

УДК 633.18:631.559

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-45-50

ВЗАИМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ УГАНДИЙСКИХ И РОСТОВСКИХ СОРТОВ РИСА

П. И. Костылев¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

Е. В. Краснова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;

А. В. Аксенов¹, агроном лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X;

Дж. Ламо², доктор наук, главный научный сотрудник/селекционер по рису, ORCID ID: 0000-0003-3530-0145

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

²Национальный научно-исследовательский институт ресурсов сельскохозяйственных культур (NaCRRI),

Уганда, Кампала, шоссе Кампала-Зиробве, 17 км, PO Box 7084; e-mail: jlamoayo@gmail.com

Рис – одна из важнейших продовольственных культур в мире. Создание новых сортов риса требует широкого изучения и привлечение в селекционную работу генофонда из различных стран. Цель этого исследования заключалась в проведении совместного экологического испытания сортов риса в условиях Ростовской области России (ФГБНУ «АНЦ «Донской») – Акустик, Ароматик 1, Ароматный, Кубояр, Южанин и Уганды (NaCRRI) – Nerica 1, Nerica 4, Komboka, Wita 9. Эти образцы показывают широкий спектр устойчивости к пирикулярриозу и другим болезням. Исследования проводили в Пролетарском районе Ростовской области. В результате были изучены сорта риса по ряду важных хозяйственно-биологических признаков. Период вегетации от посева до созревания у двух сортов – Nerica 1 и Nerica 4 – составил в условиях Ростовской области 131–139 дней, у стандартного сорта Командор – 110 дней. Другие два сорта – Komboka и Wita 9 были очень позднеспелыми и не зацвели. Все образцы обладали современным низкорослым габитусом растений с вертикальными жесткими листьями и длинными поникающими метелками (17–23 см). Высота растений угандийских сортов колебалась от 70 до 90 см. Зерновки удлиненные, массой 29–31 мг. Число колосков на метелках – 85 и 200 шт. соответственно. Сорта Nerica 1 и Nerica 4 использованы в гибридизации с российскими сортами Контакт и Боярин. Предварительное изучение российских сортов риса в Уганде показало, что RU 105 (Ароматный) и RU 101 (Ароматик 1) устойчивы к вирусу желтой пятнистости риса (RYMV), пирикулярриозу и бурой пятнистости листьев. Они были отобраны для дальнейшего изучения в условиях Уганды.

Ключевые слова: рис, сорт, донор, устойчивость, отбор.

Для цитирования: Костылев П. И., Краснова Е. В., Аксенов А. В., Ламо Дж. Взаимное изучение угандийских и ростовских сортов риса // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 45–50. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-45-50.



THE MUTUAL STUDY OF THE UGANDAN AND ROSTOV RICE VARIETIES

P. I. Kostylev¹, Doctor of Agricultural Sciences, professor, main researcher of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

E. V. Krasnova¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-5026-3832;

A. V. Aksenov¹, agronomist of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X;

J. Lamo², Doctor of Sciences, senior researcher/rice breeder, ORCID ID: 0000-0003-3530-0145

¹Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

²National Crop Resources Research Institute (NaCRRI), PO Box 7084, Kampala, Uganda; e-mail: jlamoayo@gmail.com

Rice is one of the most important food crops in the world. The development of new rice varieties requires a thorough study and involvement of gene pool from different countries in breeding work. The purpose of the current study was to conduct a mutual ecological testing of the rice varieties in the Rostov region of Russia (FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy") such as 'Akustik', 'Aromatik 1', 'Aromatny', 'Kuboyar', 'Yuzhanin' and the Ugandan (NaCRRI) 'Nerica 1', 'Nerica 4', 'Komboka', 'Wita 9'. These samples have shown a wide range of resistance to blast and other diseases. The research was carried out in the Proletarsky district of the Rostov region. As a result, the rice varieties were studied for a number of important economic and biological traits. The growing season from sowing to ripening was 131–139 days for two varieties 'Nerica 1' and 'Nerica 4' under the conditions of the Rostov region, and 110 days for the standard variety 'Komandor'. The other two varieties 'Komboka' and 'Wita 9' were very late maturing and did not bloom. All samples had a modern low-growing plant habit with upright rigid leaves and long drooping panicles (17–23 cm). Plant height of the Ugandan varieties ranged from 70 to 90 cm. The grains were elongated with 29–31 mg of weight. Number of spikelets per panicle was 85 and 200, respectively. The varieties 'Nerica 1' and 'Nerica 4' were used in hybridization with the Russian varieties 'Kontakt' and 'Boyarin'. The preliminary study of Russian rice

varieties in Uganda showed that RU 105 ('Aromatny') and RU 101 ('Aromatik 1') were resistant to rice yellow spot virus ('RYMV'), blast and brown leaf spot. The varieties were selected for further study in the conditions of Uganda.

