

ГЕНЕТИКА ПРИЗНАКОВ СОЦВЕТИЯ РИСА

В. А. Дзюба, доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела по организационно-техническому и информационному обслуживанию НИР, ORCID 0000-0002-9731-2216;

Л. В. Есаулова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии и молекулярной биологии, ORCID 0000-0002-0907-2524;

И. Н. Чухирь, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник группы исходного материала отдела селекции, ORCID 0000-0001-8657-9399;

Т. Л. Коротенко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Уникальной научной установки «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур», ORCID 0000-0002-3831-4879;

А. Г. Зеленский, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела селекции, ORCID 0000-0001-9597-5481

ФГБНУ «ВНИИ риса»,

350921, г. Краснодар, п. Белозерный, 3; тел.: 8 (861) 229-41-98; e-mail: arri_kub@mail.ru

Из литературных источников известно более 1000 активных генов риса, по которым составлены хромосомные и генетические карты. Некоторые из них имеют конкретную локализацию в группах сцепления генов. Зная конкретную локализацию генов в хромосоме, их взаимодействие, взаимосвязи с другими соседними аллелями, можно с высокой достоверностью подбирать родительские пары для гибридизации при моделировании новых генотипов и сортов с нужными признаками. Ботаническое понятие соцветия растения риса включает все количественные и качественные признаки метелки. В научной литературе описано более 20 признаков, характеризующих метелку. При этом признаки метелки разделены на соцветие и факторы колоска (зерновки). В статье приведены характеристики родительских особей и гибридов F_1 и F_3 растений риса, результаты гибридологического анализа, описаны гены и их проявление в гибридных комбинациях. Ценные генотипы рекомендуем использовать при подборе родительских пар для гибридизации в процессе создания новых сортов. В генетических формулах сортов и гибридов каждый признак представлен одним символом, памятуя, что он находится в диплоидном состоянии. Доминантные гены обозначены прописными символами, рецессивные – строчными. Определены значения коэффициентов доминантности, которые указывают на наследование признаков в F_1 . Большинство признаков проявляет эффект доминирования и сверхдоминирования, что указывает на возможность их использования в селекционном процессе при создании исходного материала и новых сортов риса. Проведен гибридологический анализ, который показал дигенный тип наследования.

Ключевые слова: рис, родительская особь, гибрид, ген, генотип, признак, метелка, сорт.



GENETICS OF THE SIGNS OF RICE CLUSTERS

V. A. Dzyuba, Doctor of Biological Sciences, main researcher of the department for organizational, technical and information services RW, ORCID 0000-0002-9731-2216;

L. V. Esaulova, Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory of biotechnology and molecular biology, ORCID 0000-0002-0907-2524;

I. N. Chukhir, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of initial material of the breeding department, ORCID 0000-0001-8657-9399;

T. L. Korotenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the Unique Collection of genetic resources of rice, vegetables and melon crops, ORCID 0000-0002-3831-4879;

A. G. Zelensky, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the breeding department, ORCID 0000-0001-9597-5481

FSBSI "ARRI of rice",

350921, Krasnodar, v. of Belozerny, 3; tel.: 8 (861) 229-41-98; e-mail: arri_kub@mail.ru

From the literature, more than 1000 active rice genes are known, from which chromosomal and genetic maps are drawn. Some of them have specific localization in the gene linkage groups. Knowing the specific gene localization in the chromosome, their interaction, interrelations with other neighboring alleles, it is possible to select the parental pairs to hybridize the models of new genotypes and varieties with the necessary traits. The botanical concept of a rice cluster includes all the quantitative and qualitative characteristics of the panicle. The scientific literature describes more than 20 signs that characterize a panicle. At the same time, panicle signs are divided into cluster and spikelet factors (grains). The article presents the characteristics of the parental individuals and the F_1 and F_3 hybrids of rice, the results of the hybridological analysis, the description of the genes and their manifestation in the hybrid combinations. We recommend using valuable genotypes in the selection of parental pairs for hybridization in the process of developing new varieties. In the genetic formulas of varieties and hybrids, each trait is represented by one symbol, as it is in the diploid state. The dominant genes are designated by uppercase (capital) symbols, the recessive one are written by lowercase letters. There have been determined the values of the dominance coefficients, which indicate the trait inheritance in F_1 . The most traits show the effect of dominance and overdominance, which indicates the possibility of their use in the breeding process when developing the source material and new rice varieties. There was carried out a hybridological analysis, which showed the digenic type of inheritance.

