

УДК 575.1:633.18

UDC 575.1:633.18

03.00.00 Биологические науки

Biological sciences

СЕГРЕГАЦИЯ ПО ВЫСОТЕ РАСТЕНИЙ У МЕЖПОДВИДОВЫХ ГИБРИДОВ РИСА ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ

SEGREGATION OF THE PLANT HEIGHT AT INTERSUBSPECIES HYBRIDS OF THE SECOND GENERATION RICE

Костылев Павел Иванович
доктор с.-х. наук, профессор, заведующий лабораторией риса
РИНЦ SPIN-код=7901-1531
E-mail: p-kostylev@mail.ru

Kostylev Pavel Ivanovich
Doctor of agricultural Sciences, Professor, Head of the Laboratory of rice
RSCI SPIN-code: 7901-1531
E-mail: p-kostylev@mail.ru

Краснова Елена Викторовна
кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник,
E-mail: krasnovaelena67@mail.ru

Krasnova Elena Viktorovna
Candidate of agricultural Sciences, Leading researcher,
E-mail: krasnovaelena67@mail.ru

Редькин Александр Александрович
кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник,
E-mail: Rs.07.Pro@mail.ru
ФГБНУ Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Ростовская область, Россия

Redkin Alexander Alexandrovich
Candidate of agricultural Sciences, Senior Researcher,
E-mail: Rs.07.Pro@mail.ru
FSBSI Agrarian Scientific Center "Donskoy", Zernograd, Russia

Костылева Людмила Михайловна,
кандидат с.-х. наук, доцент, E-mail: mila605@mail.ru
Азово Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», г. Зерноград, Ростовская область, Россия

Kostyleva Ludmila Mihailovna,
Candidate of agricultural Sciences, Docent,
E-mail: mila605@mail.ru
Azov Blacksea Engineering Institute FSBEI HE "Donskoy SAU" Zernograd, Rostov Region, Russia

В статье представлены результаты генетического анализа признака «высота растений» по шести комбинациям скрещивания с участием форм, относящихся к разным подвидам риса. Определены типы наследования и число генов, участвующих в детерминации данного количественного признака. Установлено, что различия по признаку «высота растения» определяются 3-5 парами генов с аддитивным и доминантным действием, степень доминирования уменьшается при увеличении различий между родительскими формами. Появление трансгрессивных карликовых и высокорослых форм обусловлено неаллельным взаимодействием генов исходных форм. Степень трансгрессивных по высоте растений была более высокой у гибрида Лампо × Вираз (61,7%), что связано с низкорослостью обеих родительских форм, а частота трансгрессии, наоборот, была выше у гибрида Лампо × Командор (17,6%). В этой комбинации было больше высокорослых форм (до 135 см). Выщепление в F₂ большого числа высокорослых форм свидетельствует о том, что родительские формы данных гибридов различаются по аллельному состоянию нескольких пар генов, которые, комбинируясь в различных сочетаниях, сформировали фенотипы с более длинным стеблем. Таким образом, у сортов Лампо, Командор и Вираз полукарликовость детерминируется разными неаллельными генами

The article presents the results of the genetic analysis of the trait 'plant height' for six crosses involving the forms related to different subspecies of rice. There have been estimated the types of inheritance and a number of genes, which assist to determine this quantitative trait. We have found out that the variance of the trait 'plant height' is determined by 3-5 pairs of genes having additive and dominant activities and the degree of dominance reduces in case the variance among parental forms increases. The non-allelic interaction of the genes of the initial forms produces transgressive dwarf and tall forms. The cross 'Lampo' x 'Virazh' showed the highest degree of transgression in 'plant height' due to short height of both parental forms (61.7%), but the frequency of transgression was larger than that of the cross 'Lampo' x 'Komandor' (17.6%). This combination ('Lampo' x 'Komandor') produced more tall forms (up to 135 cm). The segregation of a great number of tall forms into F₂ testifies that the parental forms of these hybrids vary in the allelic state of several pairs of genes, whose various combinations form phenotypes with a longer stem. Thus, the semi-dwarf feature of the varieties 'Lampo', 'Komandor' and 'Virazh' is determined by various non-allelic genes

Ключевые слова: РИС, ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ, НАСЛЕДОВАНИЕ, ВЫСОТА РАСТЕНИЙ, ТРАНСГРЕССИИ

Keywords: RICE, GENETIC ANALYSIS, QUANTITATIVE TRAITS, INHERITANCE, PLANT HEIGHT, TRANSGRESSION

Doi: 10.21515/1990-4665-131-018

Введение. В Российской Федерации возделываются в основном сорта, относящиеся к подвиду *japonica*, которые более приспособлены к умеренному климату, сорта же подвида *indica* распространены в тропических и субтропических климатических поясах. Значительные генетические различия между подвидами приводят к высокому гетерозису и появлению трансгрессивных форм при их гибридизации.

