

## АНАЛИЗ РАСЩЕПЛЕНИЯ ГИБРИДА РИСА ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ БАХУС X КОНТАКТ

**П. И. Костылев**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;  
**Е. В. Краснова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье представлены результаты изучения гибридной популяции второго поколения комбинации Бахус x Контакт. Сорт Бахус крупнозерный, энергично растущий, высокорослый, неустойчивый к полеганию, Контакт – низкорослый, устойчивый к полеганию, зерновки средние. Цель исследований – анализ наследования ряда количественных признаков у гибрида риса  $F_2$  Бахус x Контакт и отбор лучших растений для дальнейшего селекционного процесса. В процессе гибридологического анализа установлены закономерности наследования основных количественных признаков, влияющих на продуктивность, выделены лучшие низкорослые формы, у которых сформировались компактные прямостоячие метелки и крупные зерновки, отобран исходный материал для селекционной работы. Исследования проводили в 2019–2021 гг. на чеках ОП «Пролетарское» в Ростовской области. В 2019 г. выполнено скрещивание, в 2020 г. репродуцировано  $F_1$ , в 2021 г. выращены растения риса  $F_2$ . Установлено, что по высоте растений выявлено частичное доминирование меньших значений признака и аллельные различия родительских сортов по одной паре генов. По длине метелки доминирование отсутствовало, наблюдали дигенные различия исходных сортов. По признаку «количество колосков в метелке» выявлено доминирование больших величин и положительная трансгрессия. По длине колоска у гибридов  $F_2$  наблюдалась широкая вариация признака в пределах изменчивости родительских сортов от 6,8 до 11,0 мм. Доминирование отсутствовало. Наблюдалось дигенное расщепление в соотношении 1: 4: 6: 4: 1. По массе 1000 зерен установлено моногибридное расщепление 3:1. Отобраны лучшие по морфотипу формы  $F_2$ , которые отличались оптимальной высотой растений, длинными метелками, повышенной их озерненностью и массой 1000 семян.

**Ключевые слова:** рис, наследование, гены, количественные признаки, расщепление.

**Для цитирования:** Костылев П. И., Краснова Е. В. Анализ расщепления гибрида риса второго поколения Бахус x Контакт // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 6. С. 47–53. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-47-53.



## SPLITTING ANALYSIS OF THE SECOND-GENERATION RICE HYBRID 'BAKHUS X KONTAKT'

**P. I. Kostylev**, Doctor of Agricultural Sciences, professor, main researcher of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;  
**E. V. Krasnova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774  
FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy",  
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the study results of the second-generation hybrid population of 'Bakhus x Kontakt' combination. The variety 'Bakhus' is large-kernelled, vigorously growing, tall, unresistant to lodging, the variety 'Kontakt' is short, resistant to lodging, medium-kernelled. The purpose of the study was to analyze the inheritance of a number of quantitative traits in the  $F_2$  rice hybrid 'Bakhus x Kontakt' and select the best plants for the further breeding process. In the process of hybridological analysis, there have been established the patterns of inheritance of the main quantitative traits affecting productivity, there have been identified the best undersized forms, in which there were formed compact erect panicles and large kernels, and there has been selected the source material for breeding work. The study was carried out on the plots of OP "Proletarskoe" in the Rostov region in 2019–2021. The crossing was carried out in 2019,  $F_1$  was reproduced in 2020,  $F_2$  rice plants were grown in 2021. There has been found that according to 'plant height' there was a partial dominance of lower trait values and allelic differences in parental varieties for one pair of genes. There was no dominance according to 'panicle length'; there were found digenic differences in the initial varieties. According to the trait 'number of spikelets in a panicle', there was a dominance of large values and positive transgression. According to spikelet length in  $F_2$  hybrids, there was a wide variation of the trait within the variability of parental varieties from 6.8 to 11.0 mm. there was no dominance. There was noted a digenic splitting in a ratio of 1:4:6:4:1. According to 1000-kernel weight, there has been identified a monohybrid splitting of 3:1. There were selected the best morphotype  $F_2$  forms, which differed in optimal plant height, long panicles, their increased kernel percentage and 1000-kernel weight.