Keywords: rice, parental species, hybrid, gene, genotype, trait, panicle, variety.

Введение. В настоящее время описано более 1000 активных генов риса, составлены хромосомные и генетические карты (Nagai, 1951; Kurata and Omuza, 1997). Некоторые из них имеют конкретную локализацию в группах сцепления генов. Зная конкретную локализацию генов в хромосоме, их взаимодействие, взаимосвязи с другими соседними аллелями, можно

с высокой достоверностью подбирать родительские пары для гибридизации при моделировании новых генотипов и сортов с нужными признаками.

В эпоху синтетической, клеточной, генной и молекулярной селекции селекционер вводит нужные гены в родительский генотип растения для создания нового исходного материала.

Начиная с гибридов F_2 , по моногенным факторам мы рекомендуем проводить индивидуальный отбор гомозиготных растений для селекции.

Ботаническое понятие соцветия растения риса включает все количественные и качественные признаки метелки. В научной литературе описано более 20 признаков, характеризующих метелку (Chang, 1964; Dzuba, 1973). При этом мы разделяем признаки метелки, как такового соцветия и факторы колоска (зерновки). Все они характеризуют признаки метелки, которой принадлежит существенная роль в продуктивности растения риса (Griffing, 1950; Haur, 1945; Ishikawa, 1927; Дзюба, 2004).

Мы постараемся описать генетику главных признаков, имеющих селекционное значение, прежде всего отдавая предпочтение признакам, контролирующим линейные размеры и структурные элементы метелки (Дзюба, 2004). Они включают длинные, средние и короткие метелки (Lp-long panicle; mp-medium panicle; sp-short panicle) (Chang, 1964; Khush and Gofman, 1977; Kinoshita, 1997; Parnell, 1917; Ramiah, 1930, 1953).

Cl – Clustered spikelets – гроздевидное (мутовчатое) расположение колосков (Chang, 1964).

Ген *dn-dense* – контролирует плотность метелки риса. По линейным размерам она короткая (12–13 см) и имеет более 100 колосков.

Ген *Ex-Exerted panicle* детерминирует компактную метелку. Фенотипическое его проявление показывает прямостоячую, короткую метелку. Он проявляется в короткой ножке последнего, предметелочного междоузлия (Дзюба, 2004).

Длинную метелку, более 15 см, контролирует доминантный ген *Lp-Long panicle*. J. W. Jones (1928) установил, что длинная метелка доминирует над короткой.

Lk-Long (short) grain – короткое зерно. По ботанической классификации Г. Г. Гущина (1938) все короткозерные образцы риса относятся к подвиду *Oryza sativa japonica*.

lk-long grain – длинное зерно. Все образцы риса с удлинённой зерновкой относятся к подвиду *Oryza sativa indica* (Гушин, 1938).

P-Colored apiculus – окрашен апикулус. Он взаимодействует с геном *Ps*, который детерминирует окраску рыльца и колоска.

Ген *bf-brown furrows of hull* – коричневая окраска бороздки цветковой чешуи. Этот ген контролирует образцы ботанической разновидности *zeravschanica* Brs. и *cinnamomea* Bat. (Дзюба, 2004).

Wh-White hull – белая (соломенно-желтая) окраска цветковой чешуи. Все сорта и образцы риса с геном *Wh (Bf)* относятся к ботанической разновидности *italica* Alef.

