

УДК 633.18 : 631.527.4

UDC 633.18 : 631.527.4

06.01.05 Селекция и семеноводство

06.01.05 Breeding and Seed Production

**К ВОПРОСУ О ГИБРИДИЗАЦИИ СОРТОВ
РИСА И СОРНО-ПОЛЕВЫХ КРАСНОЗЕР-
НЫХ ФОРМ****ON THE HYBRIDIZATION OF RICE VARIE-
TIES AND WEED-FIELD RED GRAIN FORMS**

Зеленская Ольга Всеволодовна
кандидат биологических наук, доцент кафедры
ботаники и общей экологии
SPIN-код: 3254-3230
zelenskayaolga-2011@mail.ru

Zelenskaya Olga Vsevolodovna
Candidate of Biological Sciences, associate Professor
of the Department of Botany and General Ecology
RSCI SPIN-code: 3254-3230
zelenskayaolga-2011@mail.ru

Зеленский Григорий Леонидович
доктор сельскохозяйственных наук, профессор ка-
федры генетики, селекции и семеноводства,
SPIN-код: 5195-7441
zelensky08@mail.ru
*Федеральное государственное бюджетное образо-
вательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный универси-
тет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Россия*

Zelensky Grigory Leonidovich
Doctor of Agr.Sciences, Department of Genetics,
Breeding and Seed Production, Professor
RSCI SPIN-code: 5195-7441
zelensky08@mail.ru
*Federal State Budgetary Educational Institution of
Higher Education "Kuban State Agrarian University
named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia*

Производственные посевы риса во многих странах мира, включая Россию, на больших площадях за-сорены сорно-полевыми краснозерными формами. В 90-е гг. XX в. на рисовых полях Краснодарского края в возделываемых сортах появились новые краснозерные формы, растения которых по морфологическим признакам мало отличались от морфотипа сорта. Такие растения было сложно отличить и удалить при сортовой прополке. Повышенное содержание красных зерен риса в семенах элиты приводит к браковке таких посевов, что снижает экономическую эффективность семеноводства культуры. По вопросу появления новых форм краснозерного риса у исследователей нет единого мнения. Высказываются разные предположения: мутации, разблокировка эпигенов окраски перикарпа зерновки для возврата к предковым краснозерным формам и перекрестное опыление между культурным и краснозерным рисом. Для выяснения пути появления новых форм краснозерного риса, в отечественных сортах в 2014-2018 гг. проведен методический опыт по искусственной гибридизации между белозерным сортом и сортами риса с окрашенным перикарпом зерна *Марс* и *Южная ночь*. В статье, в качестве примера, приведен анализ гибридов от прямого и обратного скрещиваний между белозерным сортом *Снежинка*, имеющим амилозное длинное зерно и чернозерным сортом *Южная ночь*, имеющим глютинозное короткое зерно. В результате проведения искусственной гибридизации, был создан новый исходный материал, имеющий разнотипное зерно по форме, окраске и консистенции эндосперма. Этот материал представляет значительный интерес для дальнейших селекционных и генетических исследований. При

Large areas under commercial rice in many countries of the world including Russia are infested with weed-field red grain forms of rice. In the nineties of the XX century new red grain forms of rice appeared in the rice commercial fields of the Krasnodar region; these plants differed little from the morphotype of the variety in morphological characteristics. Such plants were difficult to distinguish and remove during varietal weeding. The increased content of red rice grains among the elite seeds leads to the rejection of such crops, thus reducing the economic efficiency of the seed production. Researchers do not have a single opinion on the origin of the new forms of the red grain rice. Various assumptions are made on mutations, unlocking of epigene of the pericarp coloration of the caryopsis to return to the ancestral red grain forms, and cross-pollination between cultivated and red grain rice. In 2014-2018 a methodological experiment on artificial hybridization between the white grain variety and rice varieties with colored pericarp of the grains (*Mars* and *Yuzhnaya Noch*) was carried out to discover the origin of these new forms of the red grain rice. The article presents an analysis of hybrids of direct and reverse crosses between the white grain variety *Snezinka*, having an amylose long grain, and the black grain variety *Yuzhnaya Noch* with a glutinous short grain. As a result of artificial hybridization, a new initial material was received with a different type of grain in shape, color and consistency of the endosperm. This material is of significant interest for further breeding and genetic research. When evaluating hybrid plants obtained by direct crossing *Snezinka* / *Yuzhnaya Noch* and reverse crossing *Yuzhnaya Noch* / *Snezinka*, a significant influence of the maternal cytoplasm on the formation of quality signs of endo-

