

УДК 633.181.2:575.118

UDC 633.181.2:575.118

НАСЛЕДОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ЗЕРНОВОК У ГИБРИДОВ ИРАНСКОГО ОБРАЗЦА РИСА АМБАРБУ С СОРТАМИ ВИРАЖ И БОЯРИН

INHERITANCE OF THE GRAIN SIZES AT HYBRIDS OF THE IRANIAN VARIETY OF RICE AMBARBU WITH VARIETYS OF VIRAZH AND BOYARIN

Жученко Наталья Николаевна
аспирантка
*Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный
университет» в г. Зернограде, Зерноград, Россия*

Zhuchenko Natalia Nikolaevna
postgraduate student
*Azov-Black Sea engineering institute of the FSBEI of
HPE “Don state agrarian University” in Zernograd,
Zernograd, Russia*

Костылев Павел Иванович
д.с.-х.н., профессор
ВНИИ зерновых культур им. И.Г. Калининко, Зерноград, Россия

Kostylev Pavel Ivanovich
Dr.Sci.Agric., professor
*All-Russian Research Institute of Grain Crops named
after I.G.Kalinenko, Zernograd, Russia*

Костылева Людмила Михайловна
к.с.-х.н., доцент
*Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный
университет» в г. Зернограде, Зерноград, Россия*

Kostyleva Lyudmila Mikhailovna
Cand.Agric.Sci, associate professor
*Azov-Black Sea engineering institute of the FSBEI of
HPE “Don state agrarian University” in Zernograd,
Zernograd, Russia*

В работе были изучены тип наследования, число и сила генов, участвующих в детерминации количественных признаков длины, ширины зерновки, массы 1000 зерен у гибридов, полученных от скрещивания иранского сорта риса Амбарбу с сортами Виразж и Боярин. Установлено, что различия между образцами по длине зерновки составляли 1-3 пары генов, по ширине зерновки – 1 пара генов, по массе 1000 зерен – 2-3 пары генов

In this work we examine the type of inheritance, number and force of the genes participating in determination of a quantitative attributes of length, width of grain, weight of 1000 grains at hybrids from crossing of the Iranian variety of rice Ambarbu with varieties of Virazh and Boyarin. It is established, that distinctions between samples of length of grain made 3 pairs of genes, of width of grain – 1 pair genes, of weight of 1000 grains – 2-3 pairs genes

Ключевые слова: РИС, ЗЕРНОВКА, ГИБРИД, КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ, НАСЛЕДОВАНИЕ, ГЕН, ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Keywords: RICE, GRAIN, HYBRID, QUANTITATIVE TRAITS, INHERITANCE, GENE, GENETIC ANALYSIS

Введение. В Российской Федерации производится рис в основном с круглой и овальной зерновкой. В то же время имеется потребность населения и в длиннозерных и в крупнозерных сортах риса, что связано с чисто эстетическими требованиями. На мировом рынке сорта длиннозерного типа имеют более высокую цену, чем округлые. В нашей стране делают попытки дифференцировать закупочные цены в зависимости от размера зерновок. Известно, что крупнозерные формы частично уступают по продуктивности сортам с округлой зерновкой. Поэтому дифференцированные закупочные или розничные цены смогут привести в соответствие экономи-

ческие и рыночные показатели сортов с различными размерами зерновок [3].

Потребность в длиннозерных сортах риса удовлетворяется за счет импорта этого продукта. Поэтому необходимо создавать пригодные для возделывания в различных зонах рисосеяния страны высококачественные отечественные сорта риса [3]. Существенный вклад в решение проблемы повышения качества крупы должны внести достижения в области генетики и селекции – на основе генетических закономерностей наследования признаков размера семян [1].

Поскольку зерно риса развивается в цветковых чешуях, размер и форма ядра определены ими. Размер зерна может быть обозначен весом, объемом, или длиной, но длина зерна – самый адекватный признак для анализа наследования размеров зерна из-за высокой наследуемости признака. У нормальных сортов размером зерна обычно управляют полигены. У сортов с необычно большими или маленькими зёрнами и у мутантов размером зерна управляют большие гены или майор-гены. Доминантный ген маленького зерна M_i детерминирует массу зерна в $2/3$ раза меньше, чем у нормальных форм. Не полностью доминантный ген большого зерна $Lk-f$ способствует развитию зерна с массой в 1,4 раза больше нормальной [6]. Для признаков зерна используются генные символы: Lk (длинное зерно), Shk (короткое зерно), Bk (крупное зерно), M_i (мелкое зерно), Rk (круглое зерно), Slk (тонкое зерно). Если новый ген короткого зерна является аллельным по отношению к гену Lk , то множественные аллели в этом локусе могут определяться как: Lk (длинное), Lk^+ (нормальное), Lk^S (короткое) и так далее [5].