**Keywords:** rice, inheritance, genes, quantitative traits, splitting.

**Введение.** В селекционной работе с рисом, как и с другими культурами, при конструировании сорта нужно собрать воедино лучшие аллели

качественных и количественных признаков, а для этого нужно знать, как они наследуются и комбинируются. Урожайность зерна является

ся сложным количественным признаком, на который значительно влияют высота растений, длина метелок и зерновок, масса семян и их количество на метелках. Эти количественные признаки в основном наследуются полигенно.

Для практической селекции большое значение имеет понимание особенностей расщепления гибридов и закономерностей наследования хозяйственно ценных признаков у растений риса. Однако информации по данным вопросам пока еще недостаточно.

Высота растений играет большую роль, потому что связана с распределением листового аппарата и влияет на устойчивость к полеганию и индекс урожая. Этот признак имеет высокую изменчивость среди разнообразных сортов и контролируется несколькими локусами, укорачивающими или удлиняющими стебель. Рядом авторов было выявлено 10 генов высоты растений, расположенных в 1-й, 5-й, 6-й, 7-й и 11-й хромосомах (Lei et al., 2018).

От длины метелки риса существенно зависит количество семян, которые на ней формируются, а это влияет на урожайность зерна. Установлено, что размеры метелки определяются четырьмя локусами, находящимися в 4-й, 6-й и 9-й хромосомах (Liu et al. 2016).

Среди компонентов урожайности увеличение количества колосков и зерен на метелке в наибольшей степени способствовало повышению массы зерна с метелки у гибридов (Костылев и др., 2017).

На урожайность зерна риса также оказывают большое влияние масса 1000 зерен, которую контролируют 11 генов, и количество колосков на метелке, определяемое 6 генами (Yuan et al., 2019).

Создание энергично растущих, неполегающих сортов риса для условий Ростовской области является актуальным, поэтому нужна информация о наследовании признаков у гибридного потомства.

Цель исследований – анализ наследования ряда количественных признаков у гибрида риса  $F_2$  Бахус  $\times$  Контакт и отбор лучших растений для дальнейшего селекционного процесса.

#### **Материалы и методы исследований.**

Материалом для гибридологического анализа послужили 368 растений второго поколения гибрида Бахус  $\times$  Контакт. Сорт Бахус получен методом индивидуального отбора из гибридной популяции Дубовский 129  $\times$  Большевик. Он отличается очень высокой энергией начального роста. Сорт среднеспелый, высокорослый (110–120 см), склонен к полеганию. Метелка развесистая, поникающая, длиной 19–23 см, несет в среднем 160–180 колосков. Зерновка крупная, удлиненная (9–10 мм), масса 1000 зерен – 38–40 г. Технологические качества и кулинарные достоинства сорта высокие.

Сорт Контакт раннеспелый (105 дней), низкорослый (80–85 см), метелка прямостоячая (13–14 см), несет 120–130 колосков, зерновка овальная длиной 7–8 мм, масса 1000 зерен –

29–30 г. Средняя урожайность – 6,2 т/га, максимальная – до 8,0 т/га. Сорт отличается от Бахуса более ранним цветением, низкорослостью, короткой прямостоячей компактной метелкой и более мелким зерном.