оценке гибридных растений, полученных в прямом скрещивании *Снежинка* / *Южная ночь* и обратном *Южная ночь* / *Снежинка*, выявлено значительное влияние цитоплазмы материнской формы на формирование признаков качества эндосперма зерна риса. Это необходимо учитывать при планировании подобных исследований. Анализ созданного гибридного материала по комплексу хозяйственно-ценных признаков позволяет заключить, что новые краснозерные формы в производственных посевах сортов риса могут появляться в результате спонтанной гибридизации между краснозерным и белозерным рисом

Ключевые слова: РИС, СОРТ, ГИБРИДИЗАЦИЯ, ПЕРЕКРЕСТНОЕ ОПЫЛЕНИЕ, ОКРАСКА ПЕРИКАРПА ЗЕРНА, КРАСНОЗЕРНЫЙ РИС

sperm has been revealed. This must be considered when planning such studies. An analysis of the economically valuable traits of the received hybrid material brings a conclusion that the new red grain forms in the commercial rice varieties may appear as a result of spontaneous hybridization between red grain and white grain rice

Keywords: RICE, VARIETY, HYBRIDIZATION, CROSS-POLLINATION, PERICARP COLORING OF GRAIN, RED GRAIN RICE

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-159-009>

Сорный рис с окрашенным перикарпом зерна, распространенный на рисовых полях в зоне умеренного климата, по систематическому положению относится к тому же виду, что и культурный рис – *Oryza sativa* L. Краснозерный рис является серьезным засорителем посевов возделываемых сортов во многих странах мира, в том числе и в России [7, 13, 16, 21]. Его растения конкурируют с культурными сортами за свет и элементы питания. С краснозерным рисом ведется всесторонняя борьба, как традиционными способами, так и с использованием современных биотехнологий путем создания устойчивых к гербицидам сортов риса по системе Clearfield [20].

Наряду с такими серьезными недостатками как осыпаемость колосков, низкая устойчивость к полеганию и пирикуляриозу, традиционные высокорослые краснозерные формы обладают рядом признаков, которые имеют ценность в селекции, прежде всего, неприхотливость к условиям среды, высокая полевая всхожесть, быстрый рост в период получения всходов, устойчивость к слою воды и др. Кроме того, зерно риса с окрашенным перикарпом содержит микроэлементы и пигменты и является диетическим и лечебным продуктом [6]. Поэтому в ряде стран мира ведется

целенаправленная работа по созданию сортов с окрашенным перикарпом зерна [17, 18]. Подобные селекционные исследования проводятся и в России, в результате из подготовленного учеными исходного материала были созданы амилозные и глютинозные сорта риса с зерном красно-коричневого и черного цвета [2, 4, 9].

Однако причины самопроизвольного появления все новых и новых сорно-полевых красnozерных форм риса в посевах сортов до сих пор до конца не выяснены, несмотря на проводимые исследования.