По современным данным, длину зерна в первую очередь контролирует локус количественного признака (QTL) – $GS3$, который также влияет на массу, ширину и толщину зерна у риса. Этот QTL был обнаружен около центрального участка хромосомы 3. На ширину зерна влияют два QTL.

Локус GW2, расположенный на коротком плече хромосомы 2, способствует клеточному делению, которое увеличивает число клеток, приводящее к расширению чешуй и увеличению массы (49,8 %), ширины (26,2 %), толщины (10,5 %) и длины зерна (6,6 %). Второй QTL, GW5, влияющий на массу и ширину зерна, обнаружен в 5 хромосоме. Зерна мутантных линий значительно тяжелее, чем у нормальных, вследствие расширения зерна и увеличения числа клеток в цветковых чешуях [7].

Цель исследований – определение типа наследования размеров зерновок риса, числа и силы генов, участвующих в детерминации количественных признаков при скрещивании иранского сортообразца риса Амбарбу с российскими сортами Вираз и Боярин. В связи с этим поставлены следующие задачи:

- провести биометрический анализ родительских сортов и гибридов F₂;
- выявить количество генов, их силу и тип наследования.

Материал и методы

Гибридные растения от скрещивания родительских форм отдаленного происхождения: двух сортов российской селекции Вираз и Боярин и, привезенного из Ирана, сорта Амбарбу. В каждой гибридной комбинации было проанализировано по 600 растений, а родительских растений – по 150. Родительские формы сильно различались морфологически: Вираз – низкорослый, с высотой растений – 70-75 см, раннеспелый – вегетационный период 105 дней; Боярин – среднерослый (96 см), среднеспелый (117 дней), а Амбарбу – высокорослый (130 см), позднеспелый (129 дней).

Посев гибридов и родительских форм осуществляли с помощью сеялки ССФК-7 – на 20 метровых делянках в третью декаду апреля. После уборки взвешивали на аналитических весах массу зерна с метелки и массу 1000 зерен, с помощью штангенциркуля измеряли длину и ширину зерновки [2]. Полученные данные анализировали с помощью компьютерных программ Excel, Statistica 6, а также специальной программы генетического

анализа поиска моделей расщепления Полиген А (Мережко А.Ф., 1984) [4]. Сущность ее работы заключается в том, что по виду кривых распределения частот признаков определяется число генов и тип их наследования.

Результаты исследований

Анализ расщепления по длине зерновки в комбинации Амбарбу х Боярин показан на рисунке 1.

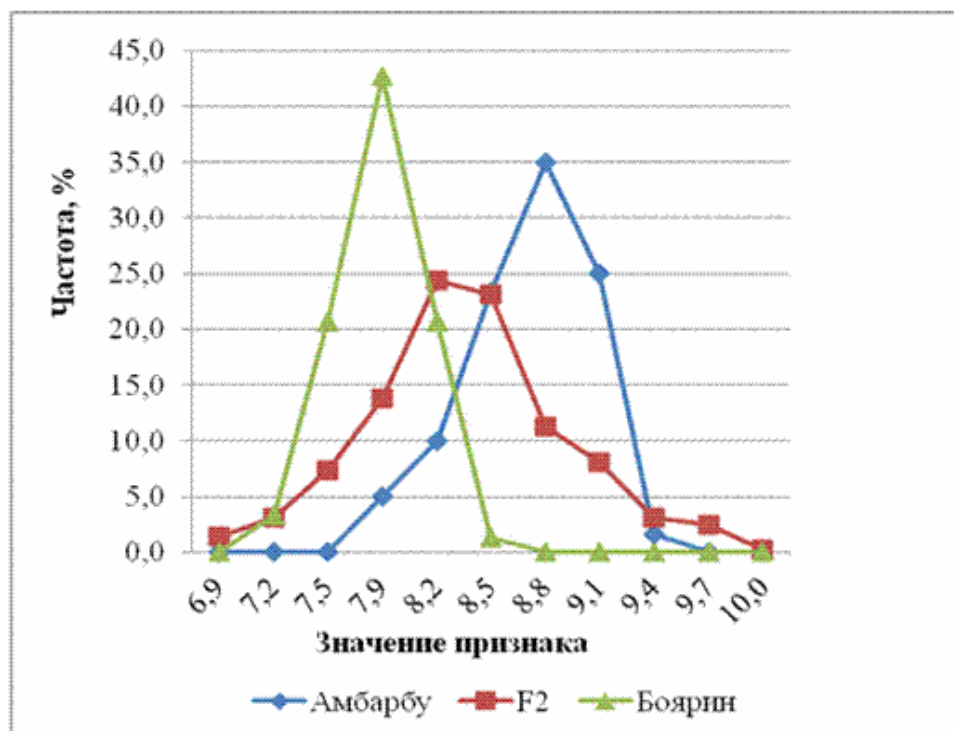


Рис. 1 Распределение частот признака «длина зерновки» (мм) в F₂ комбинации Амбарбу х Боярин и их родительских форм