Keywords: rice, variety, donor, sustainability, selection.

Введение. Рис – важнейшая зерновая культура в мире, которой питается практически половина человечества. По посевным площадям и валовым сборам зерна рис занимает в мировом земледелии второе место (Ляховкин, 1992). В России рис ежегодно выращивается на площади около 200 тыс. га, в Ростовской области – 14–15 тыс. га.

Производство риса не удовлетворяет потребности населения. Среди факторов, лимитирующих рост урожайности риса, ведущее место занимают болезни и вредители (Харитонов, 2011). Поэтому необходимо создание высокоурожайных сортов с высоким качеством зерна, устойчивых к неблагоприятным факторам среды, иммунных к болезням и вредителям, отвечающих требованиям интенсивного земледелия.

Основной задачей селекции любой культуры является создание высокопродуктивных сортов и гибридов с высоким качеством продукции. Это предполагает вовлечение в селекционный процесс нового исходного материала, обладающего необходимыми качествами. Для решения данной задачи необходим богатый генетический материал, который будет использоваться в селекционном процессе (Ковтунова и др., 2018). Поэтому необходимо изучение разнообразного генетического материала из всех стран.

Африканские селекционеры активно работают над созданием высокоурожайных сортов риса, устойчивых к климатическим условиям и различным стрессам в рамках проекта «Разработка нового поколения новых сортов риса для стран Африки к югу от Сахары» (Sié, 2013).

В Уганде производство риса началось в 1942 г., посевная площадь в 2012 г. достигла 102 000 га, валовой сбор риса – 231,6 тыс. т при урожайности 2,3 т/га (Kikuchi, 2014). Однако этого недостаточно для удовлетворения внутреннего спроса. Абиотические стрессы, особенно засуха, остаются основным препятствием для увеличения производства риса (How to grow rice in Uganda).

Уганда участвует в работе по созданию сортов риса, их сортоиспытанию и производству семян, проводимой в Национальном научно-исследовательском институте растениеводства (NaCRRI), в рамках проекта NERICA (Новый рис для Африки) (Lamo et al., 2017).

В Национальной стратегии развития риса в Уганде по стимулированию рисоводства сформулировано увеличение производства высококачественного риса более чем в три раза с помощью улучшения работ по селекции, технологии, механизации, ирригации, финансированию (UNRDS, 2009).

Используют две основные группы сортов риса: 1) суходольный рис, который выращивается на богаре и не требует орошаемых участ-

ков, например Nerica 1, Nerica 4 и Nerica 10; 2) низинный рис, для производства которого требуются залитые водой поля, – Komboka, K-6, K-85.

Для дальнейшего роста урожайности и валовых сборов риса нужно использовать новые адаптированные сорта. Совместное изучение образцов риса в Уганде и Ростовской области позволит выделить ценный исходный материал для селекции сортов, отвечающих требованиям производства.

Цель исследований – проведение экологического испытания сортов риса в условиях Ростовской области РФ и Уганды.

Для этого поставлены следующие задачи:

- обмен 5 сортов риса АНЦ «Донской» РФ на 4 сорта из Уганды;
- морфо-биологическое изучение сортов риса;
- проверка сортов риса на устойчивость к болезням в своих условиях;
- гибридизация российских и угандийских сортов риса между собой.

Новизна заключается в том, что они имеют не использующиеся ранее гены ценных признаков. В связи с этим комплексное изучение новых образцов риса является весьма актуальным для селекционной работы.

Материалы и методы исследований.

В качестве материала для исследований использовали 4 образца риса: Nerica 1, Nerica 4, Komboka, Wita 9, которые выращивали в СП «Пролетарское» Ростовской области. Стандартом служил сорт Командор. Фенологические наблюдения и оценку морфо-биологических признаков и свойств растений проводили по методическим указаниям ВИР и классификатору рода *Oryza* L. (Ляховкин, 1982).