Долгое время рисоводы Краснодарского края выращивали сорта, относящиеся к разновидностям *italica* (Краснодарский 424, Спальчик, Лиман, Рапан и др.) и *zeravshanica* (Кубань 3, Лидер, Курчанка и др.). Посевы этих сортов обычно засоряли различные по морфотипу красnozерные формы. Проведенные ранее исследования показали, что соотношение красnozерных разновидностей на таких посевах было следующим: *sundensis* (безостые) – 40-45 %, *kasakstanica* и *subpyrocarpa* (с зачатками остей) – 15-20 %, *pyrocarpa*, *desvauxii* и *caucasica* (остистые) – до 20 %, реже встречались остистые красnozерные растения с двухцветными цветковыми чешуями *flavoacies* и *bicolorata*. Растения разновидностей, несущих ости, морфологически значительно отличались от возделываемых сортов [21]. Поэтому на семеноводческих участках такие красnozерные формы легко удалялись при прополке, и рисоводы получали достаточно чистые семена. Эти результаты по морфологической разнотипности красnozерных сорно-полевых форм риса коррелируют с данными, полученными S. Fogliatto et al. (2012), описавших популяции сорно-полевых форм риса на полях Италии [14].

В 90-е годы XX в., в период экономического спада в сельскохозяйственном производстве, рисоводческие хозяйства не могли купить элитные семена риса, а пересевали свои до третьей, четвертой и даже пятой репро-

дукции. В результате на производственных посевах засорение краснозерными формами достигало 30, 40, порой свыше 50 % [7]. Этому способствовала и безгербицидная технология, которую хозяйства вынужденно широко использовали. При этом в период получения всходов рост и развитие просовидных сорняков подавляли слоем воды 20-25 см. Такую глубину воды краснозерные формы риса легко преодолевали и хорошо кустились, а сорта не выдерживали конкуренции и изреживались. Особенно хорошо в этих условиях чувствовали себя сорно-полевые растения риса, относящиеся к безостой разновидности *sundesis*. Именно такие растения к началу XXI в. стали основным засорителем белозерных сортов разновидности *italica*.

Специалисты (селекционеры и семеноводы), работающие с сортами риса, отмечали появление в сортовых посевах краснозерных растений, которые по морфологическим признакам были близки к возделываемым сортам. Так, в сорте риса Лиман, даже в посевах элиты, выявлялись растения с красным зерном. По основным морфологическим признакам они практически не отличались от растений сорта и не уничтожались при сортовой прополке. Причем такие растения в сорте Лиман регулярно появлялись, даже в питомниках первичного семеноводства. Ко времени, когда эти семена доходили до элиты, в них уже было 5–7 % краснозерных растений, которые при прополке не удалялись. Производственники называли их «краснозерными фенокопиями сорта». Невозможность производить чистые элитные семена привела к тому, что сорт Лиман сняли с производства и исключили из Госреестра РФ.

Причины появления так называемых «фенокопий» в Лимане до конца не выяснили. А это сделать необходимо, потому что подобное может случиться с любым другим широко возделываемым сортом. Мы считаем, что причина заключается в перекрестном опылении растений Лимана с краснозерными формами.

Среди российских ученых единого мнения по этой проблеме нет. Одни считают, что краснозерные формы в сорте – это продукт спонтанного мутагенеза [11]. Другие объясняют этот феномен разблокированием эпигенов окраски перикарпа зерновки, как возврат к предковым формам [12]. К тому же известно, что предковая форма культурного риса – *Oryza perennis* – имеет зерно с окрашенным перикарпом. Третьи высказывают мнение, что это результат перекрестного опыления между культурным белозерным рисом и краснозерными сорно-полевыми формами [1, 4]. Последнее предположение активно поддерживают многие зарубежные авторы, которые считают, что широко распространенные и наиболее вредоносные формы краснозерного риса вида *O. sativa*, обладающие доминантными признаками сорняков, произошли в результате естественной гибридизации в полевых условиях [3, 15, 19]. Впоследствии эти гибридные краснозерные формы многократно переопылялись с культурным рисом и между собой, что привело к появлению новых биотипов, имеющих фенотипическое сходство не только с дикими предковыми формами, но и с возделываемыми сортами.