Gf-gold furrows of hull – золотистая окраска цветковой чешуи.

Ген *An-Awn* – остистость, который проявляет доминантный эффект.

Цель исследований – изучить наследование признаков, определяющих структуру и качество метелки. Провести гибридологический анализ признаков гибридов F_2 риса и показать их использование в селекции.

Материалы и методы исследований. В полевом опыте в течение трех лет проводили изучение отобранных коллекционных образцов риса с контрастными признаками размеров и структуры метелки. Для гибридизации были отобраны четыре образца с конкретными признаками: № 0750 (Мутант 2682-74); № 01151 (без названия); № 04197 (сорт Атлант) и 04-76 (Филиппины-033). Гибридологический анализ проводили на основе общепринятых методик (Орлова, 1991; Мережко, 1994; Дзюба, 2004, 2007, 2010, 2012).

По каждому отобранному образцу были составлены примерные генотипы символами названия генов. Например, Мутант 2682-74 характеризовался следующими признаками: безостый, короткая метелка, удлиненные колоски, окрашенные в соломенно-желтый цвет. Примерный генотип образца имел следующую формулу: $anlplkbf$. В примерный генотип мы включали по одному аллелю, помня, что диплоидное растение несет два гена (табл. 1, 2). Генетические формулы примерных генотипов сортов и гибридов составлены с учетом символов генов, контролирующих признаки соцветия (метелки) риса (Kinoshita, 1997; Chang, 1964; Ramiah, 1953; Jodon, 1948; Kadam, 1943; Dzuba, 1973).

Результаты и их обсуждение. В таблицах 1 и 2 представлены характеристики родительских образцов риса и генотипические формулы модели гибридов риса.

1. Характеристика родительских образцов риса по фенотипическим признакам метелок

1. Characteristics of parental rice samples according to phenotypic traits of panicles

№ п/п	Номер каталога и название образца	Генотипическая формула образца	Фенотипическое проявление признаков соцветия образцов
1	0750 Мутант 2682-74	$anlplkBf$	Безостый, метелка короткая, колоски удлиненные, цветковые чешуи окрашены в соломенно-желтый цвет
2	01151 (без названия)	$AnLpLkBf$	Остистый, метелка длинная, колоски округлые, цветковые чешуи и ости окрашены в соломенно-белый цвет
3	04197 Атлант	$anlplkbf$	Безостый, метелка короткая, колоски округлые, цветковые чешуи окрашены в коричневый цвет
4	04-76 Филиппины 033	$anLplkBf$	Безостый, метелка длинная, колоски удлиненные, цветковые чешуи окрашены в соломенно-желтый цвет

2. Модели гибридов риса и их характеристики по проявлению признаков метелки

2. Models of rice hybrids and their characteristics according to the panicle signs

№ п/п	Модель гибрида	Фенотипическое проявление признаков соцветия гибридов F_1
1	$anlplkBf \times anlplkbf$ $ananlplpLklkBfbf$	Безостые, метелки короткие, колоски округлые, цветковые чешуи соломенно-желтого цвета
2	$anlplkbf \times anLplkBf$ $ananlplpLklkBfbf$	Безостые, метелки длинные, колоски округлые, цветковые чешуи соломенно-желтого цвета
3	$AnLpLkBf \times anlplkBf$ $AnanlplpLklkBfbf$	Остистые, метелки длинные, колоски округлые, цветковые чешуи и ости соломенно-желтого цвета
4	$AnLpLkBf \times anlplkbf$ $AnanlplpLklkBfbf$	Остистые, метелки длинные, колоски округлые, цветковые чешуи и ости соломенно-желтого цвета

В таблице 1 представлены генетические формулы образцов риса с расшифровкой фенотипического проявления признаков соцветия. Символы генов приведены в гаплоидном виде, хотя мы указывали на их диплоидное состояние.