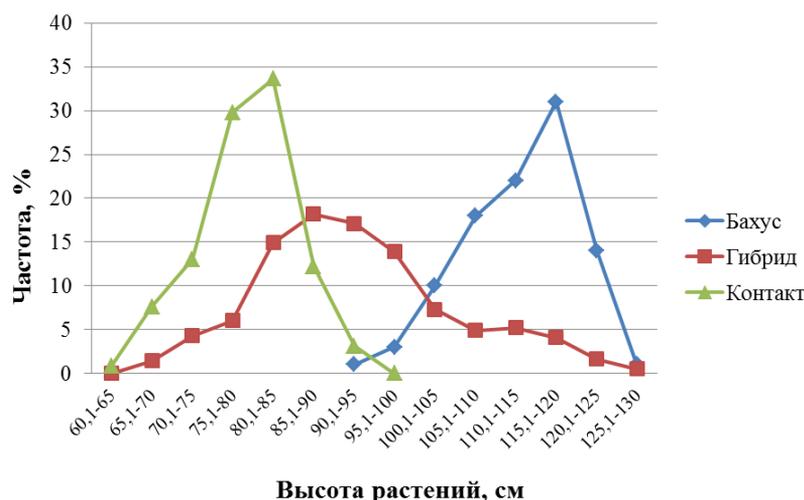
Скращивание выполнено в 2019 г., во второй год (2020) репродуцировано  $F_1$ . Растения риса  $F_2$  выращивали в 2021 г. на чеках ОП «Пролетарское» АНЦ «Донской» (Ростовская область). Почва темно-каштановая, малогумусная, тяжелосуглинистая. Количество гумуса не превышает 3,00 %, азота – 0,21 %, фосфора – 0,15 %, калия – 2,50 %. Родительские сорта и гибрид выращивали на делянках площадью 10 м<sup>2</sup>. Полевые опыты проводили по методике Б.И. Доспехова (2012). Для гибридологического анализа использовали программу Полиген А (Мережко, 2005), для построения графиков – программу Statistica 8 и MS Excel.

Метеорологические условия в ходе онтогенеза растений риса были благоприятными. Погода характеризовалась пониженным количеством осадков – 302 мм (77 % нормы) и большой суммой биологически активных температур – 3121 °С. Среднемесячная температура в мае–августе была значительно выше нормы – на 1,1–4,7 °С, а в сентябре на 0,7 °С ниже. Весна и осень были дождливыми, летом осадков было меньше нормы.

**Результаты и их обсуждение.** У гибридов от скрещивания Бахуса с Контактom во втором поколении произошло расщепление по всем изученным признакам.

Высота растений исходных сортов отличалась на 33,7 см. Высота Kontakта составила в среднем 79,4 см, Бахуса – 113,1 см, гибрида – 92,3 см. При этом высота гибридных растений варьировала в очень широком диапазоне – от 60 до 130 см (рис. 1). Коэффициент вариации (V) составил 13,8 %. Из рисунка видно, что кривая распределения частот (КРЧ) гибридных растений  $F_2$  имела значительную положительную асимметрию ( $As = 0,93$ ). Вершина КРЧ гибрида была смещена влево, ближе к таковой сорта Контакт. Наблюдалось частичное отрицательное доминирование этого признака ( $hp = -0,23$ ) и преобладание растений со средней высотой между родительскими значениями. На долю рецессивного родительского сорта Бахус приходилось примерно 25 % крайних частот гибрида. Наблюдалось моногенное расщепление признака в соотношении 3:1, сила гена составила 33,7 см.

Генотипические факторы влияют на величину эксцесса. Симметричное биномиальное распределение  $(1 + 1)^n$  имеет отрицательный эксцесс, т.е.  $E_x < 0$ , его предельная величина равна  $-2$ . Свойство биномиальных распределений:  $E_x = -2/n$ . При отсутствии эксцесса  $E_x = 0$ . Если эксцесс положительный, то этот показатель приобретает знак  $+$  и может иметь любую величину. В нашем опыте величина эксцесса по высоте растений гибрида составила 2,17.