О том, что такое скрещивание может происходить, известно давно. Однако был зарегистрирован очень низкий процент такого переопыления – 0,12-0,3 % [1, 20]. Для массового засорения сорта этого очень мало.

Из биологии цветения риса известно, что он самоопылитель. В полевых условиях, особенно в пасмурную, сырую погоду, опыление у риса происходит без открытия цветков. Но если стоит ясная теплая погода, то к моменту опыления цветок открывается [5]. В это время не исключено попадание на рыльце «чужой» пыльцы, которую могут принести насекомые, например, пчелы.

Появление пчел на посевах риса в период цветения отмечалось многократно. Известно, что пчелы, кроме нектара собирают пыльцу для про-

изводства перги. Причем пыльцу для перги они собирают на цветущих злаковых растениях: дикорастущих злаках и зерновых культурах, включая рис. Возможно, это связано также с наличием на различных элементах рисовых систем (валах, берегах каналов, каналах) большого числа растений-медоносов, привлекающих пчел [8]. С началом внедрения посевов подсолнечника на рисовой системе сюда стали вывозить пчел для его опыления. Подсолнечник цветет одновременно с рисом. Поэтому массовое появление пчел здесь значительно повышает вероятность перекрестного опыления риса, в том числе и между культурными сортами и сорно-полевыми формами.

Цели исследования. 1. Выяснить механизм появления разнообразных краснозерных форм в посевах сортов риса путем смоделированного перекрестного опыления целенаправленной гибридизацией между белозерными и краснозерными сортами. 2. Получить новый исходный материал для дальнейших селекционно-генетических исследований.

Материал и методы. Изучение растений риса проводили в 2014-2018 гг. Их выращивали на полях орошаемого участка ВНИИ риса и анализировали в лаборатории кафедры генетики, селекции и семеноводства Кубанского ГАУ. Материалом для гибридизации послужили разнотипные сорта риса: Снежинка – длиннозерный, с белым амилозным зерном, Марс – длиннозерный, с амилозным зерном и красным перикарпом и Южная ночь – короткозерный, с глютинозным зерном и черным перикарпом [9]. Анализ наследования признаков зерна проводили у растений гибридов второго поколения (F_2) и их потомства в последующих поколениях. При этом учитывали форму зерна и окраску перикарпа, а также стекловидность или меловидность эндосперма.

Прямая и обратная гибридизация проведена по общепринятой методике [10], согласно схемы, представленной в таблице 1.

В 2016 г. в гибридных популяциях F_2 этих комбинаций отобрали по 100 растений. Их подвергали полному биометрическому анализу.

Таблица 1 - Схема гибридизации сортов риса, 2014 г.

Материнская форма	Отцовская форма
Снежинка	Марс
Марс	Снежинка
Снежинка	Южная ночь
Южная ночь	Снежинка
Марс	Южная ночь
Южная ночь	Марс

В настоящем сообщении приводим результаты анализа семян по трем вышеуказанным признакам (форме зерна и окраске перикарпа, а также консистенции эндосперма). По результатам этого анализа растения разделили по каждому признаку на группы. Их потомство изучали в селекционном питомнике. Проводили повторный отбор растений и анализ по тем же признакам.

Результаты исследований.

Проведенный анализ показал, что полученные гибридные растения значительно различались между собой и от своих родителей не только по биометрическим показателям, но и по форме, цвету и типу зерна. При этом было установлено, что соотношение гибридных растений по изучаемым признакам зависит от того, в какой роли, материнской или отцовской, выступали родительские формы.