Кривая распределения частот гибрида была практически симметричной ($A_s=0,1$), что свидетельствует об отсутствии доминирования, и находилась в пределах распределения частот родительских форм.

Средняя длина зерновки Боярина составила 7,8 мм, Амбарбу – 8,7 мм, гибрида – 8,3 мм. На долю крайних частот гибрида приходилось примерно 25% частот родительских форм, что свидетельствует о моногенных различиях сортов Амбарбу и Боярин. Расщепление по длине зерновки происходило в соотношении 1:2:1, сила гена составила 0,9 мм.

Анализ расщепления по длине зерновки в комбинации Амбарбу х Вираз иллюстрирует рисунок 2.

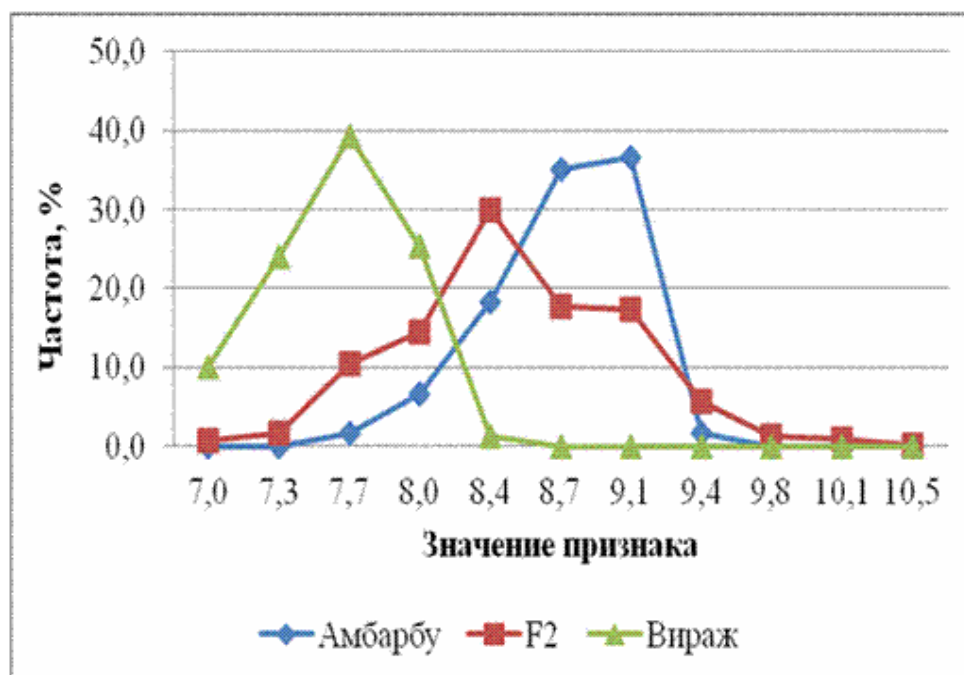


Рис. 2 Распределение частот признака «длина зерновки» (мм) в F₂ комбинации Амбарбу х Вираз и их родительских форм

По результатам анализа выяснилось, что кривая распределения частот родительских форм имела положительную трансгрессию и левостороннюю асимметрию ($A_s = -0,5$), указывающую на доминирование больших значений признака. Вершина кривой сдвинута вправо, в сторону родителя Амбарбу. Средняя длина зерновки Виража составила 7,6 мм, Амбарбу – 8,7 мм, гибрида – 8,5 мм. На долю гибрида приходилось примерно 1/16 частот рецессивного родителя Вираз, что свидетельствует о расщеплении в соотношении 1: 6: 9, то есть о дигибридных различиях, сила гена составила 0,56 мм длины зерновки.

На рисунке 3 показано расщепление по длине зерновки в комбинации Вираз х Боярин.