Одновременно 5 сортов АНЦ «Донской» – Акустик, Ароматик 1, Ароматный, Кубояр, Южанин – были изучены в условиях Уганды. Рядом с ними высевали IR 64 (чувствительный контроль), Gigante (африканский рис – тестер устойчивости), NamChe-2 (тестер локальной устойчивости). Они были проверены на распространенные внекорневые болезни риса.

Изучали устойчивость к вирусу желтой пятнистости риса, пирикулярриозу и бурой листовой пятнистости. В данном исследовании на 10 трехнедельных растениях каждого сорта проводили инокуляцию изолятом вируса UGB1, найденного в Центральной Уганде, по методике Fauquet, Thouvenel (1977). Появление симптомов контролировали ежедневно для оценки стадии начала заболевания. После этого тяжесть заболевания оценивали по шкале от 1 (отсутствие симптомов) до 9 (тяжелые симптомы) (John and Thottappilly, 1987) через 45 дней после инокуляции (ДПИ). Такой же набор сортов был высажен в поле для оценки реакции на болезни.

Результаты и их обсуждение. Важным адаптационным признаком риса является продолжительность вегетационного периода. Два сорта риса (Nerica 1, Nerica 4) были позднеспелыми, а другие 2 (Komboka и WITA 9) – очень позднеспелыми, так как вообще не выметались в поле к 1 октября. Образец Nerica 1 зацвел 8 августа, Nerica 4 – 16 августа. Российский сорт Командор зацвел 18 июля, т. е. почти на 1 месяц раньше. Растения сорта Komboka были пересажены в ведра и перевезены в неотапливаемую теплицу, где зацвели 3 октября, но семена не созрели. Сорт Wita 9 остался в вегетативном состоянии в связи с фоточувствительностью. К концу августа сорт Nerica 1 созрел полностью, а Nerica 4 достиг восковой спелости (рис. 1).

Десятого сентября вызрели оба этих сорта и были убраны для посева в следующем году. Вегетационный период от посева до созревания составил у них 131–139 дней, тогда как у сортов Командор и Акустик 110 и 119 дней (табл. 1).

Высота растения риса – важный в селекционной практике морфологический признак,

тесно связанный с устойчивостью к полеганию. Угандийские образцы были среднерослыми и незначительно различались по высоте растений – от 70 до 90 см (табл. 1).

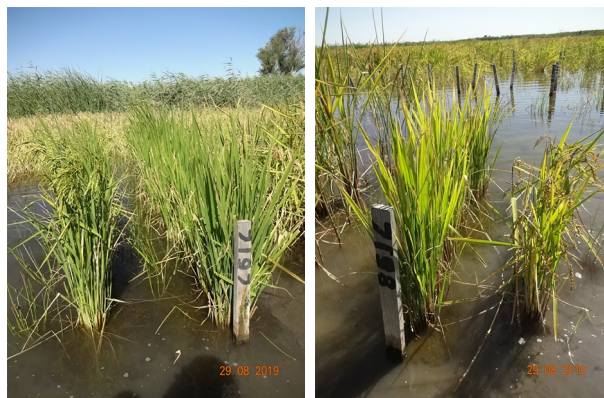


Рис. 1. Угандийские сорта Nerica 4, Komboka, Wita 9, Nerica 1

Fig. 1. The Ugandan varieties 'Nerica 4', 'Komboka', 'Wita 9', 'Nerica 1

1. Характеристика сортов риса (г. Пролетарск) 1. Characteristics of the rice varieties (Proletarsk)

Сорт	Период вегетации «всходы – созревание», дни	Высота растения, см	Длина метелки, см	Количество колосков в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г
Командор	110	80	14	120	31,5
Акустик	119	95	16	220	30,2
Nerica 1	131	70	17	85	29,2
Nerica 4	139	90	23	200	30,8
Стандартное отклонение	6,8	7,1	2,9	24,2	1,0

Отечественные сорта были примерно такой же высоты. Метелки угандийских и российских сортов риса существенно различались между собой по размерам, форме и плотности. У сортов Nerica 1 и Nerica 4 они были рыхлыми, поникающими и существенно длиннее, чем у российских сортов Командор (14 см) и Акустик (16 см). Длина метелок сорта Nerica 1 составила в среднем 17 см, Nerica 4 – 23 см (рис. 2).

