется всесторонний генетический анализ количественных признаков, определяющих продуктивность растений [7].

Выяснение генетических основ количественных признаков у риса, составляющих элементы структуры урожая, – одна из наиболее важных задач, решение которой необходимо для ускорения селекционного процесса и повышения его эффективности.

Работать с количественными признаками довольно трудно, так как они контролируются большим количеством генов – полигенно и характеризуются широким спектром изменчивости под влиянием генотипов гибридов и окружающей среды. Селекционная работа, главным образом, направлена на накопление в генотипе аллелей, положительно влияющих на развитие признака и совместного их взаимодействия.

В последнее время отбор растений риса для формирования селекционных питомников направлен на уменьшение высоты растений, так как это связано с их полеганием [1]. Однако имеются данные, что урожайность находится в прямой зависимости от высоты растения [7]. Поэтому при отборе высокопродуктивных растений данный признак не является ограничивающим.

Наиболее важным органом растения риса является метелка. От нее зависит основной признак – продуктивность растения. Селекционеры отдают предпочтение более коротким метелкам, отвечающим модели идеального сорта. Длина метелки – это стойкий генетический признак, у

которого почти полностью отсутствует модификационная и экологическая изменчивость [1].

Озерненность метелки – это общее количество колосков в метелке. Этот признак показывает потенциальную продуктивность метелки.

**Цель работы** – определить тип наследования признаков высота растения, длина метелки и её озерненность у гибридов первого поколения при скрещивании сортов риса КПУ-92-08 и Лидер, а также провести гибридологический анализ по моно- и дигенной моделях гибридных популяций второго поколения.

#### **Материал и методика**

Для проведения исследования подобрали контрастные сорта: КПУ-92-08, у которого высота 80–85 см, длина метелки 17–18 см, общее количество колосков в соцветии 150–180 шт., листья эректоидные; Лидер – высота 90–95 см, длина метелки 13–15 см, озерненность – 150–160 колосков, листья обычные.

В рамках поставленной цели необходимо было провести гибридизацию. Питомник родительских форм закладывали в камерах искусственного климата (КИК), далее там же проводили кастрирование и опыление колосков «твел» – методом. После созревания гибридные зерна, для прерывания периода покоя, подвергали воздействию положительных температур (+60...+70°C) и проращивали в термостате. Гибриды F<sub>1</sub> и родительские формы выращивали в сосудах на вегетационной площадке. Гибридные растения после созревания подвергались биометрическому анализу, по данным которого проводили определение типов наследования изучаемых признаков [8].

Гибриды второго поколения и родительские формы сеяли вручную по методике коллекционного питомника (на 1 м<sup>2</sup> высевали по 140 всхожих зерен). После полного созревания растения убирали с корнями и

распределяли на классы по альтернативным признакам для проведения гибридологического анализа [9].

Гибридологический анализ – это анализ результатов наследования признаков с помощью системы скрещиваний: аллельных, диаллельных, реципрокных, топкроссных, сеткроссных, беккроссных, анализирующих и др. Он заключается в получении гибридов и дальнейшем их сравнительном анализе в ряду поколений (расщеплений) [2].

Высоту растений и длину метелки измеряли с помощью линейки, а озерненность определяли методом подсчета количества колосков.

Гибридная популяция КПУ-92-08 / Лидер состояла всего из 104 растений, поэтому все они использовались для анализа.

### **Результаты исследований**

Данные биометрического анализа гибридных растений первого поколения и родительских форм представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние значения родительских форм и гибридов первого поколения, степень доминирования по признакам, 2012 г.

Сорт /гибрид	Высота растения	Длина метелки	Озерненность метелки
КПУ-92-08	82,3	23,8	149,0
Лидер	93,3	16,2	123,0
F <sub>1</sub>	81,1	18,3	106,1
hp	-1,2	0,45	2,4

Как видно из данных таблицы 1, гибриды первого поколения по признаку – высота растения имеют отрицательное сверхдоминирование, а озерненность метелки – положительное сверхдоминирование; признак длина соцветия наследуется по типу частичного положительного доминирования.

Анализ расщепления гибридов второго поколения по моногенной модели представлен в таблицах 2, 3 и 4.

Высоту растений можно рассматривать как количественный, так и качественный признак. Для классификации образцов риса по высоте растений были приняты следующие значения: очень высокорослые – более 126 см; высокорослые – 101–125 см; полукарлики (низкорослые) – 71–100 см; карлики – 51–70 см и ультракарлики – менее 50 см [1].

Результаты гибридологического анализа свидетельствуют, что в F<sub>2</sub> происходит расщепление на высокорослые, полукарликовые и карликовые растения. Это расщепление подтверждается по фенотипу проанализированных растений риса. Как известно, среди высокорослых особей имеются гомозиготные и гетерозиготные растения. В F<sub>3</sub> гомозиготные растения не расщепляются – в потомстве останутся все высокорослыми. Гетерозиготные растения будут расщепляться по типу второго поколения.