В генетических формулах гибридов (табл. 2) каждый ген, контролирующий количественный или качественный признак, представлен в диплоидном состоянии, семена которых используются для дальнейшей работы.

В 2016 г. подобрали родительские пары и провели гибридизацию в камере искусственного климата. Завязываемость гибридных зерновок на материнских растениях варьировала от 43 до 85 шт., что составляло 71–93% от опыленных колосков. Гибридные зерновки были посеяны в вегетационные сосуды для выращивания растений F_1 . После созревания зерновок все растения гибридных комбинаций родительских особей были убраны с корнями для биометрического анализа, результаты которого показаны в таблицах 3 и 4.

3. Характеристика гибридов F_1 и родительских форм по количественным признакам 3. Characteristics of F_1 hybrids and parental forms according to the quantitative characteristics

№ п/п	Родительские формы и гибриды	Символы родословности	Признаки и их значения				
			длина метелки, см	кол-во колосков в метелке, шт.	число зерен с метелки, шт.	масса зерна с метелки, г	масса 1000 зерен, г
1	anlplkBf	♀	12	95	84	2,8	34,0
	ananlplpLklkBfbf	F_1	14	107	96	2,9	30,3
	anlplKbf	♂	13	101	89	2,3	26,1
2	anlplKbf	♀	14	103	90	2,3	26,1
	ananLplpLklkBfbf	F_1	26	137	121	4,0	33,1
	anlplkBf	♂	28	136	119	3,7	31,2
3	AnLpLkbf	♀	17	93	81	2,2	26,7
	AnanLplpLklkBfbf	F_1	18	96	84	2,8	33,5
	anlplkBf	♂	12	95	84	2,8	34,1
4	AnLpLkbf	♀	17	93	81	2,2	26,7
	AnanLplpLklkBfbf	F_1	18	104	92	2,5	27,1
	anlplKbf	♂	14	103	90	2,3	26,1
	HCP ₀₅		1,7	3,6	3,2	0,6	2,4

Анализ данных таблиц 3 и 4 показывает на наследование признаков, контролирующих размеры, структуры и продуктивность растений F_1 . По значениям коэффициентов доминантности (Мазер и Джинкс, 1985) установлено, что длина метелки только в гибриде ananlplpLklkBfbf проявляет неполное доминирование ($h_r = 0,7$). Остальные гибриды обладают эффектами сверхдоминирования ($h_r = 1,4-3,0$). По числу колосков и зерен с метелки все гибриды обладают доминированием и сверхдоминированием. Масса 1000 зерен только в гибриде AnanLplpLklkBfbf проявила сверхдоминирование ($h_r = 2,0$). Остальные гибриды F_1 проявили эффект неполного доминирования.

После проведения биометрического анализа растений гибридов F_1 их семена были посеяны в поле на делянках площадью 8–10 м² в зависимости от их количества. Выращивание растений гибридов F_2 проводили по технологии, принятой для селекционных питомников.

Все растения F_1 проявляли те признаки, которые были у родительских особей. Остистость проявила

доминантный эффект, безостость – рецессивный. Длина метелки соответствовала фенотипу признака родительской особи (табл. 3). Размер зерновки (колоска) соответствовал фенотипу родителя: короткий колосок – доминантный, удлиненный – рецессивный.

В большинстве гибридных комбинаций количественные признаки проявляли гетерозис. Более достоверные значения проявления количественных признаков в F_1 показывают величины коэффициентов доминантности (табл. 4).

На растениях F_2 провели гибридологический анализ по изучаемым признакам (табл. 5). Гибриды F_2 мы проанализировали по двухфакторной модели по размерам метелок и колосков по четырем классам. В анализ включили 2336 растений. По фенотипу растения F_2 ananlplpLklkBfbf были четко разделены на четыре класса, что в количественном отношении соответствовало модели 9 : 3 : 3 : 1. Вероятность расщепления гибрида соответствовала 0,25 > P > 0,10. Это значит, что признаки «длина метелки» и «длина колосков» с высокой достоверностью соответствуют моногенной модели.