В качестве примера приводим некоторые результаты анализа гибридных растений, полученных от прямого и обратного скрещивания контрастных сортов Снежинка и Южная ночь. Так, в прямом скрещивании, когда Снежинка была материнской формой, в потомстве F_2 было 8 % длиннозерных растений и 4 % – короткозерных, а остальные 88 % отнесены в группу с удлинённым зерном. При этом удлинённые зерна были раз-

ного размера с l/b от 2 до 3. Они были включены в одну общую группу, чтобы не усложнять анализ (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты анализа растений гибридных популяций по форме зерна, %

Форма зерна	Гибридная популяция	
	Снежинка / Южная ночь	Южная ночь / Снежин- ка
Длинное (l/b 3 и более)	8	2
Удлиненное (l/b 2–3)	88	85
Короткое (l/b менее 2)	4	13
Итого	100	100

При обратном скрещивании, когда в качестве материнской формы была взята Южная ночь, в F_2 получили несколько иные результаты. Длиннозерных растений, похожих на отцовскую форму (Снежинку), здесь было только 2 %, а короткозерных, аналогичных материнской форме – 13 %. Остальные 85 % растений вошли в группу с удлиненным зерном, с l/b от 2 до 3. Этот весьма простой анализ показал, что зерно у гибридов риса формируется при тесном взаимодействии генов обоих родителей с цитоплазмой материнской формы. Это необходимо учитывать при планировании подобной гибридизации.

Еще более интересные результаты получились при анализе этих гибридных популяций по цвету и типу зерна (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты анализа растений гибридных популяций по цвету и типу зерна, %

Цвет и тип зерна	Гибридная популяция	
	Снежинка / Южная ночь	Южная ночь / Снежинка
Белый амилозный	26	3
Белый глютинозный	7	15
Черный амилозный	15	21
Черный глютинозный	1	13
Полосатый амилозный	34	28
Полосатый глютинозный	17	20
Итого	100	100

Как видно из таблицы 3, по цвету перикарпа зерен растения разделились на несколько групп: белые стекловидные, как у сорта Снежинка, белые меловидные (глютинозные), черные, как у сорта Южная ночь, и промежуточные, включая полосатые. Зерна с полосатой окраской перикарпа нам довелось увидеть впервые. Полосатые зерна были как стекловидные, так и меловидные. При этом окрашенные полосы проходили вдоль зерновки (рис.).



Сорт Снежинка



Сорт Южная ночь



Зерновки гибридных растений риса

Рисунок. Тип и окраска зерновок родительских форм и гибридных растений

Для понимания механизма формирования такой окраски необходимы специальные дополнительные исследования.

Установлено, что при прямом скрещивании этих сортов белых зерен, как у сорта Снежинка, получилось 34 % от общего числа, участвующих в анализе, а черных – 16 %. В обратном скрещивании наблюдалась зеркально противоположная картина: черных зерен, как у сорта Южная ночь, оказалось 34 %, а белых – 18 %. Здесь явно проявляется определяющее действие цитоплазмы материнской формы. Кроме цвета перикарпа, в каждой из этих групп, растения разделились и по типу зерна на амилозные и глютинозные. Числовые соотношения растений этих групп, в прямом и обратном скрещивании, значительно различались. Так, при прямом скрещивании, Снежинка / Южная ночь, белых амилозных зерен было в 8,6 раз больше белых глютинозных, чем при обратном – Южная ночь / Снежинка. Белых глютинозных, наоборот, здесь получилось в 2,1 раза меньше. В то же время, черных амилозных зерен в прямом скрещивании оказалось в 1,4 раза меньше, а черных глютинозных в обратном скрещивании получилось

в 13 раз больше. Здесь заметно явное влияние черnozерного глютинозного сорта Южная ночь.

Зерен с полосатой окраской в обоих вариантах скрещивания было примерно одинаково – 51 % и 48 % соответственно. При пересеве в следующем году в потомстве растений с полосатым зерном наблюдалось расщепление на белые, черные и полосатые. Следовательно, они были гетерозиготными.

Таким образом, проведенные исследования подтверждают гипотезу о том, что причиной появления новых форм риса с окрашенным перикарпом зерна является перекрестное опыление.