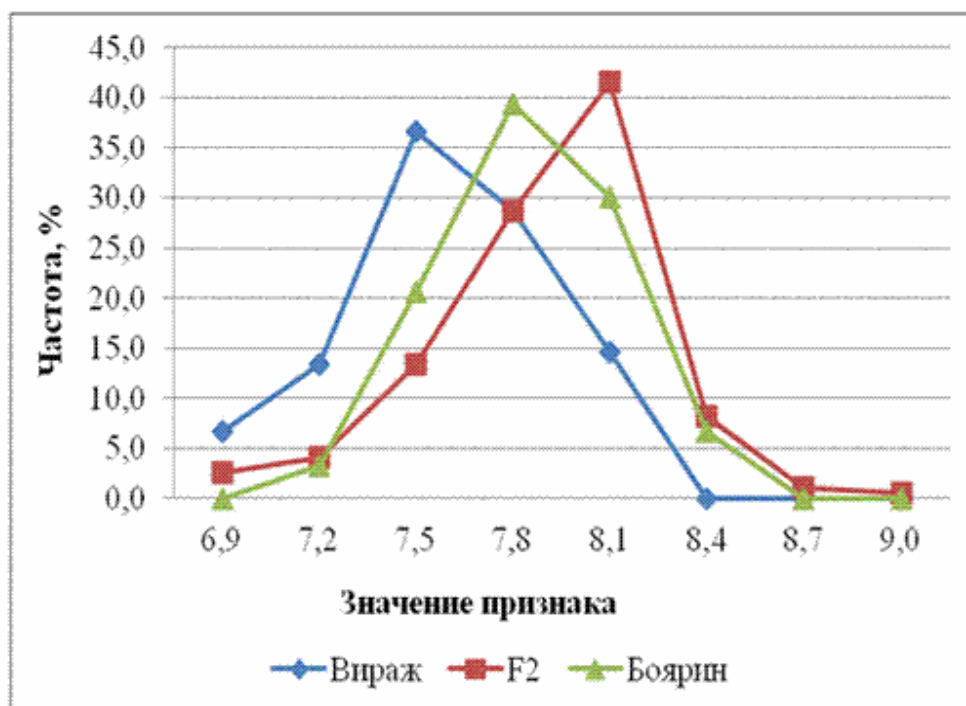


Рис. 3 Распределение частот признака «длина зерновки» (мм) в F₂ комбинации Вираз х Боярин и их родительских форм

Анализ показал, что родительские формы различаются по аллельному состоянию генов, которое можно представить их формулами – у Виразжа – AAbbсс, у Боярина – aaBBCC. В результате расщепления появляются формы с тремя доминантными генами, которые увеличивают признак и вызывают гетерозис.

Различия родительских форм по ширине зерновки были незначительными: Амбарбу – 3,06 мм, Боярин – 3,41 мм, Виразж – 3,26 мм.

Анализ расщепления по ширине зерновки в комбинации Амбарбу х Боярин иллюстрирует рисунок 4.

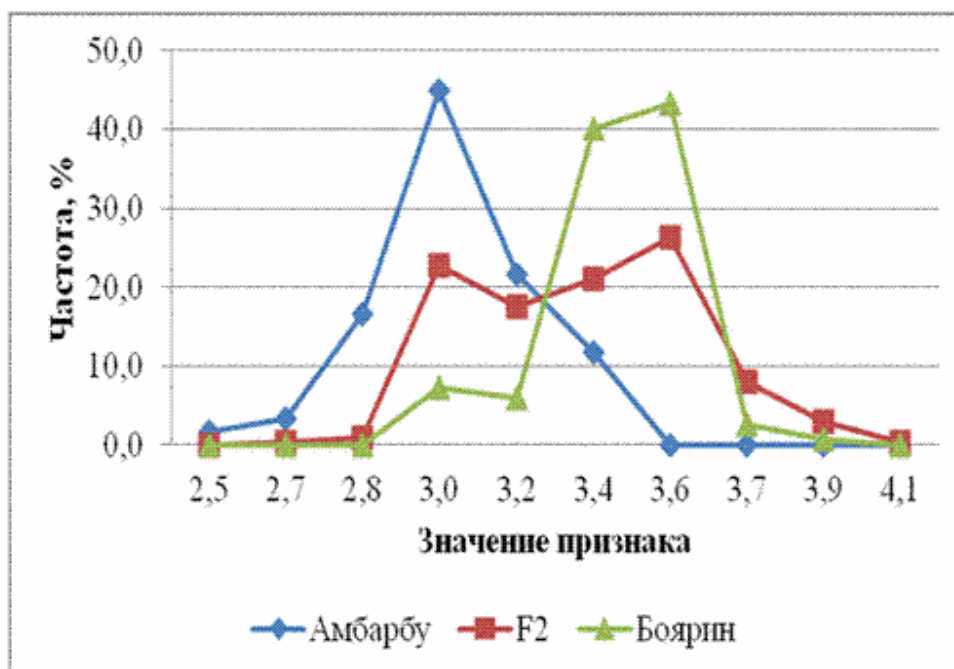


Рис. 4 Распределение частот признака «ширина зерновки» (мм) в F₂ комбинации Амбарбу x Боярин и их родительских форм