4. Характеристика признаков гибридов F_1 по коэффициентам доминантности 4. Characteristics of the traits of F_1 hybrids according to the dominance coefficients

№ п/п	Формула гибрида	Длина метелки, см	Кол-во колосков в метелке, шт.	Число зерен в метелке, шт.	Масса зерна с метелки, г	Масса 1000 зерен, г
1	ananlplpLklkBfbf	3,0	3,0	3,8	0,3	0,07
2	ananLplpLklkBfbf	0,7	1,1	1,1	1,4	0,9
3	AnanLplpLklkBfbf	1,4	2,0	1,0	1,0	0,8
4	AnanLplpLklkBfbf	1,7	1,2	1,4	5,0	2,0

5. Результаты гибридологического анализа гибрида F₂ ananLpLpLkLkBfbf по размеру метелок и колосков (все растения безостые)

5. The results of the hybridological analysis of the F₂ AnanLpLpLkLkBfbf hybrid according to the size of panicles and spikelets (all plants are beardless)

Класс растений по фенотипу	Частота встречаемости классов	Количество растений, шт.		X ²	Вероятность
		фактическое	теоретическое		
Безостые, метелки длинные, колоски округлые, соломенно-желтого цвета ananLpLpLkLkBfbf	9	1321	1314	0,04	0,99 > P > 0,95
Безостые, метелки длинные, колоски удлинённые, соломенно-желтого цвета ananLpLpLkLkBfbf	3	431	438	0,11	0,99 > P > 0,95
Безостые, метелки короткие, колоски округлые, соломенно-желтого цвета ananLpLpLkLkBfbf	3	424	438	0,45	0,95 > P > 0,75
Безостые, метелки короткие, колоски удлинённые, коричневого цвета ananLpLpLkLkBfbf	1	160	146	1,34	0,75 > P > 0,50
Всего	16	2336	2336	1,94	0,25 > P > 0,10

6. Результаты гибридологического анализа гибрида F₂ AnanLpLpLkLkBfbf по остистости и размеру метелки

6. The results of the hybridological analysis of the F₂ AnanLpLpLkLkBfbf hybrid according to beard and panicle size

Класс растений по фенотипу	Частота встречаемости классов	Количество растений, шт.		X ²	Вероятность
		фактическое	теоретическое		
Колоски округлые, несут ости соломенно-желтого цвета, метелки длинные AnAnLpLpLkLkBfbf; AnAnLpLpLkLkBfbf; AnanLpLpLkLkBfbf и др.	Используется модель расщепления 15 : 1				
	15	1843	1815	0,043	0,95 > P > 0,75
Колоски удлинённые, безостые, метелки короткие, зерно окрашено в коричневый цвет ananLpLpLkLkBfbf	1	93	121	6,48	0,05 > P > 0,01
Всего	16	1936	1936	6,91	P > 0,01
Колоски округлые, несут ости соломенно-желтого цвета, метелки длинные AnAnLpLpLkLkBfbf	Используется модель расщепления 9 : 7				
	9	913	1089	28,4	Недостаточно
Колоски удлинённые, безостые, метелки короткие, зерно окрашено в коричневый цвет ananLpLpLkLkBfbf	7	1023	847	36,5	Недостаточно
Всего	16	1936	1936	2,72	>0,01

Из общей выборки 2336 растений гомозиготных с доминантными по обоим признакам была 1321 особь. Гомозиготных с рецессивными факторами выявлено 160 растений. Все растения этого класса были проанализированы по хозяйственно ценным признакам. Лучшие растения рекомендовано включать в селекционный питомник для пополнения исходного материала для создания новых сортов. Из класса 160 гомозиготных растений по обоим признакам как лучшие отобраны 9 особей, что составляет 5,6% селекционного эффекта.