Таблица 2 – Результаты гибридологического анализа гибрида риса F<sub>2</sub> КПУ-92-08 / Лидер по признаку высота растения при моногенном типе наследования

Класс растений	Количество растений, шт.		Ф-Т	(Ф-Т) <sup>2</sup>	X <sup>2</sup> 3:1	Вероятность
	Фактическое (Ф)	Теоретическое (Т)				
Высокорослые	31	26	5	25	0,9	0,75-0,50
Полукарлики	65	78	-15	225	2,9	0,25-0,10
Карлики	8	26	-16	256	9,8	0,01>
Всего	104	104			13,6	0,01>

Из данных таблицы 2 видно, что высокорослость наследуется моногенно и проявляет доминирование над полукарликовостью и карликовостью. Карликовость растений проявляет рецессивный эффект по отношению к высокорослости и полукарликовости. Моногенное наследование полукарликовости проявляет рецессивный эффект по отношению к высокорослости и доминантный эффект – к карликовости.

Таким образом, наследование высоты растения можно представить в виде  $D>Sd>d$ .

По длине метелки растения разделяли на две группы: длинная метелка (Long panicle dom.) – более 14 см и короткая метелка (Short panicle r.) – 9–14 см.

Таблица 3 – Результаты гибридологического анализа гибрида риса F<sub>2</sub> КПУ-92-08 / Лидер по признаку длина метелки при моногенном типе наследования

Класс растений	Количество растений, шт.		Ф-Т	(Ф-Т) <sup>2</sup>	X <sup>2</sup> 3:1	Вероятность
	Фактическое (Ф)	Теоретическое (Т)				
Длинная метелка	91	78	13	169	2,2	0,25-0,10
Короткая метелка	13	26	-13	169	6,5	0,05 – 0,01
Всего	104	104			8,7	<0,10

Из данных таблицы 3 видно, что в результате гибридологического анализа подтверждается, что расщепление соответствует соотношению 3:1. Моногенное наследование признака короткой метелки имеет рецессивный эффект с вероятностью 0,05–0,01. Длинная метелка проявляет доминирование над короткой метелкой и имеет вероятность 0,25–0,10.

Для разделения растений по признаку озерненность метелки мы взяли среднее значение между проявлением признака в этот же год у родительских форм. Оно составило: КПУ-92-08 – 192,7 шт. и Лидер – 141,2 шт. Среднее вышло 150 шт. колосков в метелке, поэтому растения, имеющие более 151 шт. вошли в группу – высокая озерненность, а менее 150 – низкая озерненность метелки.

Из данных таблицы 4 видно, что в результате проведенного анализа при моногенном типе наследования признак высокая озерненность метелки имеет рецессивный эффект с вероятностью 0,50–0,25. Низкая

озерненность метелки проявляет доминирование по отношению к высокой озерненности соцветия с вероятностью 0,75–0,50.

Таблица 4 – Результаты гибридологического анализа гибрида риса F<sub>2</sub> КПУ-92-08 / Лидер по признаку озерненность метелки при моногенном типе наследования

Класс растений	Количество растений, шт.		Ф-Т	(Ф-Т) <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>	Вероятность
	Фактическое (Ф)	Теоретическое (Т)				
Высокая озерненность	31	26	5	25	0,96	0,50-0,25
Низкая озерненность	73	78	-5	25	0,32	0,75-0,50
Всего	104	104			1,28	0,50 – 0,25

Если в моногибридном расщеплении число генов  $n = 1$ , и в F<sub>2</sub> образуется три генетически различных класса растений, в числовом значении это будет соответствовать 1:2:1 или 3:1, то в дигибридном скрещивании в F<sub>2</sub> будет проявляться девять расщепляющихся генетических классов, в числовом значении это будет соответствовать отношению 9:3:3:1 [5].

Анализ расщепления гибридов второго поколения по дигенной модели представлен в таблицах 5 и 6.

На основе результатов гибридологического анализа установили, что при дигенном типе наследования признаков полукарликовость и длинная метелка имеют доминантный эффект над полукарликовостью и короткой метелкой, высокорослостью с длинной и короткой метелкой с вероятностью >0,99. Полукарлик с короткой метелкой детерминирован рецессивными генами по отношению к высокорослым с длинной метелкой и полукарликам с длинной метелкой с вероятностью 0,50–0,25. Высокослостью с длинной метелкой проявляет доминантный тип наследования над высокорослостью с короткой метелкой и полукарликовостью с короткой метелкой с вероятностью 0,05–0,01. В

популяции не было высокорослых растений с короткой метелкой, поэтому этот класс вообще не проявил себя.