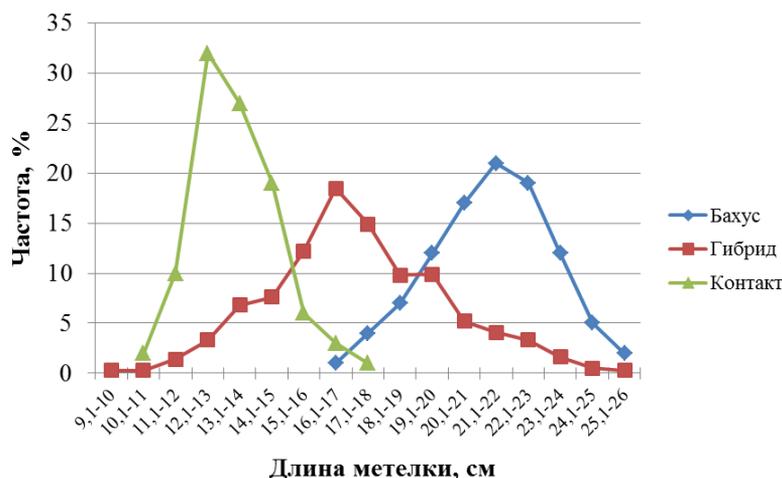


**Рис. 1.** Распределение частот признака «высота растений» у родительских сортов и гибрида риса F<sub>2</sub> Бахус × Контакт (2021 г.)  
**Fig. 1.** Frequency distribution of the trait 'plant height' in the parental varieties and rice hybrid F<sub>2</sub> 'Bakhus × Kontakt' (2021)

Длина метелок у растений сорта Контакт составила в среднем 13,4 см, у Бахуса – 21,3 см, у гибрида – 17,2 см.

Длина метелки у растений F<sub>2</sub> варьировала очень широко, от 9 до 26 см, то есть в пределах изменчивости обоих родительских сортов ( $V = 15,8\%$ ). Наблюдалось отсутствие доминирования этого признака ( $h_p = 0,0$ ). Слева распо-

лагалась кривая распределения сорта Контакт, справа – сорта Бахус, в центре – гибрида F<sub>2</sub>. КРЧ гибридной популяции была симметричной и показала дигенные различия сортов с расщеплением в соотношении 1:4:6:4:1 (рис. 2). Коэффициент эксцесса составил 0,32. Средняя сила каждого гена составила 4 см.



**Рис. 2.** Распределение частот признака «длина метелки» у родительских сортов и гибрида риса F<sub>2</sub> Бахус × Контакт (2021 г.)  
**Fig. 2.** Frequency distribution of the trait 'panicle length' in the parental varieties and rice hybrid F<sub>2</sub> 'Bakhus × Kontakt' (2021)

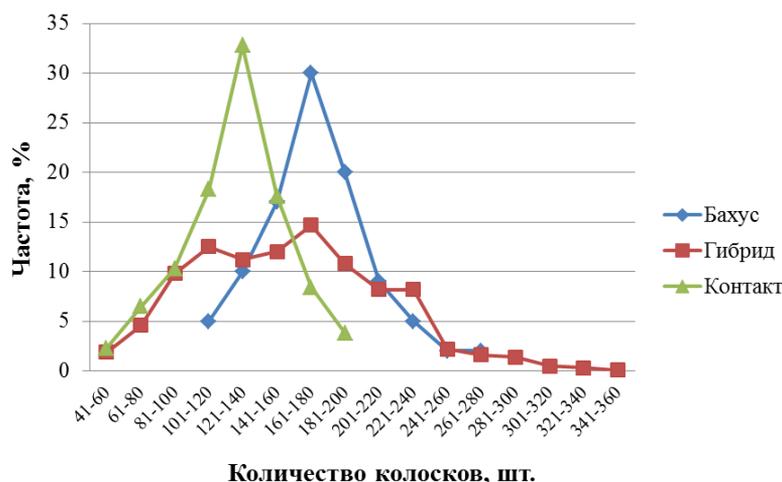
Аналогичная картина расщепления наблюдалась нами ранее у гибрида риса F<sub>2</sub> Мавр × Контакт (Костылев и др., 2021).

Родительские сорта по количеству колосков в метелке различались на 48,2 шт., средняя величина этого признака у Kontakта составила 125,6 шт., у Бахуса – 173,8 шт., а у гибрида – 157,7 шт., варьируя в широких пределах от 40 до 360 шт. ( $V = 35,7\%$ ). КРЧ гибрида показала значительную положительную трансгрессию. Наблюдалось доминирование большего коли-

чества колосков, степень которого составила 0,33, и правосторонняя асимметрия ( $As = 0,51$ ). Коэффициент эксцесса составил 0,25. Кривая была трехвершинной и смещенной вправо относительно распределения сорта Бахус, выщепилось небольшое количество растений с хорошей озерненностью метелок – до 360 колосков (рис. 3). Частота трансгрессивных растений, у которых количество колосков в метелке превышало 280 шт., составила во втором поколении 2,3 %. Это происходило в результате вза-

имодействия рецессивных и доминантных аллелей трех разных пар локусов, приведшего

к появлению новых комбинаций генов, способствующих хорошей озерненности растений.