По результатам анализа выяснилось, что кривая распределения частот гибрида расположилась в пределах изменчивости родительских форм и имела двухвершинность. Каждая из этих вершин находилась в одном классе с вершиной одного из родителей. На долю меньшего родителя Амбарбу приходилось около 1/4 частот гибрида, что указывает на расщепление 3:1, то есть различия моногенные с доминированием больших значений. Сила гена составила 0,35 мм ширины зерновки.

Анализ расщепления по ширине зерновки в комбинации Амбарбу x Виразж показал, что доминируют большие значения признака, так как кривая распределения частот гибрида находится в одном классе с вершиной родителя Виразж.

Различия моногенные, сила гена составляет 0,2 мм (рис. 5).

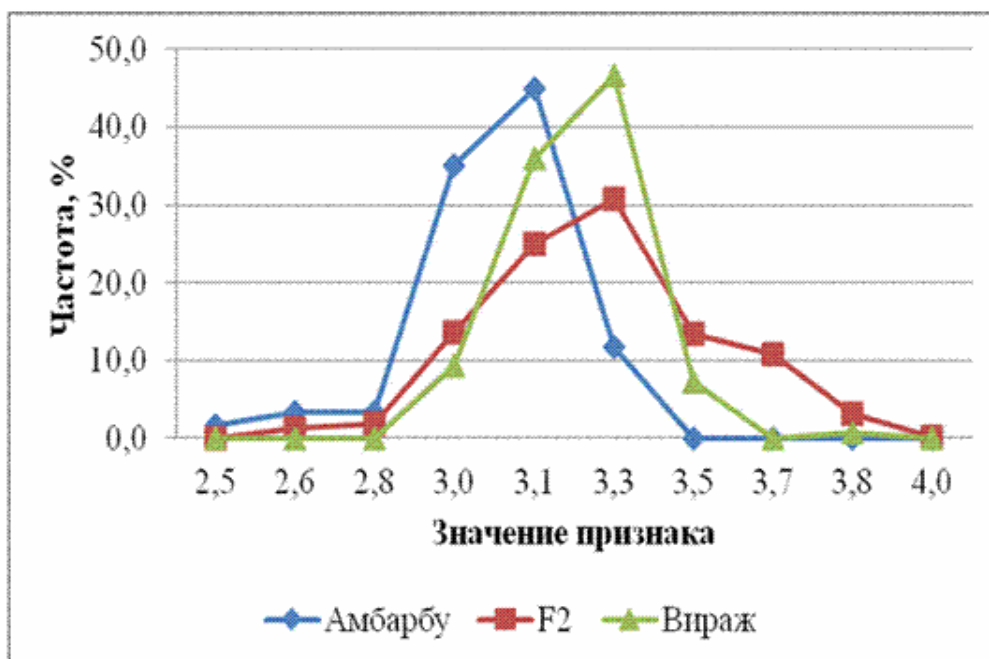


Рис. 5 Распределение частот признака «ширина зерновки» (мм) в F₂ комбинации Амбарбу x Вираз и их родительских форм

В комбинации Вираз x Боярин вершина кривой распределения частот гибрида совпадает с вершиной кривой распределения частот родителя Боярин, следовательно, доминируют большие значения признака (рис. 6).