Гибрид F₂ AnanLpLpLkLkBfbf был проанализирован по двухфакторной модели по остистости и размеру метелок. Для гибридологического анализа использовали две модели при расщеплении 15 : 1 и 9 : 7. Ги-

бридологический анализ показал, что гибрид F₂ достоверно расщеплялся по соотношению 15 : 1 (табл. 6). В первом классе, где находились остистые растения, из 1936 особей их было 1843. Во втором классе найдены 93 безостых растения с короткими метелками. Среди растений этого класса было отобрано 4 особи безостых с короткими продуктивными метелками. Эффективность отбора составляет 4,3%.

Выводы. На основе логической интерпретации результатов нашего исследования считаем, что с помощью гибридологического анализа гибридов F₂ возможно отобрать небольшое количество рекомбинантных растений с ценными признаками для создания исходного материала при селекции новых сортов риса.

Библиографические ссылки

1. Гуцин Г. Г. Рис. М., 1938. 830 с.
2. Дзюба В. А. Генетика риса. Краснодар: КубГАУ, 2004. 282 с.
3. Дзюба В. А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса: науч.-метод. пособие. Краснодар, 2010. С. 355–393.

4. Дзюба В. А., Есаулова Л. В., Чухирь И. Н., Лапина Е. Н. К методике проведения гибридологического анализа гибридов зерновых культур // Зерновое хозяйство России. 2012. № 3(21). С. 8–13.
5. Мазер К., Джинкс Дж. Биометрическая генетика. М.: Мир, 1985. 463 с.
6. Мережко А. Ф. Проблемы доноров в селекции растений. СПб.: ВИР, 1994. 126 с.
7. Орлова И. Н. Генетический анализ. М., 1991. 318 с.
8. Chang T. T. Present knowledge of rice genetic and cytogenetics // Technich. Bul., IRRI. 1964. No. 1. Pp. 1–96.
9. Dzuba V. A. Genetic researches and their use in breeding. VIII convegno internazionale sulla risicoltura // Problem altnali in una realta che evolve, otti officialii. 1973. No. 2. Pp. 604–610.
10. Griffing B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and regated techniques // Genetics. 1950. Vol. 35, no. 3. Pp. 303–321.
11. Griffing B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance // Hereditc. 1956. No. 10. Pp. 31–50.
12. Hauk K. On the sterility resulting from crossing different types of rice // Indian J. Genet. And Plant Breed. 1945. № 5. Pp. 51–57.
13. Ishikawa J. Studies on the inheritance of sterility in rice // Jour. Col. Agric. Hok. Imp. Univer. 1927. No. 20. Pp. 79–201.
14. Jodon N. E. Summary of rice linkage catd // Plant. Ind. Stn. U. S. Dept. Agr. 1948. No. 112. Pp. 1–34.
15. Jones J. W. Interitance of earliness and other agronomic characters in rice // Jour. Agric. Res. 1928. No. 36. Pp. 581–601.
16. Kadam B. S., Ramiah K. Simbolization of genes in rice // Ind. Jour. Genet. Plant Breeding. 1943. No. 3. Pp. 7–27.
17. Khush G. S. Genetic evaluation and utilization (G.E.U) programe // Theor. and Appl. Genet. 1977. Vol. 51, no. 3. Pp. 97–110.
18. Kinoshita T. Gene analyses // Genet. Tokyo 1997. Vol. 3. Pp. 197–251.
19. Kurata N., Omuza T. Chromosome analysis and chromosome map // Genet. Tokyo. 1997. Vol. 3. Pp. 163–185.
20. Nagai I. Genetic analysis and linkage relationship of characters in rice // Advances and Genetics. 1951. No. 4. Pp. 181–212.
21. Parnell F. R., Rangaswami A. G. The inheritance of characters in rice // Ind. Bet. Series. 1917. No. 9. Pp. 75–105.
22. Ramiah K. Inheritance of characters in rice // Dept. Agric. Indian Bot. Series. 1930. No. 18. Pp. 211–227.
23. Ramiah K. Rice breeding and genetics // Ind. Council of Agric. Res. 1953. No. 19. Pp. 1–360.