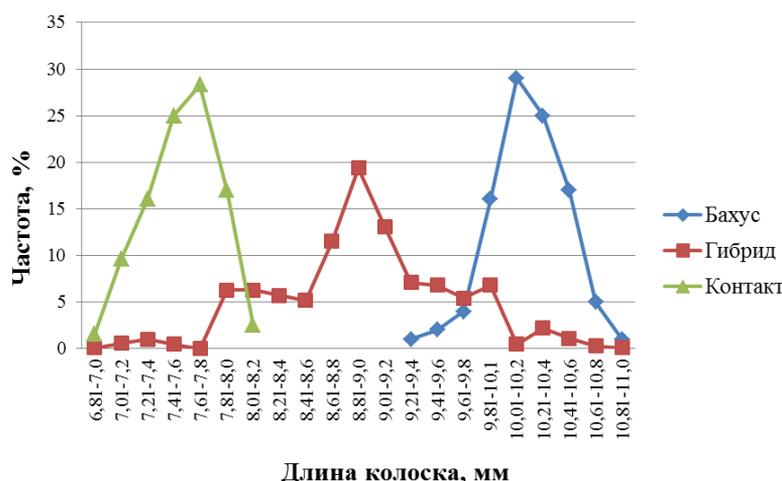


**Рис. 3.** Распределение частот признака «число колосков» у родительских сортов и гибрида риса F<sub>2</sub> Бахус × Контакт (2021 г.)  
**Fig. 3.** Frequency distribution of the trait 'number of spikelets' in the parental varieties and rice hybrid F<sub>2</sub> 'Bakhus × Kontakt' (2021)

Аналогичное расщепление по величине этого признака наблюдалось ранее у гибридов риса F<sub>2</sub> NSIC Rc106 × Новатор (Костылев и др., 2015) и Карлик 1 × LK (Костылев и др., 2018).

По длине колоска между родительскими сортами наблюдались значительные различия – в 2,6 мм, у Бахуса – 10,2 мм, у Контакта – 7,6 мм. У гибридов второго поколения наблюдалась широкая вариация признака

в пределах изменчивости родительских сортов от 6,8 до 11,0 мм ( $V = 7,4\%$ ). Доминирование отсутствовало ( $h_p = 0,05$ ). КРЧ гибрида была симметричной, пятивершинной (рис. 4). Это свидетельствует о дигенном расщеплении в соотношении 1:4:6:4:1. Коэффициент эксцесса составил 0,18. Средняя сила каждого гена составила 1,3 мм.



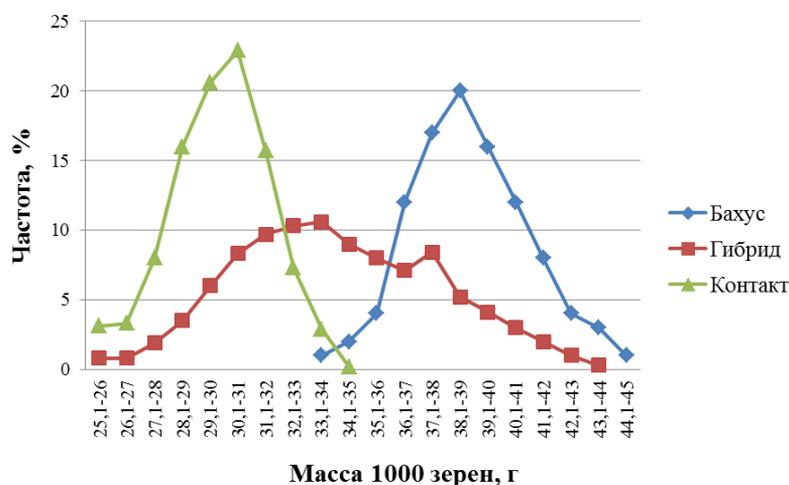
**Рис. 4.** Распределение частот признака «длина зерна» у родительских сортов и гибрида риса F<sub>2</sub> Бахус × Контакт (2021 г.)  
**Fig. 4.** Frequency distribution of the trait 'kernel length' in the parental varieties and rice hybrid F<sub>2</sub> 'Bakhus × Kontakt' (2021)

