

УДК 633.18:581

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (биологические науки, сельскохозяйственные науки)

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПРИЗНАКА МАССА КОРНЯ У ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ РИСА

Гончарова Юлия Константиновна
доктор биологических наук, заведующая лабораторией генетики и гетерозисной селекции
yuliya_goncharova_20@mail.ru
*ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»
Россия, 350921, г. Краснодар, п. Белозерный, 3*

Гончаров Сергей Владимирович
доктор биологических наук, заведующий кафедрой генетики, селекции и семеноводства
serggontchar@hotmail.com
*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Россия,
350044, Краснодар, Калинина, 13*

Ежегодно более 37 млн. га посевов риса в мире страдают от нехватки поливной воды, причем на большей части этих посевов полив экономически не оправдан. Более 63 млн. га рисовых площадей в Азии, Латинской Америке и Африке орошается дождями и также подвержены засухе. В нашем крае проблема с водой для полива также обострилась в последние годы. У риса наиболее чувствительны к стрессам фазы цветения и всходов, которые лимитируют производство и стабильность урожая. Корневая система во многом определяет как адаптивность к засухе, и другим стрессовым факторам, так и эффективность минерального питания. Целью работы было оценить вариабельность мощности корневой системы у отечественных сортов риса. Широкий размах варьирования признака обнаружен у изучаемых образцов, выделены перспективные формы для использования в качестве доноров признака «масса корня» в дальнейшей работе (сорта Снежинка, Анаит, Жемчужина, Олимп). Показано отсутствие перспектив для внутрисортного отбора по данному признаку у образцов Полевик, Виола, Гамма, Патриот, Фаворит

Ключевые слова: РИС, СОРТ, МАССА КОРНЯ, СЕЛЕКЦИЯ, ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-198-006>

UDC 633.18:581

4.1.2. Plant breeding, seed production and biotechnology (biological sciences, agricultural sciences)

ROOT WEIGHT VARIABILITY IN DOMESTIC RICE VARIETIES

Goncharova Yulia Konstantinovna
Dr.Sci.Biol., head of laboratory of genetics and heterosis breeding
yuliya_goncharova_20@mail.ru
Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Rice Centre», Krasnodar, Russia

Gontcharov Sergei Vladimirovich
Dr.Sci.Biol., head of department
serggontchar@hotmail.com
*Kuban State Agrarian University,
Krasnodar, Russia*

Annually, more than 37 million hectares of the world's rice areas suffer from irrigation water shortages, and irrigation is not economically justified in most cases. More than 63 million hectares of rice acreage in Asia, Latin America and Africa are rain-fed and are also prone to drought. In our region, the irrigation water problem has also worsened in recent years. In rice, the flowering and emergence stages are the most sensitive to stress, which limit the production and stability of the crop. The root system mainly determines both adaptability to drought and other stress factors and the efficiency of mineral nutrition. The aim of the work was to evaluate the variability of root system capacity in domestic rice varieties. A wide range of variation of the trait among the studied samples was demonstrated, promising forms for use as donors of the trait «root weight» in further work (varieties Snezhinka, Anait, Zhemchuzhina, Olimp) are identified. It is shown that there are no prospects for intra-varietal selection for this trait in the samples Polevik, Viola, Gamma, Patriot, and Favorit

Keywords: RICE, CULTIVAR, ROOT WEIGHT, PLANT BREEDING, DROUGHT RESISTANCE

Введение. В мире более 37 млн. га посевов риса испытывают нехватку поливной воды, на большей части этих посевов полив

<http://ej.kubagro.ru/2024/04/pdf/06.pdf>

экономически не обоснован [8]. Кроме того, более 63 млн. га в Азии, Латинской Америке и Африке орошается дождями, и эти территории также подвержены засухе [8]. Рис наиболее чувствителен к стрессам в фазы цветения и всходов, которые лимитируют производство и стабильность урожая. Корневая система во многом определяет как адаптивность к засухе и другим стрессовым факторам, так и эффективность минерального питания. Быстрое развитие как подземной, так и надземной части растения также очень важно. Оно обеспечивает быструю «колонизацию» поверхности и ресурсов, уменьшает непродуктивные расходы влаги, увеличивает конкурентоспособность по отношению к сорнякам, что также повышает стабильность урожая.