References

1. Gushchin G. G. Ris [Rice]. M., 1938. 830 s.
2. Dzyuba V. A. Genetika risa [Rice genetics]. Krasnodar: KubGAU, 2004. 282 s.
3. Dzyuba V. A. Teoreticheskoe i prikladnoe rastenievodstvo: na primere pshenicy, yachmenya i risa [Theoretical and applied plant-breeding: on the example of wheat, barley and rice]: nauch.-metod. posobie. Krasnodar, 2010. S. 355–393.
4. Dzyuba V. A., Esaulova L. V., CHuhir' I. N., Lapina E. N. K metodike provedeniya gibridologicheskogo analiza gibridov zernovyh kul'tur [To the method of conducting hybridological analysis of cereal hybrids] // Zernovoe hozyajstvo Rossii, 2012. № 3(21). S. 8–13.
5. Mazer K., Dzhinks Dzh. Biometricheskaya genetika [Biometric genetics]. M.: Mir, 1985. 463 s.
6. Merezhko A. F. Problemy donorov v selekcii rastenij [Donor problems in plant breeding]. SPb.: VIR, 1994. 126 s.
7. Orlova I. N. Geneticheskij analiz [Genetic analysis]. M., 1991. 318 s.
8. Chang T. T. Present knowledge of rice genetic and cytogenetics // Technich. Bul., IRRI. 1964. No. 1. Pp. 1–96.
9. Dzuba V. A. Genetic researches and their use in breeding. VIII convegno internazionale sulla risicoltura // Problem altnali in una realta che evolve, otti officialii. 1973. No. 2. Pp. 604–610.
10. Griffing B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and regated techniques // Genetics. 1950. Vol. 35, no. 3. Pp. 303–321.
11. Griffing B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance // Hereditc. 1956. No. 10. Pp. 31–50.
12. Hauk K. On the sterility resulting from crossing different types of rice // Indian J. Genet. And Plant Breed. 1945. № 5. Pp. 51–57.
13. Ishikawa J. Studies on the inheritance of sterility in rice // Jour. Col. Agric. Hok. Imp. Univer. 1927. No. 20. Pp. 79–201.
14. Jodon N. E. Summary of rice linkage catd // Plant. Ind. Stn. U. S. Dept. Agr. 1948. No. 112. Pp. 1–34.
15. Jones J. W. Interitance of earliness and other agronomic characters in rice // Jour. Agric. Res. 1928. No. 36. Pp. 581–601.
16. Kadam B. S., Ramiah K. Simbolization of genes in rice // Ind. Jour. Genet. Plant Breeding. 1943. No. 3. Pp. 7–27.
17. Khush G. S. Genetic evaluation and utilization (G.E.U) programe // Theor. and Appl. Genet. 1977. Vol. 51, no. 3. Pp. 97–110.
18. Kinoshita T. Gene analyses // Genet. Tokyo 1997. Vol. 3. Pp. 197–251.
19. Kurata N., Omuza T. Chromosome analysis and chromosome map // Genet. Tokyo. 1997. Vol. 3. Pp. 163–185.
20. Nagai I. Genetic analysis and linkage relationship of characters in rice // Advances and Genetics. 1951. No. 4. Pp. 181–212.
21. Parnell F. R., Rangaswami A. G. The inheritance of characters in rice // Ind. Bet. Series. 1917. No. 9. Pp. 75–105.
22. Ramiah K. Inheritance of characters in rice // Dept. Agric. Indian Bot. Series. 1930. No. 18. Pp. 211–227.
23. Ramiah K. Rice breeding and genetics // Ind. Council of Agric. Res. 1953. No. 19. Pp. 1–360.

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.