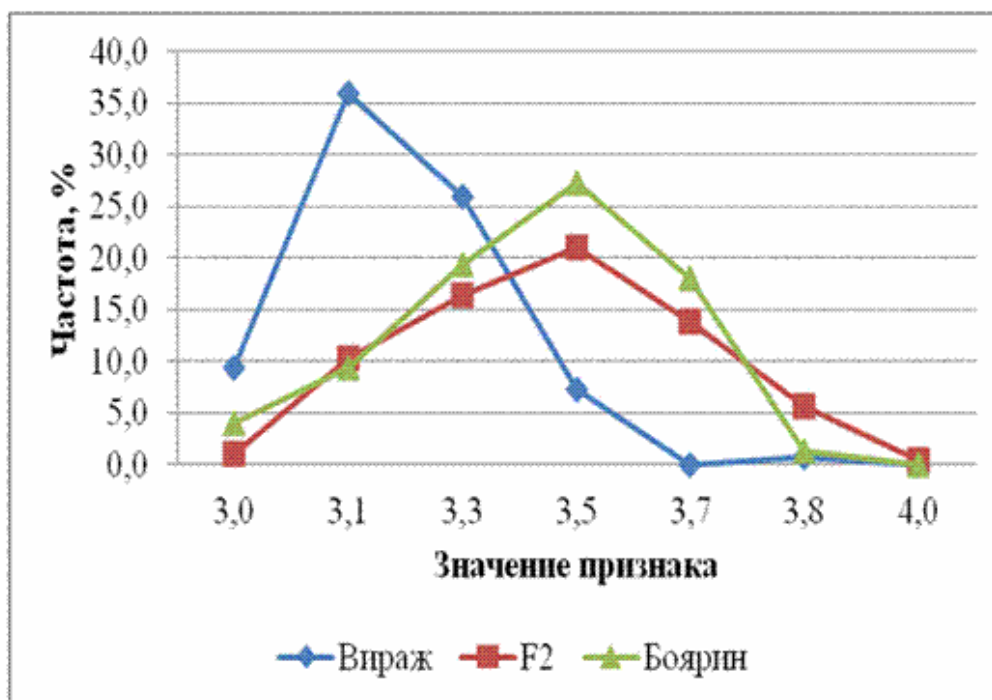


Рис. 6 Распределение частот признака «ширина зерновки» (мм) в F₂ комбинации Вираз x Боярин и их родительских форм

На долю гибрида приходилось около 1/4 частот меньшего родителя Вираж, что указывает на моногенные различия. Сила гена составила 0,4 мм ширины зерновки.

По массе 1000 зерен в комбинации Амбарбу х Боярин наблюдались положительная трансгрессия, сверхдоминирование и гетерозис (рис. 7).

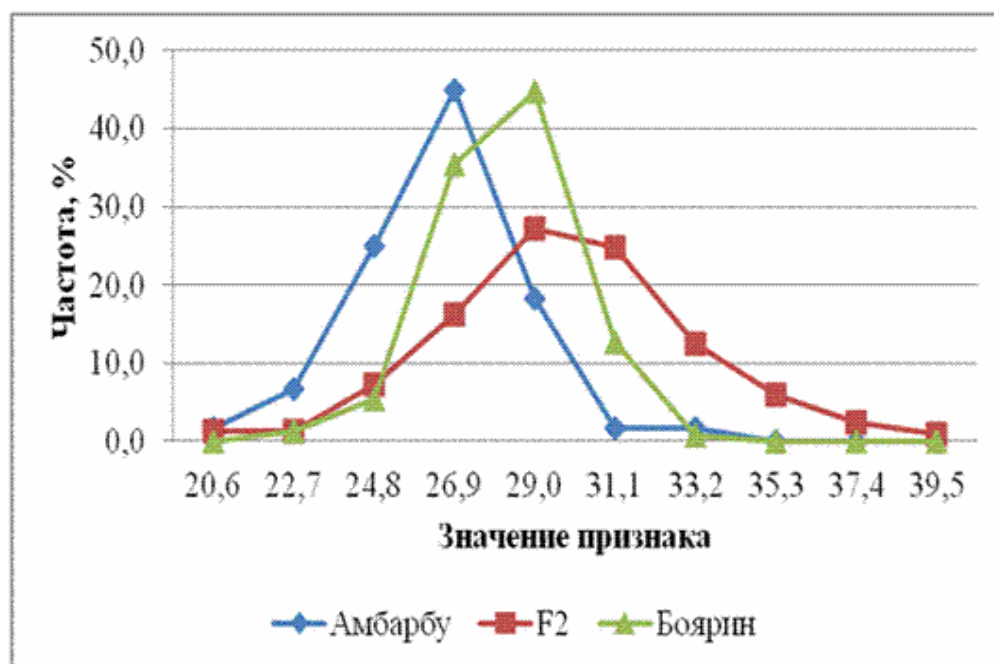


Рис. 7 Распределение частот признака «масса 1000 зерен» (г) в F₂ комбинации Амбарбу х Боярин и их родительских форм

Степень доминирования составила 3,02. Родительские формы различались между собой на 1,7 г, у Амбарбу она составляла 26,5 г, у Боярина – 28,2 г, тогда как средняя величина этого признака в гибридной популяции составила 29,9 г. Появление положительной трансгрессии можно объяснить неаллельным взаимодействием различных локусов генов. В данной комбинации выщеплялись формы, имеющие массу 1000 зерен 39,5 г. Эти формы представляют большой интерес в селекционном плане, так как крупнозерная крупа больше ценится на рынке.