Масса 1000 зерен у исходных сортов различалась на 9,1 г, у сорта Бахус – 38,9 г, у сорта Контакт – 29,8 г, у гибрида она в среднем была промежуточной – 34,1 г. Масса 1000 зерен в F<sub>2</sub> колебалась в рамках полиморфизма родительских форм: от 30 до 45 г ( $V = 10,7\%$ ). Установлено частичное отрицательное до-

минирование ( $h_p = -0,06$ ) и правосторонняя асимметрия ( $A_s = 0,33$ ). Коэффициент эксцесса составил  $-0,38$ . КРЧ потомков F<sub>2</sub> имела 2 вершины, из которых большая располагалась слева, ближе к Контакт, а меньшая – справа, рядом с вершиной Бахуса (рис. 5). Наблюдалось моногенное расщепление в соотношении 3:1. Сила

действия гена составила 9,1 г. Аналогичные результаты были получены ранее при генетическом анализе комбинаций  $F_2$  Lampro × Вираз

и Lampro × Командор (Костылев и Редькин, 2010).



**Рис. 5.** Распределение частот признака «масса 1000 зерен» у родительских сортов и гибрида риса  $F_2$  Бахус × Контакт (2021 г.)  
**Fig. 5.** Frequency distribution of the trait '1000-kernel weight' in the parental varieties and rice hybrid  $F_2$  'Bakhus × Kontakt' (2021)

В результате анализа были выделены линии второго поколения. Их характеристика представлена в таблице. Они отличались оптимальной высотой растений (81–100 см), длинными

метелками (18,1–21,5 см), их высокой озерненностью (200–349 шт.), удлиненной зерновкой (7,4–9,6 мм) и повышенной массой 1000 семян (31,0–38,4 г).

**Характеристика исходных сортов и выделившихся линий  $F_2$  из гибридной популяции Бахус × Контакт (2021 г.)**  
**Characteristics of the initial varieties and identified lines  $F_2$  from the hybrid population 'Bakhus × Kontakt' (2021 г.)**

Сорт и № растений $F_2$	Высота растений, см	Длина метелок, см	Количество колосков, шт.	Длина зерновки, мм	Масса 1000 семян, г
Контакт	79,4	13,4	125,6	7,6	29,8
Бахус	113,1	21,3	173,8	10,2	38,9
10	81,0	18,5	204	8,9	35,5
28	84,3	19,4	224	8,6	32,6
29	100,0	19,1	223	9,3	36,2
41	94,0	18,5	276	9,1	33,2
49	96,0	21,5	291	9,0	31,7
57	84,0	18,4	251	8,9	33,3
61	97,0	18,1	204	7,4	31,6
63	87,1	19,8	349	8,1	31,0
69	95,0	18,1	211	9,0	31,3
71	90,6	19,5	258	8,5	32,4
87	93,7	21,5	283	7,5	31,8
91	96,0	20,5	273	9,0	31,1
104	97,0	18,1	225	9,4	31,7
108	90,0	20,1	328	9,4	31,4
146	97,0	18,1	258	8,6	34,4
151	87,0	18,5	268	9,2	31,4
152	99,0	19,1	200	9,3	36,9
167	100,0	20,1	315	9,2	31,3
170	97,0	19,1	240	9,6	38,4
178	90,4	18,3	300	9,1	33,2
211	94,9	19,3	235	9,0	34,4
260	98,7	20,1	213	9,2	34,8
$\sigma$	12,9	2,7	56,5	1,5	3,6

Линия 63 по морфотипу была похожа на Контакт, но имела более длинную метелку, на которой сформировалось 349 колосков. Линия 170 имела такое же крупное зерно, как у Бахуса (38,4 г), однако была более низкорослой (97 см) и не полежала.