Таблица 5 – Результаты гибридологического анализа гибрида риса F<sub>2</sub> КПУ-92-08 / Лидер по признакам высота растения и длина метелки при дигенном типе наследования

Класс растений	Частота встречаемости и в классе	Количество растений, шт.		Ф-Т	(Ф-Т) <sup>2</sup>	Х <sup>2</sup>	Вероятность
		Фактическое (Ф)	Теоретическое (Т)				
Высокорослое длинная метелка	3	31	17,6	13,4	179,6	10,2	0,05 – 0,01
Высокорослое короткая метелка	1	0	5,9	-	-	-	-
Полукарлик длинная метелка	9	53	52,9	0,1	0,01	0	>0,99
Полукарлик короткая метелка	3	10	17,6	-7,6	57,8	3,3	0,50 – 0,25
Всего	16	94	94			13,5	<0,01

Полукарлик с длинной метелкой при дигенном типе наследования проявляет доминантный эффект над полукарликами с короткой метелкой, карликами с длинной и короткой метелкой с вероятностью 0,75–0,50. Карлик с короткой метелкой детерминирован рецессивными генами с вероятностью 0,95–0,75. Полукарлик с короткой метелкой проявляет эффект доминирования над карликами с длинными и короткими метелками. Карлик с длинной метелкой доминирует над карликом с короткой метелкой с вероятностью 0,50–0,25.

Таблица 6 – Результаты гибридологического анализа гибрида риса F<sub>2</sub> КПУ-92-08 / Лидер по признакам высота растения и длина метелки при дигенном типе наследования

Класс растений	Частота встречаемости в классе	Количество растений, шт.		Ф-Т	(Ф-Т) <sup>2</sup>	Х <sup>2</sup>	Вероятность
		Фактическое (Ф)	Теоретическое (Т)				
Полукарлик длинная метелка	9	53	41,0	9	81	1,9	0,75 – 0,50
Полукарлик короткая метелка	3	10	13,7	-3,7	13,7	1,0	0,95 – 0,75
Карлик длинная метелка	3	7	13,7	6,7	44,9	3,3	0,50 – 0,25
Карлик короткая метелка	1	3	4,6	1,6	2,6	0,6	0,95 – 0,75
Всего	16	73	73			6,8	0,10 – 0,05

Таблица 7 – Результаты гибридологического анализа гибрида риса F<sub>2</sub> КПУ-92-08 / Лидер по признакам длина и озерненность метелки при дигенном типе наследования

Класс растений	Частота встречаемости в классе	Количество растений, шт.		Ф-Т	(Ф-Т) <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>	Вероятность
		Фактическое (Ф)	Теоретическое (Т)				
Высокая озерненность длинная метелка	3	31	19,5	11,5	132,25	6,8	0,10 – 0,05
Высокая озерненность короткая метелка	1	0	6,5	-	-	-	-
Низкая озерненность длинная метелка	9	60	58,5	1,5	2,25	0,04	>0,99
Низкая озерненность короткая метелка	3	13	19,5	6,5	42,25	2,2	0,75 – 0,50
Всего	16	104	104			9,04	0,05 – 0,01

При дигенной модели скрещивания X<sup>2</sup> равен 9,04, поэтому вероятность нулевой гипотезы будет варьировать от 0,05 до 0,01 или 0,05 > p > 0,01. Это значит, что признак озерненность и длина метелки контролируется дигенно. Низкая озерненность и длинная метелка детерминированы доминантными генами над высокой озерненностью с длинной и короткой метелкой и низкой озерненностью с короткой метелкой с вероятностью >0,99.

Низкая озерненность и короткая метелка проявляют рецессивный эффект наследования по отношению к высокой озерненности с длинной

метелкой и низкой озерненностью с длинной метелкой с вероятностью 0,75–0,50.

Высокая озерненность и длинная метелка проявляет доминантный тип наследования над низкорослостью с короткой метелкой, но рецессивный – по отношению к низкой озерненности и длинной метелкой с вероятностью 0,10–0,05. Высокая озерненность с короткой метелкой, как класс, не проявил себя.

### **Выводы**

1. Гибрид первого поколения КПУ-92-08 / Лидер по признаку высота растения имеют отрицательное сверхдоминирование, а озерненность метелки – положительное сверхдоминирование; признак длина метелки наследуется по типу частичного положительного доминирования.
2. Высокорослость наследуется по моногенной модели и ее можно представить в виде  $D>Sd>d$ .
3. При моногенном наследовании признаков длинная метелка проявляет эффект доминирования над короткой, а низкая озерненность соцветия – над высокой озерненностью.
4. При дигенном типе наследования признаков полукарликовость и длинная метелка проявляют доминантный эффект над полукарликовостью и короткой метелкой; высококорослостью с длинной и короткой метелкой с вероятностью  $>0,99$ . Полукарлик с короткой метелкой детерминирован рецессивными генами.
5. Класс полукарлик с длинной метелкой при дигенном типе наследования проявляет доминантный эффект над полукарликами с короткой метелкой, карликами с длинной и короткой метелкой. Карлик с короткой метелкой детерминирован рецессивными генами с вероятностью 0,95–0,75.