Выводы.

1. Гибридный материал, полученный после искусственной гибридизации между белозерным сортом Снежинка и сортами с окрашенным перикарпом зерна Марс и Южная ночь, убедительно подтверждает, что новые краснозерные формы в производственных посевах риса могут возникать в результате естественного перекрестного опыления возделываемых сортов с сорно-полевым краснозерным рисом.

2. Проведенные прямые и обратные скрещивания показали существенное влияние цитоплазмы материнских форм на формирование признаков качества зерна у полученных гибридных растений риса.

3. В процессе изучения гибридных популяций риса, созданных после скрещивания белозерного сорта с сортами, имеющими окрашенный перикарпа, получен оригинальный исходный материал, имеющий разнотипное зерно по форме, окраске и консистенции эндосперма. Этот материал представляет значительный интерес для дальнейших селекционных и генетических исследований.

Список литература

1. Апрод А. И. К вопросу о причинах засорения культурного риса дикими краснотерными формами / А. И. Аprod, Ф. А. Колесников // Труды ВНИИ риса. – 1971. – Вып. 1. – С. 41-43.
2. Гончарова Ю. К. Сорта риса с окрашенным перикарпом / Ю. К. Гончарова, Н. Ю. Бушман, С. А. Верещагина // Рисоводство. – 2015. – № 1-2 (26-27). – С. 9-12.
3. Грист Д. Рис / Д. Грист. – М.: Иностранная литература, 1959. – 390 с.
4. Зеленский Г. Л. Новые неосыпающиеся краснотерные формы риса как объект селекционных исследований / Г. Л. Зеленский, О. В. Зеленская // Рисоводство. – 2007. – №11. – С. 16-19.
5. Зеленский Г. Л. Морфо-биологическое обоснование агротехники риса [Электронный ресурс] / Г. Л. Зеленский // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – № 03 (077). – С. 1158 – 1193. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/03/pdf/98.pdf>.
6. Зеленский Г. Л. Российские краснотерные сорта риса, созданные для лечебного питания / Г. Л. Зеленский, О. В. Зеленская, Н. В. Остапенко, Н. Ф. Чалый, Н. Ю. Алавердян // АгроСнабФорум. – 2017. – № 6 (154). – С. 58-63.
7. Зеленская О. В. Анализ сеgetальной флоры рисовых полей в дельте реки Кубань / О. В. Зеленская // Труды КубГАУ. – 2010. – Вып. №1(22). – С. 81-85.
8. Зеленская О. В. Растения-медоносы в составе синантропной флоры рисовых систем Краснодарского края / О. В. Зеленская // Рисоводство 1(22). – 2013. – С. 75-79.
9. Зеленская О. В. Генетические ресурсы риса (*Oryza sativa* L.) с окрашенным перикарпом зерна / О. В. Зеленская, Г. Л. Зеленский, Н. В. Остапенко, Н. Г. Туманьян // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – 22(3). – С. 296-303. DOI 10.18699/VJ18.363
10. Лось Г. Д. Методика гибридизации риса / Г. Д. Лось // Рисоводство. – 2007. – № 10. – С. 42-51.
11. Ляховкин А. Г. Мировое производство и генофонд риса / А. Г. Ляховкин. – Ханой: Сельское хозяйство, 1992. – 344 с.
12. Туманьян Н. Г. Теория краснотерности риса / Н. Г. Туманьян. – Краснодар, 2001. – 47 с.
13. Ferrero A. Weedy rice. Biological features and control / A. Ferrero // FAO plant production and protection paper. – Roma, 2003. – № 120, add. 1. – P. 89-107.
14. Fogliatto S. Morphological characterization of Italian weedy rice (*Oryza sativa*) population / S. Fogliatto, F. Vidotto, A. Ferrero // Weed Research. – 2012. – № 52, Is. 1. – P. 60-61.
15. Ilieva V. Inheritance of some productive traits in hybrids between cultivated white and red-grain rice genotypes / V. Ilieva, C. Stojkovski, S. Maznevska // Macedonian Agricultural Review. – 1998. – № 44 (1-2). – P. 29-37.
16. Labrada R. Major weed problems in rice – red/weedy rice and the *Echinochloa* complex / R. Labrada // FAO rice information. – 2002. – Vol. 3. – Ch. II. – P. 11-17.
17. Maeda H. Genetic dissection of black grain rice by the development of a near isogenic line / H. Maeda, T. Yamaguchi, M. Omoteno, T. Takarada, K. Fujita, K. Murata, Y. Iyama, Y. Kojima, M. Morikawa, H. Ozaki, N. Mukaino, Y. Kidani, T. Ebitani // Breed Sci. – 2014. – № 64 (2). – P. 134-141. DOI: 10.1270/jsbbs.64.134
18. Saka N. A new purple grain glutinous rice variety 'Minenomurasaki' for rice [*Oryza sativa*] processing / N. Saka, T. Terashima, S. Kudo, T. Kato, K. Sugiura, I. Endo, M. Shi-