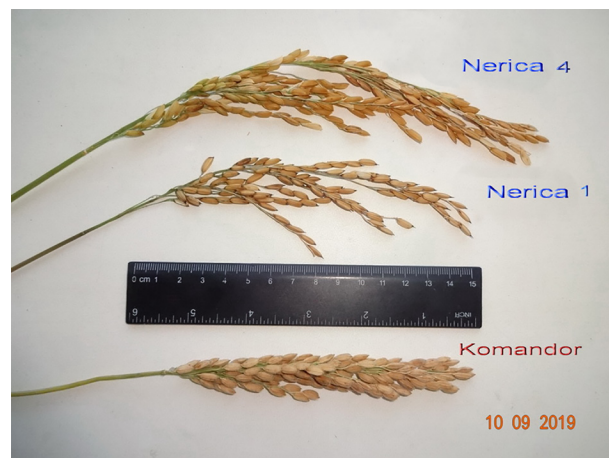


Рис. 2. Метелки образцов риса Nerica 4, Nerica 1, Командор

Fig. 2. Panicles of the rice samples 'Nerica 4', 'Nerica 1', 'Kommandor'

Сорта с более плотной метелкой длиной 14–16 см, как у Командора и Акустика, представляют большую ценность для селекции, чем рыхлые, поникающие. Количество колосков в метелке – один из главных элементов продуктивности риса. Этот признак у изученных образцов варьировал от 85 (Nerica 1) до 200 шт. (Nerica 4). У сорта Командор сформировалось 120 колосков в метелке, Акустик – 220.

При изучении новых сортов было установлено, что масса 1000 зерен у сортов NaCRR1 была примерно на том же уровне, что и у сортов ФГБНУ «АНЦ «Донской», – от 29,2 до 30,8 г (табл. 1). Однако форма зерновок у них была более удлиненная (рис. 3). Они обладают также хорошим качеством крупы.



Рис. 3. Зерновки сортов риса
Fig. 3. Grains of the rice varieties

Образец Nerica 1 является ароматным рисом, что очень ценится в Африке. Проведена гибридизация Контакт × Nerica 1, Боярин × Nerica 4, получено по 37 зерен в каждой комбинации. Планируется получить ароматический сорт с габитусом Контакта и Боярина.

По литературным данным, сорта Nerica 1 и Nerica 4 являются суходольными и могут нормально вегетировать при нехватке оросительной воды (Kaneda, 2007). В наших условиях после сброса воды в поле они долго оставались живыми и зелеными. По результатам ПЦР-анализа, проведенного в лаборатории маркерной селекции АНЦ «Донской», идентифицированы гены устойчивости к пирикулярриозу у образцов риса Nerica 1 (Pi-1, Pi-2, Pi-33, Pi-40), Nerica 4 (Pi-2, Pi-33, Pi-40), Komboka (Pi-40) и ген устойчивости к засолению Saltol у образца риса Wita 9.

При изучении риса в Уганде резистентный сорт NamChe-2 показал устойчивость к вирусу желтой пятнистости риса (RYMV) – 1 балл, а восприимчивый сорт IR 64 – восприимчивость 7 баллов, доказывая, что изоляты действительно были инфекционными (табл. 2). Из 5 тестируемых российских сортов RU 105 (Ароматный) показал высокую толерантность к RYMV (5 баллов), в то время как другие имели 7 баллов. Кроме того, линия RU 105 показала высокую устойчивость к листовой форме пирикулярриоза (1 балл) и бурой листовой пятнистости (балл 3). Симптомы вирусной болезни на листьях восприимчивого контрольного сорта IR 64 появились через 11 дней после инфицирования (ДПИ). Испытуемые российские сорта показали симптомы от 13 до 16 ДПИ (табл. 2).