Все линии, представленные в таблице, были высеяны в 2022 г. в гибридном питомнике третьего поколения, из которого отобраны лучшие по морфотипу формы для последующей селекционной работы по созданию скороспелых и среднеспелых продуктивных сортов риса с высокой интенсивностью роста.

#### Выводы

1. У гибрида  $F_2$  частично доминировали меньшие значения высоты растений ( $h_p = -0,23$ ). Наблюдалось моногенное расщепление признака в соотношении 3:1, сила гена составила 33,7 см.

2. По длине метелки доминирование отсутствовало. Кривая распределения частот признака гибридной популяции была трехвершинной. В  $F_2$  установлены дигенные различия родительских сортов и расщепление в число-

вом отношении 1:4:6:4:1. Сила каждого гена составила 4 см.

3. Количество колосков на метелке показало доминирование большей величины признака ( $h_p = 0,33$ ) и небольшую положительную трансгрессию, обусловленную взаимодействием трех генов.

4. По длине колоска у гибридов  $F_2$  наблюдалась широкая вариация признака в пределах изменчивости родительских сортов от 6,8 до 11,0 мм. Доминирование отсутствовало. КРЧ гибрида была симметричной, пятивершинной, что свидетельствует о дигенном расщеплении в соотношении 1:4:6:4:1. Средняя сила гена составила 1,3 мм.

5. Масса 1000 зерен колебалась в рамках полиморфизма родительских форм: от 30 до 45 г. Наблюдалось моногенное расщепление в соотношении 3:1. Сила действия гена составила 9,1 г.

6. Отобраны лучшие по морфотипу формы  $F_2'$ , которые отличались оптимальной высотой растений 80–100 см, длинными метелками, повышенной их озерненностью и массой 1000 семян.

#### Библиографические ссылки

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга, 2012. 352 с.
2. Костылев П. И., Редькин А. А. Наследование массы 1000 зерен риса и их количества на метелке при различных нормах высева // Зерновое хозяйство России. 2010. № 2(8). С. 9–15.
3. Костылев П. И., Редькин А. А., Краснова Е. В., Кудашкина Е. Б., Костылева Л. М. Наследование ряда количественных признаков у гибрида между сортами NSIC Rc 106 и Новатор // Труды КубГАУ. 2015. № 5. С. 106–111.
4. Костылев П. И., Краснова Е. В., Костылева Л. М. Изучение гибридов риса от скрещивания турецких и российских сортов в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2017. № 4(52). С. 35–40.
5. Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В. Наследование ряда количественных признаков у гибрида риса Карлик 1 × LK // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(57). С. 43–47. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-43-47.
6. Костылев П. И., Краснова Е. В., Сирапионов Г. А. Генетический анализ гибридной популяции риса Мавр × Контакт // Зерновое хозяйство России. 2021. № 6 (78). С. 39–44. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-39-44.
7. Мережко, А. Ф. Использование менделеевских принципов в компьютерном анализе наследования варьирующих признаков // Экологическая генетика культурных растений: Материалы школы молодых ученых РАСХН, ВНИИ риса. Краснодар, 2005. С. 107–117.
8. Lei L., Zheng H. L., Wang J. G., Liu H. L., Sun J., Zhao H. W., Yang L. M., Zou D. T. Genetic dissection of rice (*Oryza sativa* L.) tiller, plant height, and grain yield based on QTL mapping and metaanalysis // Euphytica. 2018. Vol. 214, № 109. P. 1–17. DOI: 10.1007/s10681-018-2187-2.
9. Liu E., Liu Y., Wu G., Zeng S., Thu G., Thi T. G. T., Liang L., Liang Y., Dong Z., She D., Wang H., Zaid I. U., Hong D. Identification of a candidate gene for panicle length in rice (*Oryza sativa* L.) via association and linkage analysis // Front Plant Sci. 2016. Vol. 7, № 596. P. 1–13. DOI: 10.3389/fpls.2016.00596.
10. Yuan H., Qin P., Hu L., Zhan S., Wang S., Gao P., Li J., Jin M., Xu Z., Gao Q., Du A., Tu B., Chen W., Ma B., Wang Y., Li S. OsSPL18 controls grain weight and grain number in rice // Journal of Genetics and Genomics. 2019. Vol. 46. P. 41–51. DOI: 10.1016/j.jgg.2019.01.003.