rota, M. Inoue, T. Otake // Research Bulletin of the Aichi Agricultural Research Center (Japan). – 2007. – № 39. – P. 111-120.

19. Shivrain V. R. Gene flow from weedy red rice (*Oryza sativa* L.) to cultivated rice and fitness of hybrids / V. R. Shivrain [et al.] // Pest Management Science. – 2009. – №65(10). – P. 1124-1129.

20. Weedy rices – origin biology, ecology and control / ed. by J. C. Delouche, N. R. Burgos, D. R. Gealy, G. Zorrilla, de San Martin, R. Labrada // FAO Plant Production and Protection Paper. – Roma, 2007. – 188. – 150 p.

21. Zelenskaya O. V. Weedy red rice forms (*Oryza sativa* L.) and their control strategies in the countries of temperate zone / O. V. Zelenskaya, Ye. P. Maximenko // Proceedings of International conference «Achievements and prospects of rice breeding and cultivation in temperate countries», Krasnodar, 26 - 27 November 2015. – Kazan : IP Siniaev D. N., 2015. – P. 251-255.

References

1. Aprod A. I. K voprosu o prichinah zasoreniya kul'turnogo risa dikimi krasnozernymi formami / A. I. Aprod, F. A. Kolesnikov // Trudy VNII risa. – 1971. – Vyp. 1. – S. 41-43.

2. Goncharova Ju. K. Sorta risa s okrashennym perikarpom / Ju. K. Goncharova, N. Ju. Bushman, S. A. Vereshhagina // Risovodstvo. – 2015. – № 1-2 (26-27). – S. 9-12.

3. Grist D. Ris / D. Grist. – M.: Inostrannaja literatura, 1959. – 390 s.

4. Zelenskij G. L. Novye neosypajushhiesja krasnozernnye formy risa kak ob#ekt selekcionnyh issledovanij / G. L. Zelenskij, O. V. Zelenskaja // Risovodstvo. – 2007. – №11. – S. 16-19.

5. Zelenskij G. L. Morfo-biologicheskoe obosnovanie agrotehniki risa [Jelek-tronnyj resurs] / G. L. Zelenskij // Nauchnyj zhurnal KubGAU. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – № 03 (077). – S. 1158 – 1193. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/03/pdf/98.pdf>.

6. Zelenskij G. L. Rossijskie krasnozernnye sorta risa, sozdannye dlja lechebno-go pitaniya / G. L. Zelenskij, O. V. Zelenskaja, N. V. Ostapenko, N. F. Chalyj, N. Ju. Alaverdjan // AgroSnabForum. – 2017. – № 6 (154). – S. 58-63.