2. Количество дней до появления симптомов заболевания у сортов риса и восприимчивость, балл (Уганда)

2. Number of days before disease symptoms in the rice varieties and susceptibility to it, score (Uganda)

№	Сорт	Происхождение	Симптом ДПИ (дней после инфицирования)	Вирус желтой пятнистости риса	Пирикулярриоз листьев	Бурая листовая пятнистость
1	Ru 101 Ароматик 1	Россия	13	7	3	3
2	Ru 102 Акустик	Россия	13	7	3	3
3	Ru 103 Кубояр	Россия	16	7	3	3
4	Ru 104 Южанин	Россия	13	7	3	3
5	Ru 105 Ароматный	Россия	16	5	1	3
13	IR 64	IRRI, восприимч.	11	7	3	3
14	Gigante	Африка, устойчив.	19	3	1	1
15	NamChe-2	Уганда, устойчив.	–	1	1	1

Результаты полевой оценки заболеваемости представлены в таблице 3.

3. Полевая реакция интродуцированных сортов риса на болезни (балл)

3. Field response of the introduced rice varieties to diseases (points)

№	Сорт	Происхождение	Вирус желтой пятнистости риса	Пирикулярриоз листьев	Бурая листовая пятнистость
1	Ru 101 Ароматик 1	Россия	3	3	3
2	Ru 102 Акустик	Россия	5	9	3
3	Ru 103 Кубояр	Россия	5	9	3
4	Ru 104 Южанин	Россия	5	9	3
5	Ru 105 Ароматный	Россия	5	1	3

Сорта Ароматный и Ароматик 1 были устойчивы к болезням желтой пятнистости риса, пи-

рикулярриозу и бурой листовой пятнистости (рис. 4).



Южанин



Ароматик 1



Ароматный

Рис. 4. Посевы российских сортов риса в Уганде в поле на 60-й день после заражения пирикулярриозом
Fig. 4. Field sowing of the Russian rice varieties in Uganda on the 60th day after blast infection



Рис. 5. Сорт Aromatic 1 (слева); сорт Ароматный (справа), Уганда
Fig. 5. The variety 'Aromatic 1' (left); the variety 'Aromatny' (right), Uganda

Эти два сорта имеют средний размер зерна, напоминающий местный орошаемый сорт K85. Они были отобраны для дальнейшей оценки на станции NaCRRRI (рис. 5). Необходимо использовать для скрининга больше интродукцион-

ных высокоурожайных сортов риса, созданных в России, для улучшения селекционной стратегии.

Выводы. Изучены 4 угандийских сорта риса в условиях Ростовской области России и 5 сортов селекции АНЦ «Донской» в условиях Уганды, что позволило отобрать наиболее адаптированные формы. Два сорта – Nerica 1 и Nerica 4 – созрели в северных для риса условиях Российской Федерации за 131–139 дней и были использованы в гибридизации с раннеспелыми сортами Контакт и Боярин. Высота растений угандийских сортов составила 70 и 90 см; длина метелки – 17 и 23 см; масса 1000 зерен – 29,2 и 30,8 г; число колосков на метелках – 85 и 200 шт.

Предварительные изучение российских сортов риса в Уганде показало, что RU 105 (Ароматный) и RU 101 (Ароматик 1) устойчивы к вирусу желтой пятнистости риса (RYMV), пирикулярриозу и бурой пятнистости листьев.

Библиографические ссылки

1. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В. Биоразнообразие сорго // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 49–52.
2. Ковтунова Н. А., Шишова Е. А., Романюкин А. Е., Ковтунов В. В., Сухенко Н. Н. Урожайность образцов суданской травы различного эколого-географического происхождения // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 56–61.
3. Ковтунова Н. А., Ковтунов В. В., Барановский А. В., Романюкин А. Е., Шишова Е. А. Экологическое испытание сортов и гибридов зернового сорго // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 42–47.
4. Ляховкин А. Г. Изучение мировой коллекции риса и классификатор рода *Oryza* L. Методические указания. Л.: ВИР им. Н. И. Вавилова, 1982. 34 с.
5. Ляховкин А. Г. Мировое производство и генофонд риса. Ханой: Сельское хозяйство, 1992. 343 с.
6. Харитонов Е. М. Система рисоводства Краснодарского края. Краснодар: ВНИИ риса, 2011. 316 с.
7. Fauquet C., Thouvesel J. C. Rice yellow mottle in the Ivory Coast // Plant Disease Reporter. 1977. Vol. 61(6). Pp. 443–146.
8. How to grow rice in Uganda [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.africa-uganda-business-travel-guide.com/how-to-grow-rice-in-uganda.html>.
9. John V. T., Thottappilly G. A scoring system for rice yellow mottle virus disease // International Rice Research Newsletter. 1987. Vol. 12. Pp. 3–26.
10. Kaneda C. Breeding and dissemination efforts of “NERICA” // Japanese Journal of Tropical Agriculture, 2007. 51. P. 41–45.
11. Kikuchi M., Kijima Y., Haneishi Y., Tsuboi T. A brief appraisal of rice production statistics in Uganda // Trop. Agr. Develop. 2014. No. 58(2). Pp. 78–84. DOI: 10.11248/jsta.58.78.
12. Lamo J., Tongoon P., Sie M., Semon M., Onaga G., Okori P. Upland Rice Breeding in Uganda: Initiatives and Progress // Advances in International Rice Research. 2017. Ch. 11. Pp. 215–246. <http://dx.doi.org/10.5772/66826>.
13. Sié M. Africa gets rice varieties with higher yields // Rice Today. 2013. P. 5.
14. Uganda national rice development strategy (UNRDS). 2nd draft // Ministry of agriculture animal industry and fisheries. 2009. 31 p.