Площадь листьев – признак, наиболее варьирующий при стрессе, у сорта IR86635 он изменялся от 283.08 см² до 36.64 см² при стрессе, у устойчивого сорта IR49830 – от 146 см² до 119 см². До недавнего времени при создании сортов сельскохозяйственных растений очень мало внимания уделяли изучению подземной части образцов, хотя факт, что более эффективное питание повышает устойчивость к ряду стрессовых факторов, известен давно [4]. Но по мере того, как совершенствовались методы, используемые селекционерами в ходе отборов, пришли к пониманию важности оценки эффективности работы и морфологии не только наземной, но и подземной части растений [2, 3].

Строение корневой системы определяет не только рост и развитие растений, но и густоту стояния и наземную биомассу. Основная причина недооценки параметров подземной части растений при изучении селекционного материала сложность и трудоемкость таких исследований, особенно при учете комплекса признаков и влияния на них факторов среды [7, 9]. Появление оптических сканеров типа WinRHIZO определило бурное развитие знаний о подземной части растений ее структуре и роле в стрессовых условиях. Наиболее важные ее параметры число корней, их

объём, общая длина и диаметр. Вариабельность как межсортовая так и внутрисортовая по вышеперечисленным признакам показана во многих работах [6]. Источниками по признаку могут быть дикорастущие многолетние виды риса (например, *Oryza longistaminata*), обладающие более глубокой и эффективной корневой системой, известны также различия подвидов по строению корней [1].

Также установлено влияние стрессов на формирование корневой системы и в частности на длину корневой системы ее массу, диаметр корней, тип развития и расположения. Так засуха оказывала достоверное влияние на объём, но не установлено влияние этого стресса в фазу проростков на общую длину, длину наиболее крупных корней, их площадь. Диаметр же корней достоверно увеличивался до 0,43 мм, с 0,41 мм на контрольном варианте. Признак варьировал у сортов от 0,36 мм у генотипа COL-XXI до 0,48 мм у сортов IR65600 and IR09L324. Площадь поверхности корня изменялась от 147,68 см² у сорта IR49830 до 639,06 см² у образца СТ18237, со средним значением 427,00 см² при стрессе она становилась меньше (416,20 см²) [8].

Если воздействие стресса не превышает нормы реакции сорта, то корневая система устойчивых к стрессу сортов удлиняется и нарастает ее масса, при более сильном воздействии среднее значение признаков у всей популяции снижается [9].

Корреляционные связи между характеристиками корневой системы и рядом физиологических параметров были низкими ($R^2 = 0,10$), средние значения корреляций были характерны для параметров надземной и подземной части ($R^2 = 0,36$). Высокая линейная зависимость ($R^2 = 0,81$) была установлена между индексом засухоустойчивости и параметрами корневой системы [5]. Из вышеперечисленного можно заключить, что для повышения засухоустойчивости наиболее эффективен будет отбор по

признакам, характеризующим корневую систему, что в конечном итоге позволит решить проблемы отечественной селекции и семеноводства.

Цель нашей работы заключалась в оценке вариабельности мощности корневой системы у отечественных сортов риса для использования в селекции на продуктивность и устойчивость к неблагоприятным абиотическим факторам.

Материал и методика. Для наших исследований в качестве материала в 2022 году использовали образцы из рабочей коллекции «ФНЦ риса», а также образцы репродукции 2021 г., полученные в ходе интродукции. Изучали фенотипический полиморфизм по количественным и качественным признакам у сортов и коллекционных образцов риса в условиях Кубани.

Посев проводили сухими семенами в лизиметрах длиной 9 м, шириной 1 м, вручную, 25 - 26 мая 2022 г., залив осуществлен 28 мая, 8 июня получены всходы. В фазу всходов проводили окончательную расстановку, оставляя по 20 растений на рядок. Подкормку посевов проводили в два этапа.

Каждый лизиметр включал две повторности опыта. Условия, создаваемые в лизиметрах, различались для выявления вариабельности количественных признаков образцов риса следующим образом:

лизиметры 1 и 7 отличались от остальных сроками сева – ранним (25 апреля) и поздним (25 июня), соответственно;

лизиметр 2 и 3 отличались уровнем минерального питания – низким ($N_{120}P_{60}K_{60}$) и повышенным ($N_{240}P_{120}K_{120}$);

в остальных трех лизиметрах было создано загущение (40 растений на рядок) (номер 4), засоление (0,35% NaCl) в фазу кущения в номере 5 и недостаток поливной воды (засуха) в номере 6.