7. Zelenskaja O. V. Analiz segetal'noj flory risovyh polej v del'te reki Ku-ban' / O. V. Zelenskaja // Trudy KubGAU. – 2010. – Vyp. №1(22). – S. 81-85.

8. Zelenskaja O. V. Rastenija-medonosy v sostave sinantropnoj flory risovyh sistem Krasnodarskogo kraja / O. V. Zelenskaja // Risovodstvo 1(22). – 2013. – S. 75-79.

9. Zelenskaja O. V. Geneticheskie resursy risa (*Oryza sativa* L.) s okrashennym perikarpom zerna / O. V. Zelenskaja, G. L. Zelenskij, N. V. Ostapenko, N. G. Tuman'jan // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. – 2018. – 22(3). – S. 296-303. DOI 10.18699/VJ18.363

10. Los' G. D. Metodika gibrizacii risa / G. D. Los' // Risovodstvo. – 2007. – № 10. – S. 42-51.

11. Ljahovkin A. G. Mirovoe proizvodstvo i genofond risa / A. G. Ljahovkin. – Hanoj: Sel'skoe hozjajstvo, 1992. – 344 s.

12. Tuman'jan N. G. Teorija krasnozernosti risa / N. G. Tuman'jan. – Krasnodar, 2001. – 47 s.

13. Ferrero A. Weedy rice. Biological features and control / A. Ferrero // FAO plant production and protection paper. – Roma, 2003. – № 120, add. 1. – P. 89-107.

14. Fogliatto S. Morphological characterization of Italian weedy rice (*Oryza sativa*) population / S. Fogliatto, F. Vidotto, A. Ferrero // Weed Research. – 2012. – № 52, Is. 1. – P. 60-61.

15. Ilieva V. Inheritance of some productive traits in hybrids between cultivated white and red-grain rice genotypes / V. Ilieva, C. Stojkovski, S. Maznevska // Macedonian Agricultural Review. – 1998. – № 44 (1–2). – P. 29-37.
16. Labrada R. Major weed problems in rice – red/weedy rice and the Echinochloa complex / R. Labrada // FAO rice information. – 2002. – Vol. 3. – Ch. II. – P. 11-17.
17. Maeda H. Genetic dissection of black grain rice by the development of a near isogenic line / H. Maeda, T. Yamaguchi, M. Omoteno, T. Takarada, K. Fujita, K. Murata, Y. Iyama, Y. Kojima, M. Morikawa, H. Ozaki, N. Mukaino, Y. Kidani, T. Ebitani // Breed Sci. – 2014. – № 64 (2). – P. 134-141. DOI: 10.1270/jsbbs.64.134
18. Saka N. A new purple grain glutinous rice variety 'Minenomurasaki' for rice [*Oryza sativa*] processing / N. Saka, T. Terashima, S. Kudo, T. Kato, K. Sugiura, I. Endo, M. Shirota, M. Inoue, T. Otake // Research Bulletin of the Aichi Agricultural Research Center (Japan). – 2007. – № 39. – P. 111-120.
19. Shivrain V. R. Gene flow from weedy red rice (*Oryza sativa* L.) to cultivated rice and fitness of hybrids / V. R. Shivrain [et al.] // Pest Management Science. – 2009. – №65(10). – P. 1124-1129.
20. Weedy rices – origin biology, ecology and control / ed. by J. C. Delouche, N. R. Burgos, D. R. Gealy, G. Zorrilla, de San Martin, R. Labrada // FAO Plant Production and Protection Paper. – Roma, 2007. – 188. – 150 p.
21. Zelenskaya O. V. Weedy red rice forms (*Oryza sativa* L.) and their control strategies in the countries of temperate zone / O. V. Zelenskaya, Ye. P. Maximenko // Proceedings of International conference «Achievements and prospects of rice breeding and cultivation in temperate countries», Krasnodar, 26 - 27 November 2015. – Kazan : IP Siniaev D. N., 2015. – P. 251-255.