В комбинации Амбарбу х Вираж родительские формы незначительно различались между собой по массе 1000 зерен, у Амбарбу она составляла 26,5 г, тогда как у Виража – 25,6 г, разница – 0,9 г (рис. 8).

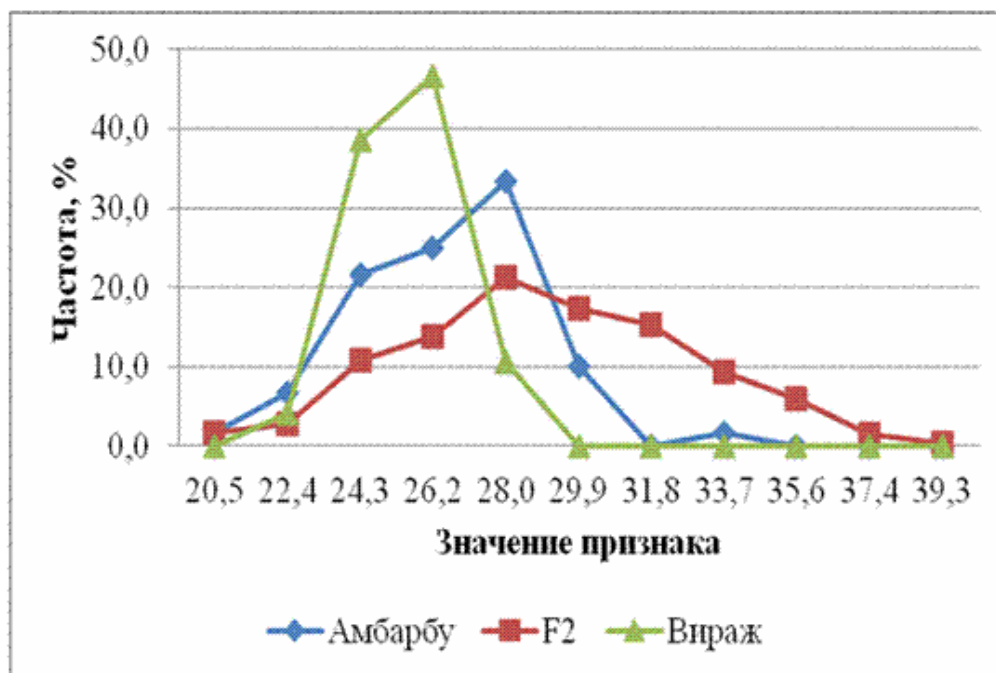


Рис. 8 Распределение частот признака «масса 1000 зерен» (г) в F₂ комбинации Амбарбу x Вираз и их родительских форм

У гибрида она была в среднем 29,1 г, т.е. выше, чем у родителей. Степень доминирования составила 6,56, что свидетельствует о сверхдоминировании, проявлении гетерозиса и о значительной положительной трансгрессии. В данной комбинации выщеплялось большое количество растений с более крупным зерном, масса у которого достигала 39,3 г, они также представляют большой интерес в селекционной работе. Появление правосторонней трансгрессии свидетельствует об аллельных различиях у обоих родителей. У каждого из них были как рецессивные, так и доминантные гены, влияющие на размер зерновки. В частности, у Виража можно предположить наличие одного доминантного гена ААввсс, у Амбарбу – ааВВСС. В результате рекомбинирования появлялись формы с тремя доминантными генами А, В, С, которые увеличивали величину зерновки. Сила гена составила 0,9 г.

В комбинации Вираз x Боярин родительские формы значительно отличались друг от друга по массе 1000 зерен (рис. 9).