6. Класс низкая озерненность и длинная метелка детерминированы доминантными генами над высокой озерненностью с длинной и короткой метелкой и низкой озерненностью с короткой метелкой с вероятностью  $>0,99$ . Высокая озерненность с короткой метелкой в изучаемой гибридной популяции, как класс, не проявил себя.

### Список литературы

1. Дзюба, В.А. Генетика риса / В.А. Дзюба. – Краснодар, 2004. – 284 с.
2. 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. — 2012. – №3(21). – С. 8–13.
3. Дзюба, В.А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба // Методические рекомендации. – Краснодар, 2007. – 76 с.
4. Дзюба, В.А. Наследование некоторых хозяйственно-ценных биологических признаков риса при селекции / В.А. Дзюба, Э.А. Жербак, Л.Г. Груздев, Г.А. Сингильдин // Сельскохозяйственная биология. – 1981. – Т. 16, № 5. – С. 725–728.
5. Дзюба, В.А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса: Науч.-метод. пособие / В.А. Дзюба. – Краснодар, 2010. – 475 с.
6. Зеленский Г.Л. Итоги 30-летней работы по селекции сортов риса, устойчивых к пирикулярриозу в России / Г.Л. Зеленский Иммуногенетическая защита сельскохозяйственных культур от болезней: теория и практика // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова, Большие Вяземы Московской области 17–21 июля 2012 г. – Большие Вяземы, 2012. – С. 427 – 440.
7. Костылев, П.И. Направления и методы современной селекции риса / П.И. Костылев // Рисоводство. – Краснодар. – 2008. – Вып. 13. – С. 7–15.
8. Лось Г.Д. Методика гибридизации риса / Г.Д. Лось // Рисоводство. – Краснодар. – 2007. – Вып. 10. – С. 42–51.
9. Сметанин, А.П. Методика опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А.П. Сметанин, В.А. Дзюба, А.И. Апрод. – Краснодар. – 1972. – 155 с.

### References

1. Dzyuba, V.A. Genetika risa / V.A. Dzyuba. – Krasnodar. – 2004. – 284 s.
2. Dzyuba, V.A. K metodike provedeniya gibridologicheskogo analiza gibridov zernovykh kul'tur / V.A. Dzyuba, L.V. Esaulova, I.N. CHuhir', E.N. Lapina // Zernovoe hozyajstvo. - №3(21). – 2012. – S. 8 – 13.
3. Dzyuba, V.A. Mnogofaktornye opyty i metody biometricheskogo analiza ehksperimental'nyh dannyh / V.A. Dzyuba // Metodicheskie rekomendacii. – Krasnodar. – 2007. – 76 s.

4. Dzyuba, V.A. Nasledovanie nekotoryh hozyajstvenno-cennyh biologicheskikh priznakov risa pri selekcii / V.A. Dzyuba, E.H.A. ZHerbak, L.G. Gruzdev, G.A. Singil'din // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – T. 16. - №5. – 1981. – S. 725 – 728.
5. Dzyuba, V.A. Teoreticheskoe i prikladnoe rastenievodstvo: na primere pshenicy, yachmenya i risa / V.A. Dzyuba // nauch. – metod. posobie. – Krasnodar. – 2010. – 475 s.
6. Zelenskij G.L. Itogi 30-letnej raboty po selekcii sortov risa, ustojchivyh k pirikuljariozu v Rossii / G.L. Zelenskij. Immunogeneticheskaja zashhita sel'skohozyajstvennyh kul'tur ot boleznej: teorija i praktika // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 125-letiju so dnja rozhdenija N.I. Vavilova, Bol'shie Vjazemy Moskovskoj oblasti 17-21 ijulja 2012 g. – Bol'shie Vjazemy, 2012. – S. 427 – 440.
7. Kostylev, P.I. Napravleniya i metody sovremennoj selekcii risa / P.I. Kostylev // Risovodstvo. – Krasnodar. – 2008. – Vyp. 13. – S. 7 – 15.
8. Los' G.D. Metodika gibridizacii risa / G.D. Los' // Risovodstvo. – Krasnodar. – 2007. – Vyp. 10. – S. 42 – 51.
9. Smetanin, A.P. Metodika opytnyh работ po selekcii, semenovodstvu, semenovedeniyu i kontrolyu za kachestvom semyan risa / A.P. Smetanin, V.A. Dzyuba, A.I. Aprod. – Krasnodar. – 1972. – 155 s.