Контрастные условия должны были способствовать проявлению максимального размаха изменчивости по изучаемому признаку.

Результаты и обсуждение. В ходе работы был выявлен широкий размах вариабельности массы корневой системы у изучаемых образцов риса. Сорта Снежинка, Анаит, Жемчужина и Олимп продемонстрировали максимальные показатели по массе корня – 2,3; 2,2; 2,3 и 2,0 г, соответственно. Средняя масса корня более одного грамма наблюдалась у сортов риса Снежинка, Анаит, Жемчужина, Олимп, что указывает на высокую внутрисортную вариабельность изучаемого признака. Это свидетельствует о высокой эффективности возможного отбора. Для образцов Полевик, Виола, Гамма, Патриот и Фаворит была характерна низкая внутрисортная вариабельность, что указывает на невысокую вероятность успеха отбора по этому признаку (Таблица 1, рис. 1).

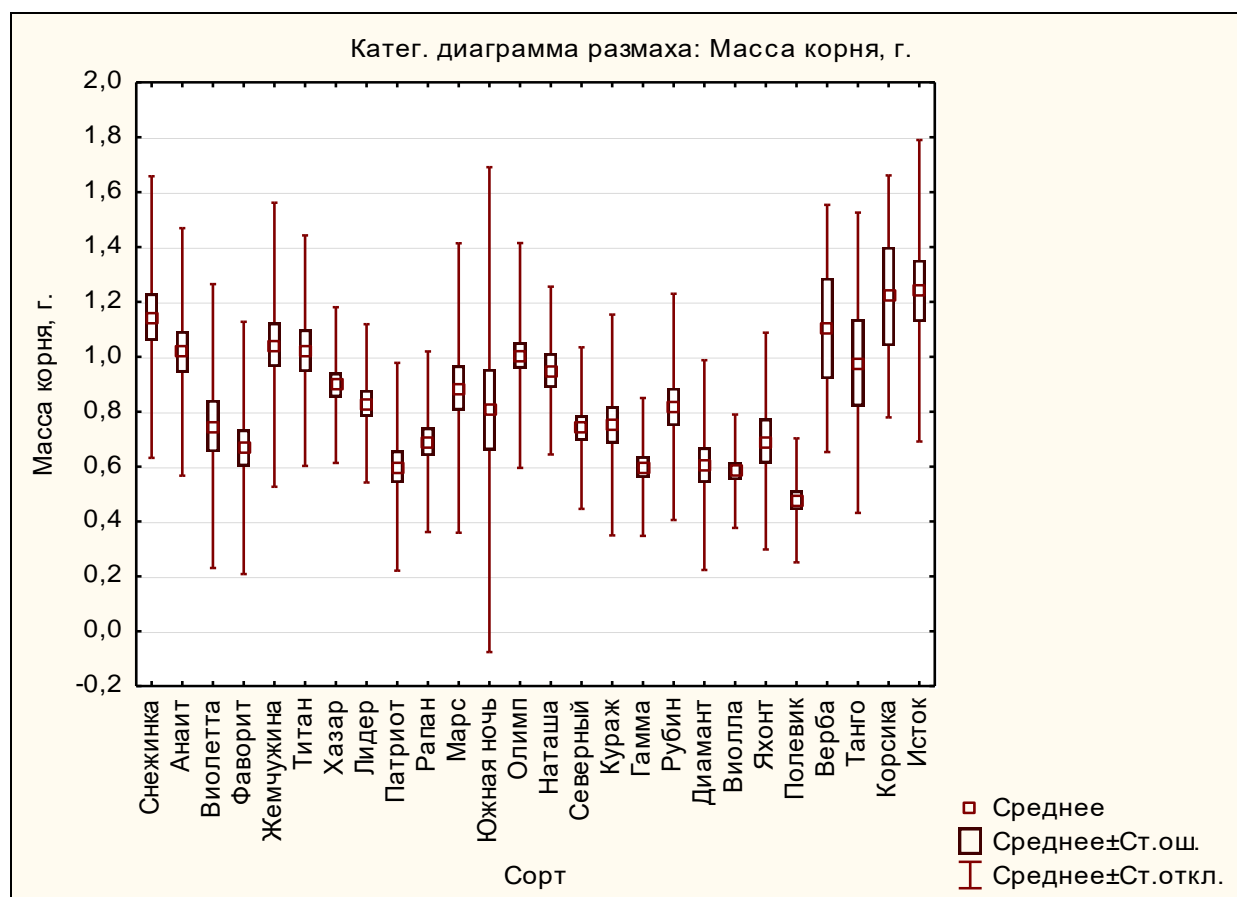


Рисунок 1 – Размах варьирования признака масса корня

Таблица 1 – Вариабельность признака «масса корня» у образцов риса, г

Сорт	Среднее	Минимальное значение	Максимальное значение	Ошибка средней
Исток	1,24	0,30	2,51	0,11
Корсика	1,22	0,51	1,9	0,18
Снежинка	1,14	0,25	2,25	0,09
Верба	1,1	0,64	1,9	0,18