Отборы трансгрессивных форм в ранних поколениях (F_2) в дальнейшем определяют успех селекционного процесса. Поэтому важно выявлять трансгрессивные формы гибридов по признакам, влияющим на урожайность [1].

Высота растений риса имеет существенное значение в модели сорта, так как ее величина связана с одной стороны с общей биомассой, а с другой – с устойчивостью растений к наклону и полеганию, снижающему урожайность зерна из-за потерь. Растения современных сортов риса должны формировать прочные короткие стебли, которые способны выдерживать большой вес налившегося зерна и не полегать [4].

Цель исследований – проанализировать изменчивость и сегрегацию по высоте растений в различных расщепляющихся популяциях риса F_2 .

Материал и методика. Исследования выполнены на 6 гибридных популяциях F_2 от гибридизации сортов российской и иностранной селекции. Выведенные в IRRI сорта BR-11, CR-1009, Inbara-3, TDK-1, имеющие ген *Sub-1*, и сорт итальянской селекции Lampro относятся к подвиду *indica*. Сорта Новатор (ВНИИ риса), Вираз и Командор (АНЦ «Донской») принадлежат подвиду *japonica*. Для биометрического и генетического анализа отбирали по 500 растений гибридов F_2 и по 150 – каждого родительского сорта.

Работа проводилась на базе Опытной станции «Пролетарская» (Ростовская область). Полевые опыты проводили согласно методики полевого опыта [2]. Анализ полученных результатов осуществляли с помощью программы Statistica 6. Генетический анализ вели с использованием компьютерной программы нахождения моделей наследования «Полиген А» [3].

Результаты и их обсуждение. Родительские формы Inbara-3 и Новатор имели небольшую разницу по высоте растений, в среднем 4,1 см. Кривая распределения частот (далее КРЧ) гибрида имела многовершинную конфигурацию, причем большая вершина находилась в одном классе с более высокорослым сортом Новатор и имела размах варьирования шире, чем у обеих родительских форм, что указывает на неаллельное взаимодействие генов (рис. 1). Наблюдалось сверхдоминирование по этому признаку, степень доминирования составила 2,78. Анализ исходных чисел в программе Полиген А позволил установить, что расщепление в F_2 обусловлено взаимодействием трех генов ($\chi^2_{\text{факт.}} = 4,5$, $\chi^2_{\text{теор.}} = 2,0$).

В другой комбинации скрещенные сорта Новатор и BR-11 также немного отличались по высоте растений, в среднем на 4 см (рис. 1). Кривая распределения частот гибридных растений начиналась левее и заканчивалась правее пределов варьирования обоих родительских сортов. При этом выявлено появление некоторого количества отрицательных и положительных трансгрессивных форм. Вершины КРЧ F_2 и высокорослого родительского сорта – Новатор находились в одном и том же классе, что позволяет сделать вывод о доминировании большей величины признака ($h_p=1,72$). Программа Полиген А дала возможность определить, что материнский и отцовский сорта отличались по аллельному состоянию трех аддитивных генов.