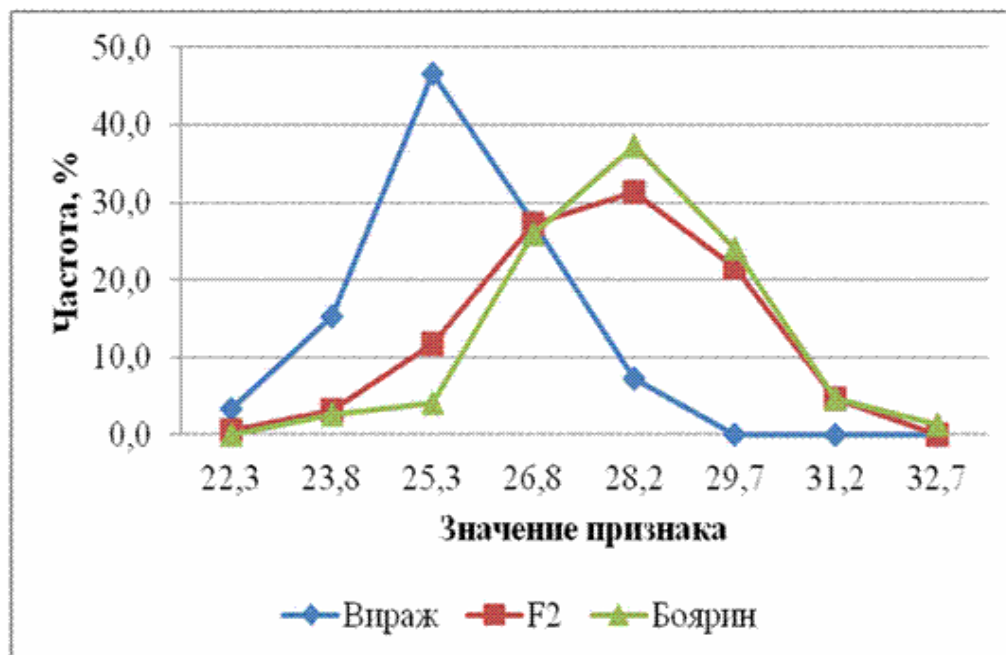


Рис. 9 Распределение частот признака «масса 1000 зерен» (г) в F₂ комбинации Виразж x Боярин и их родительских форм

Если у Виразжа она составляла 25,6 г, то у Боярина – 28,2 г, разница составила – 2,6 г. Наблюдалось неполное положительное доминирование, трансгрессии отсутствовали, кривая распределения признака у гибрида находилась в пределах изменчивости родительских форм.

На долю частот гибрида приходилось примерно 1/16 частот меньшей родительской формы, что свидетельствует о дигибридных различиях. Средняя сила гена составила 1,3 г.

Выводы

1. По длине зерновки родительские формы различались по аллельному состоянию 1-3 пар генов. Сила гена колебалась от 0,56 до 0,9 мм.
2. По ширине зерновки родительские формы различались по одной паре генов. Сила одного гена составила 0,2-0,4 мм.
3. По массе 1000 зерен родительские формы различались: от 25,6 г до 28,6 г. Различия между ними были по 2-м и 3-м парам генов. Сила одного гена варьировала в пределах 0,9-1,3 г.

Список литературы

1. Бриггс Ф.Н. Научные основы селекции растений / Ф.Н. Бриггс, П.Ф. Ноулз - М.: Колос, 1972. – 399 с.
2. ГОСТ 12042-80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян // Методы анализа: Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.
3. Дзюба, В.А. Генетика риса / Дзюба В.А. – Краснодар, 2004. – 284 с.
4. Мережко А.Ф. Система генетического изучения исходного материала для селекции растений / А.Ф. Мережко. – Л.: ВИР, 1984. - 70 с.
5. Takeda K. 5. Gene symbols for grain size and shape / C. Report of the Committee on Gene Symbolization, Nomenclature and Linkage Groups // Rice Genetics Newsletter, 1986. – V.3. – P.14.
6. Takeda K. Inheritance of grain size and its implications for rice breeding / Rice Genetics II: Proceedings of the Second International Rice Genetics, 1991. – P.181.
7. Xing Y., Zhang Q. Genetic and molecular bases of rice yield / Annu. Rev. Plant Biol., 2010. – 61:11. – P. 1–22.

References

1. Briggs F.N. Nauchnye osnovy selekcii rastenij / F.N. Briggs, P.F. Noulz - M.: Kolos, 1972. – 399 s.
2. GOST 12042-80. Semena sel'skohozjajstvennyh kul'tur. Metody opredelenija massy 1000 semjan // Metody analiza: Sb. GOSTov. – M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2004.
3. Dzubba, V.A. Genetika risa / Dzubba V.A. – Krasnodar, 2004. – 284 s.
4. Merezko A.F. Sistema geneticheskogo izuchenija ishodno-go materiala dlja selekcii rastenij / A.F. Merezko. – L.: VIR, 1984. - 70 s.
5. Takeda K. 5. Gene symbols for grain size and shape / C. Report of the Committee on Gene Symbolization, Nomenclature and Linkage Groups // Rice Genetics Newsletter, 1986. – V.3. – P.14.
6. Takeda K. Inheritance of grain size and its implications for rice breeding / Rice Genetics II: Proceedings of the Second International Rice Genetics, 1991. – P.181.
7. Xing Y., Zhang Q. Genetic and molecular bases of rice yield / Annu. Rev. Plant Biol., 2010. – 61:11. – P. 1–22.