Жемчужина	1,04	0,34	2,32	0,08
Анаит	1,02	0,15	2,15	0,08
Титан	1,02	0,47	1,77	0,08
Олимп	1,01	0,32	1,99	0,05
Танго	0,98	0,3	1,9	0,16
Наташа	0,95	0,43	1,64	0,06
Хазар	0,9	0,4	1,5	0,04
Марс	0,89	0,18	2,27	0,08
Лидер	0,83	0,39	1,42	0,05
Рубин	0,82	0,33	2,05	0,07
Южная ночь	0,81	0,15	2,7	0,15
Виолетта	0,75	0,15	1,35	0,09
Кураж	0,75	0,33	2,12	0,07
Северный	0,74	0,2	1,7	0,05
Рапан	0,69	0,3	1,66	0,05
Яхонт	0,69	0,3	1,8	0,08
Фаворит	0,67	0,15	2,05	0,07
Диамант	0,61	0,26	2,31	0,06
Патриот	0,6	0,2	2,56	0,06
Гамма	0,6	0,35	1,18	0,04
Виолла	0,58	0,27	1,05	0,03
Полевик	0,48	0,15	1	0,03
Среднее	0,82	0,15	1,70	0,02

На рисунке 1 видно, что невысоким значением признака также характеризуются сорта также образцы Виолетта, Северный, Фаворит. Не результативен будет отбор по признаку у сортов Полевик, Виолетта, Гамма, Хазар, Лидер. Для выделения источников по признаку объединили данные обо всех изучаемых параметрах на одном графике (рисунок 2). Из всего вышеперечисленного можно заключить, что источниками признака «масса корня» являются сорта: Снежинка, Жемчужина, Верба, Корсика. Высокая внутрисортная вариабельность у перечисленных образцов позволит увеличить значение признака.