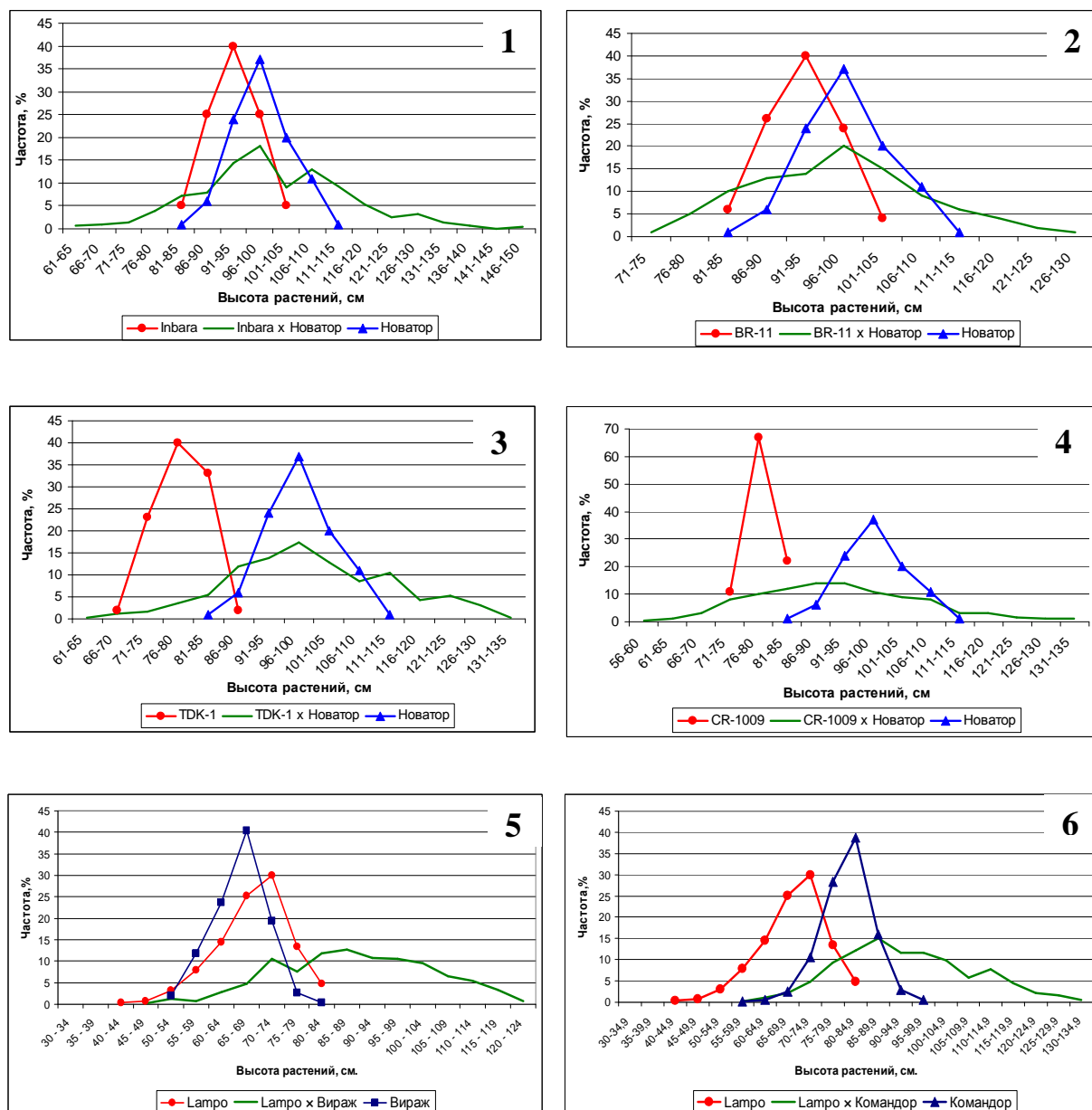


Рисунок 1 – Кривые распределения частот гибридных популяций F₂ и их родительских сортов по высоте растений: 1) Inbara-3 × Новатор; 2) BR-11 × Новатор; 3) – TDK-1 × Новатор; 4) CR-1009 × Новатор; 5) Lampro × Вираз; 6) Lampro × Командор

Различия по высоте между растениями сортов TDK-1 и Новатор были более существенными – 9,6 см. Вершины КРЧ гибрида и более высокорослого родительского сорта Новатор располагались в одном и том же классе (96-100 см). Выявлена сегрегация значительного числа растений с

положительными трансгрессиями (20,6%) и небольшого числа с отрицательными (8,9%). Наблюдалось сверхдоминирование больших величин признака ($h^2=1,67$). Генетические различия этих родительских сортов обусловлены аддитивным взаимодействием 4 пар генов.

Исходные сорта CR-1009 и Новатор имели наибольшие различия по длине стебля из всех взятых в изучение – 18,6 см. КРЧ гибридной популяции вышла за границы варьирования родительских сортов, при этом ее вершина располагалась между вершинами сортов CR-1009 и Новатор, но ближе к последнему. Анализ исходных данных показал, что родительские формы различались по 5 парам аддитивных генов.

В двух комбинациях скрещивания, где материнской формой был взят сорт Lampro, наблюдались аналогичные закономерности, как и у предыдущих гибридов с участием сорта Новатор.

Степень трансгрессии по признаку «высота растений» была более высокой у гибрида Lampro × Вираз (61,7%), что связано с низкорослостью обеих родительских форм, а частота трансгрессии, наоборот, была больше у Lampro × Командор (17,6%) (табл. 1). У этого гибрида встречалось больше высокорослых форм (до 135 см). На это повлияла несколько большая высота родительского сорта Командор.