References

1. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V. Bioraznoobrazie sorgo [Sorghum biodiversity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 49–52.
2. Kovtunova N. A., Shishova E. A., Romanyukin A. E., Kovtunov V. V., Sukhenko N. N. Urozhaynost' obraztsov sudanskoy travy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya [Productivity of Sudanese grass samples of various ecological and geographical origin] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(55). S. 56–61.
3. Kovtunova N. A., Kovtunov V. V., Baranovsky A. V., Romanyukin A. E., Shishova E. A. Ekologicheskoye ispytaniye sortov i gibridov zernovogo sorgo [Environmental testing of grain sorghum varieties and hybrids] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 42–47.
4. Lyakhovkin A. G. Izucheniye mirovoy kollektsii risa i klassifikator roda *Oryza* L. [Study of the world rice collection and classifier of the genus *Oryza* L.]. Metodicheskkiye ukazaniya. L.: VNIIR im. N. I. Vavilova, 1982. 34 s.
5. Lyakhovkin A. G. Mirovoye proizvodstvo i genofond risa [World production and gene pool of rice]. Khanoy: Sel'skoye khozyaystvo, 1992. 343 s.

6. Kharitonov Ye. M. Sistema risovodstva Krasnodarskogo kraia [The system of rice growing of the Krasnodar Territory]. Krasnodar: VNII risa, 2011. 316 s.
7. Fauquet C., Thouvesel J. C. Rice yellow mottle in the Ivory Coast // Plant Disease Reporter. 1977. Vol. 61(6). Pp. 443–146.
8. How to grow rice in Uganda [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.africa-uganda-business-travel-guide.com/how-to-grow-rice-in-uganda.html>.
9. John V. T., Thottappilly G. A scoring system for rice yellow mottle virus disease // International Rice Research Newsletter. 1987. Vol. 12. Pp. 3–26.
10. Kaneda C. Breeding and dissemination efforts of "NERICA" // Japanese Journal of Tropical Agriculture, 2007. 51. P. 41–45.
11. Kikuchi M., Kijima Y., Haneishi Y., Tsuboi T. A brief appraisal of rice production statistics in Uganda // Trop. Agr. Develop. 2014. No. 58(2). Pp. 78–84. DOI: 10.11248/jsta.58.78.
12. Lamo J., Tongoona P., Sie M., Semon M., Onaga G., Okori P. Upland Rice Breeding in Uganda: Initiatives and Progress // Advances in International Rice Research. 2017. Ch. 11. Pp. 215–246. <http://dx.doi.org/10.5772/66826>.
13. Sié M. Africa gets rice varieties with higher yields // Rice Today. 2013. P. 5.
14. Uganda national rice development strategy (UNRDS). 2nd draft // Ministry of agriculture animal industry and fisheries. 2009. 31 p.

Поступила: 11.12.19; принята к публикации: 14.01.20.

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. – руководство технологическими процессами, выращивание растений, структурный анализ; Аксенов А. В. – закладка опыта, посев и пересадка сортов, отбор растений для анализа, промеры и подсчеты, заполнение таблиц; Ламо Дж. – испытание российских сортов риса в Уганде на устойчивость к болезням.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.