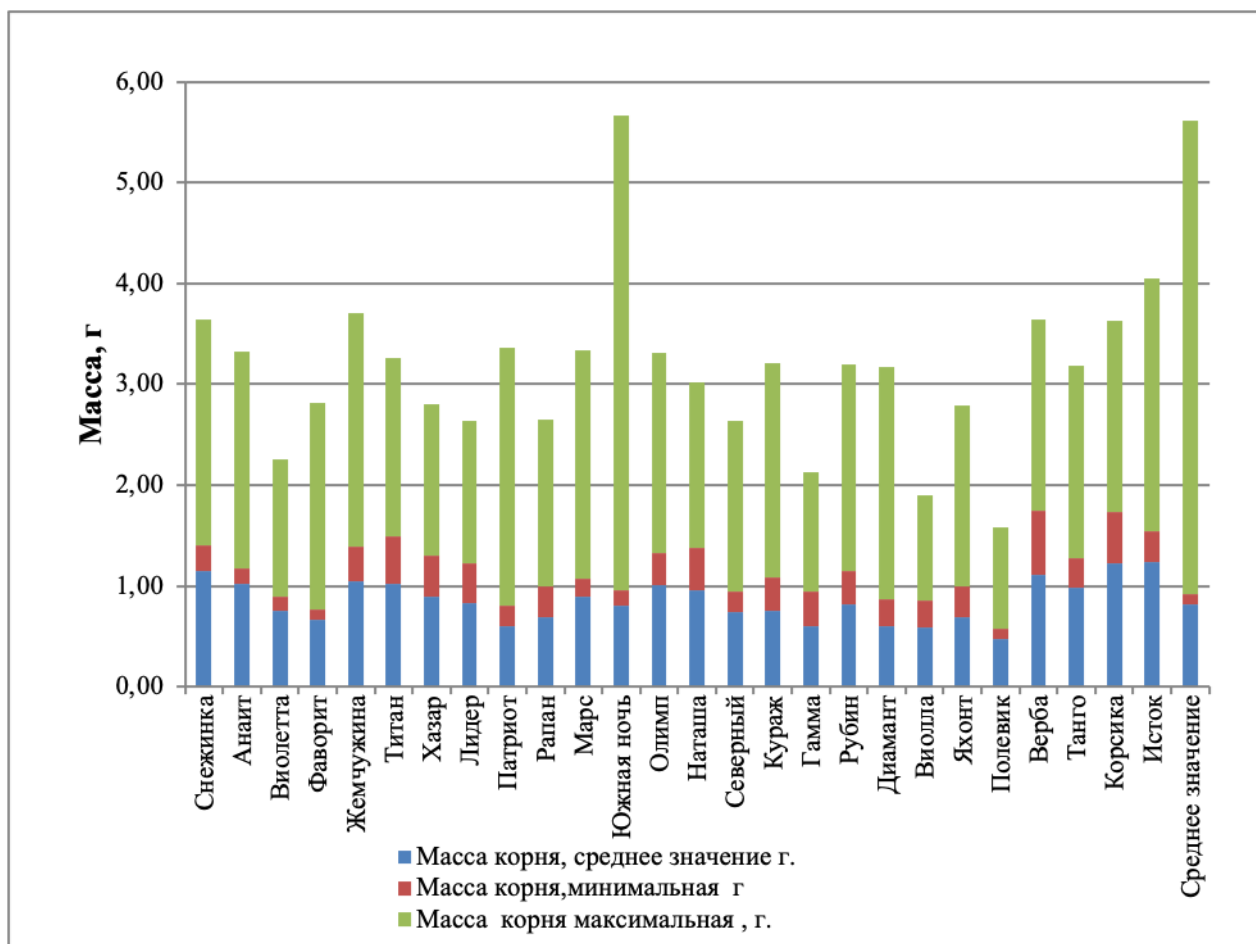


Рисунок 2 – Показатели массы корня у образцов риса отечественной селекции

Заключение. Изучение 26 сортов и сортообразцов риса отечественной селекции в контролируемых условиях лизиметрического опыта по признаку «масса корня» позволило продемонстрировать наличие существенной межсортовой изменчивости по данному признаку, имеющему решающее значение для адаптации к засухе и другим стрессовым условиям среды, а также для эффективного минерального питания растений. Выделены сорта с высокими показателями массы корня для использования в качестве доноров в дальнейшей селекционной работе – Снежинка, Анаит, Жемчужина и Олимп. У отдельных сортов выявлен широкий внутрисортовой полиморфизм по признаку масса корня, что позволит провести успешный отбор на увеличение признака, а также