#### References

1. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. M.: Kniga, 2012. 352 s.
2. Kostylev P. I., Red'kin A. A. Nasledovanie massy 1000 zeren risa i ikh kolichestva na metelke pri razlichnykh normakh vyseva [Inheritance of '1000-grain weight' of rice and 'number of grains per panicle' at different seeding rates] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2010. № 2(8). S. 9–15.
3. Kostylev P. I., Red'kin A. A., Krasnova E. V., Kudashkina E. B., Kostyleva L. M. Nasledovanie ryada kolichestvennykh priznakov u gibrida mezhdru sortami NSIC Rc 106 i Novator [Inheritance of several quantitative traits in a hybrid between varieties 'NSIC Rc 106' and 'Novator'] // Trudy KubGAU. 2015. № 5. S. 106–111.
4. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Kostyleva L. M. Izuchenie gibridov risa ot skreshchivaniya turetskikh i rossiiskikh sortov v usloviyakh Rostovskoi oblasti [Study of rice hybrids from crossing Turkish and Russian varieties in the conditions of the Rostov region] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2017. № 4(52). S. 35–40.

5. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Aksenov A. V. Nasledovanie ryada kolichestvennykh priznakov u gibrida risa Karlik 1 × LK [Inheritance of several quantitative traits in rice hybrid 'Dwarf 1 × LK'] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2018. № 3(57). S. 43–47. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-43-47.

6. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Sirapionov G. A. Geneticheskii analiz gibridnoi populyatsii risa Mavr × Kontakt [Genetic analysis of the hybrid rice population 'Maurus × Kontakt'] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2021. № 6 (78). S. 39–44. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-39-44.

7. Merezhko A. F. Ispol'zovanie mendelevskikh printsipov v komp'yuternom analize nasledovaniya var'iruyushchikh priznakov [Use of Mendeleev's principles in the computer analysis of the varying traits' inheritance] // Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rastenii: Materialy shkoly molodykh uchenykh RASKhN, VNII risa. Krasnodar, 2005. S. 107–117.

8. Lei L., Zheng H. L., Wang J. G., Liu H. L., Sun J., Zhao H. W., Yang L. M., Zou D. T. Genetic dissection of rice (*Oryza sativa* L.) tiller, plant height, and grain yield based on QTL mapping and metaanalysis // Euphytica. 2018. Vol. 214, № 109. P. 1–17. DOI: 10.1007/s10681-018-2187-2.

9. Liu E., Liu Y., Wu G., Zeng S., Thu G., Thi T. G. T., Liang L., Liang Y., Dong Z., She D., Wang H., Zaid I. U., Hong D. Identification of a candidate gene for panicle length in rice (*Oryza sativa* L.) via association and linkage analysis // Front Plant Sci. 2016. Vol. 7, № 596. P. 1–13. DOI: 10.3389/fpls.2016.00596.

10. Yuan H., Qin P., Hu L., Zhan S., Wang S., Gao P., Li J., Jin M., Xu Z., Gao Q., Du A., Tu B., Chen W., Ma B., Wang Y., Li S. OsSPL18 controls grain weight and grain number in rice // Journal of Genetics and Genomics. 2019. Vol. 46. P. 41–51. DOI: 10.1016/j.jgg.2019.01.003.

Поступила: 19.10.22; доработана после рецензирования: 31.10.22; принята к публикации: 31.10.22.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Костылев П. И. – общее научное руководство, постановка цели и задач, анализ литературных данных, формирование методологии исследования и концепции статьи, анализ данных, написание текста статьи; Краснова Е. В. – отбор растений для анализа, промеры и подсчеты, структурный анализ, заполнение таблиц.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**