Выщепление в F_2 большого количества высокорослых форм указывает на то, что родители данных гибридов отличаются по аллельному состоянию нескольких пар генов, комбинации которых в различных сочетаниях, детерминировали формирование фенотипов с более длинным стеблем. Следовательно, у Командора и Виража полукарликовость детерминруется другими генами, отличающимися от генов сорта Lampro. У изученного ранее гибрида Вираз × Командор трансгрессий не появлялось, т.е. гены высоты у этих сортов идентичны.

Таблица 1

статистические и генетические показатели межподвидовых гибридов

F₂

Гибриды	Среднее значение признака в F ₂	Разница P _{max} -P _{min}	Степень доминирования	Степень трансгрессии, %		Частота трансгрессии, %	
				+	-**	+	-
Inbara-3 × Новатор	100,34	4,07	2,78	42,85	29,68	18,63	18,06
BR-11(Sub-1) × Новатор	96,8	4,14	1,72	14,28	17,59	10,95	17,76
TDK-1(Sub-1) × Новатор	99,95	9,61	1,67	18,15	19,18	20,63	8,87
CR-1009 × Новатор	89,13	18,61	0,18	11,6	19,15	2,91	12,11
Lampo × Вираз	87,72	2,83	14,8	61,7	-	10,8	-
Lampo × Командор	92,61	11,8	3,1	33,6	-	17,6	-

Примечание: + - положительная трансгрессия; ** - отрицательная трансгрессия.

В целом конфигурации гибридов шести межподвидовых комбинаций имеют много общего: КРЧ гибридов характеризуются широким размахом вариабельности и распространяются за границы изменчивости родительских сортов, при сегрегации выщепляется значительное количество трансгрессивных форм. Все это свидетельствует о неаллельных взаимодействиях генов сортов подвидов *indica* и *japonica*. Причина в том, что системы генетического контроля высоты растений двух подвидов имеют значительные различия, которые сформировались в результате параллельной эволюции их геномов.

Выводы

1. Различия риса по высоте растений определяются 3-5 парами генов с аддитивным и доминантным действием.
2. Степень доминирования имеет тенденцию к уменьшению при увеличении различий между родительскими формами.
3. Появление трансгрессивных форм обусловлено неаллельным взаимодействием генов исходных форм.

Литература

1. Бабкенов А.Т., Сары С.Т. Трансгрессивные расщепления в диаллельных скрещиваниях // Новости науки Казахстана, 2010. – Вып. 1(104). – С. 128-131.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта // 5 изд., - М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Мережко А.Ф. Использование менделевских принципов в компьютерном анализе наследования варьирующих признаков // Экологическая генетика культурных растений: Материалы школы молодых ученых; РАСХН, ВНИИ риса. – Краснодар, 2005. – С. 107-117.
4. Костылев П.И., Парфенюк А.А., Степовой В.И. Северный рис (генетика, селекция, технология) – Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2004. – 576 с.
5. Генетика культурных растений: кукуруза, рис, просо, овес / под ред. В.Ф. Дорофеева, Т.С. Фадеевой, Г.Е. Шмараева. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отделение, 1988. – 272 с.
6. Костылев П.И., Редькин А.А., Коптева Е.А. Генетический анализ наследования высоты растений риса, длины метелки и количества зерен в ней // Рисоводство, 2011. – № 19. – С. 21-25.

References

1. Babkenov A.T., Sary S.T. Transgressivnye rasshhepleniya v diallel'nyh skreshhivaniyah // Novosti nauki Kazahstana, 2010. – Vyp. 1(104). – S. 128-131.
2. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta // 5 izd., - M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
3. Merezhko A.F. Ispol'zovanie mendelevskih principov v komp'juternom analize nasledovaniya var'irujushhih priznakov // Jekologicheskaja genetika kul'turnyh rastenij: Materialy shkoly molodyh uchenyh; RASHN, VNII risa. – Krasnodar, 2005. – S. 107-117.
4. Kostylev P.I., Parfenjuk A.A., Stepovoj V.I. Severnyj ris (genetika, selekcija, tehnologija) – Rostov n/D: ZAO «Kniga», 2004. – 576 s.
5. Genetika kul'turnyh rastenij: kukuruza, ris, proso, oves / pod red. V.F. Dorofeeva, T.S. Fadeevoj, G.E. Shmaraeva. – L.: Agropromizdat. Leningr. otdelenie, 1988. – 272 s.
6. Kostylev P.I., Red'kin A.A., Kopteva E.A. Geneticheskij analiz nasledovaniya vysoty rastenij risa, dliny metelki i kolichestva zeren v nej // Risovodstvo, 2011. – № 19. – S. 21-25.