выделены образцы (сорта Полевик, Виолетта, Гамма, Хазар, Лидер), где такой отбор будет неэффективен вследствие низкой вариабельности признака.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончарова, Ю. К. Изучение и использование дикорастущего африканского *Oryza longistaminata* в качестве донора признаков аллогамии в селекции культурного риса на гетерозис / Ю. К. Гончарова, С. В. Гончаров // Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучения генофонда важнейших сельскохозяйственных культур для решения приоритетных задач селекции : Тезисы докладов Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13–16 ноября 2001 года / Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова", 2001. – С. 253-255. – EDN UAKLAD.
2. Харитонов, Е. М. Совершенствование методов оценки селекционного материала риса / Е. М. Харитонов, Ю. К. Гончарова, А. Н. Иванов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 4. – С. 8-10. – EDN SGQIUL.
3. Харитонов, Е. М. Применение кластерного анализа для разделения сортов риса по реакции на изменение условий среды / Е. М. Харитонов, Ю. К. Гончарова, А. Н. Иванов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 6. – С. 32-35. – EDN SYJUXF.
4. Эстеразные спектры и адаптивная пластичность сортов риса / Ю. К. Гончарова, А. Н. Иванов, К. В. Князева, В. И. Глазко // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2007. – № 1. – С. 3-4. – EDN HYXNNJ..
5. Kakar, N.; Juma, S.H.; Redoña, E.D.; Warburton, M.L.; Reddy, K.R. Evaluating rice for salinity using pot-culture provides a systematic tolerance assessment at the seedling stage. *Rice* 2019, 12, 57.
6. Kakar, N.; Juma, S.H.; Sah, S.K.; Redoña, E.D.; Warburton, M.L.; Reddy, K.R. Genetic Variability Assessment of Tropical Indica Rice (*Oryza sativa* L.) Seedlings for Drought Stress Tolerance. *Plants* 2022, 11, 2332. <https://doi.org/10.3390/plants11182332>
7. Kim, Y.; Chung, Y.S.; Lee, E.; Tripathi, P.; Heo, S.; Kim, K.H. Root response to drought stress in rice (*Oryza sativa* L.). *Int. J. Mol. Sci.* 2020, 21, 1513.
8. Narciso, J.; Hossain, M. World Rice Statistics; IRRI: Los Baños, Philippines, 2002. Available online: <http://www.irri.org/science/ricestat> (accessed on 19 July 2017).
9. Prasad, R. Aerobic rice systems. *Adv. Agron.* 2011, 111, 207–247.

References

1. Goncharova, Y. K. Study and utilizing of wild african *Oryza longistaminata* as a donor of allogamy traits in cultivated rice breeding for heterosis / Y. K. Goncharova, S. V. Gontcharov // Geneticheskie resursy` kul`turny`x rastenij. Problemy` mobilizacii, inventarizacii, soxraneniya i izucheniya genofonda vazhnejshix sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur dlya resheniya prioritetny`x zadach selekcii : Tezisy` dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Sankt-Peterburg, 13–16/XI.2001./ – Sankt-Peterburg:

Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethnoe nauchnoe uchrezhdenie "Federal'nyj issledovatel'skij centr Vserossijskij institut geneticheskix resursov rastenij imeni N.I. Vavilova", 2001. – P. 253-255.

2. Haritonov, E. M. Sovershenstvovanie metodov ocenki selekcionnogo materiala risa / E. M. Haritonov, Y. K. Goncharova, A. N. Ivanov // Doklady` Rossijskoj akademii sel'skoxozyajstvenny`x nauk. – 2014. – № 4. – S. 8-10.

3. Haritonov, E. M. Primenenie klasternogo analiza dlya razdeleniya sortov risa po reakcii na izmenenie uslovij sredy` / E. M. Haritonov, Y. K. Goncharova, A. N. Ivanov // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skoxozyajstvenny`x nauk. – 2014. – № 6. – P. 32-35.

4. E`sterazny`e spektry` i adaptivnaya plastichnost` sortov risa / Y. K. Goncharova, A. N. Ivanov, K. V. Knyazeva, V. I. Glazko // Doklady` Rossijskoj akademii sel'skoxozyajstvenny`x nauk. – 2007. – № 1. – P. 3-4.

5. Kakar, N.; Jumaa, S.H.; Redoña, E.D.; Warburton, M.L.; Reddy, K.R. Evaluating rice for salinity using pot-culture provides a systematic tolerance assessment at the seedling stage. *Rice* 2019, 12, 57.

6. Kakar, N.; Jumaa, S.H.; Sah, S.K.; Redoña, E.D.; Warburton, M.L.; Reddy, K.R. Genetic Variability Assessment of Tropical Indica Rice (*Oryza sativa* L.) Seedlings for Drought Stress Tolerance. *Plants* 2022, 11, 2332. <https://doi.org/10.3390/plants11182332>

7. Kim, Y.; Chung, Y.S.; Lee, E.; Tripathi, P.; Heo, S.; Kim, K.H. Root response to drought stress in rice (*Oryza sativa* L.). *Int. J. Mol. Sci.* 2020, 21, 1513.

8. Narciso, J.; Hossain, M. World Rice Statistics; IRRI: Los Baños, Philippines, 2002. Available online: <http://www.irri.org/science/ricestat> (accessed on 19 July 2017).

9. Prasad, R. Aerobic rice systems. *Adv. Agron.* 2011, 111, 207–247.