

DOI 10.33775/1684-2464-2021-50-1-20-24  
УДК 633.18:631.531

Е. Ю. Гненный,  
М. А. Ткаченко,  
Г. Л. Зеленский, д-р с.-х. наук  
г. Краснодар, Россия

### РЕАКЦИЯ СОРТОВ РИСА НА РАЗЛИЧНУЮ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ВЛАГОЙ В ПЕРИОД ПРОРАСТАНИЯ

Рисоводческая отрасль является основным потребителем оросительной воды в Краснодарском крае. В засушливые годы, каковым был 2020 г., возникает дефицит воды для обеспечения риса необходимым объемом в течение всей вегетации. Один из путей снижения расхода воды при выращивании риса – это создание и использование сортов, устойчивых к недостатку влаги в период вегетативного роста растений. В статье представлены результаты лабораторного опыта по изучению реакции разнотипных сортов риса на различную обеспеченность влагой в период прорастания. Для исследования использованы сорта: крупнозерный Титан (подвид  *japonica*) и длиннозерные (подвид  *indica*) – белозерная Злата и краснозерный Марс. Установлено, что изученные сорта по-разному реагируют на обеспеченность влагой при прорастании. Сорт Злата показал лучшие результаты, в сравнении с сортами Марс и Титан, по энергии прорастания, всхожести и длине корешков у проростков при достаточно полном обеспечении влагой. Сорт Титан оказался лучшим по изучаемым параметрам при дефиците влаги. У Титана с 3-го дня после начала прорастания семян на корешках образовались корневые волоски, которые, очевидно, помогали всасывать влагу. Поэтому в варианте с недостаточным увлажнением у Титана оказались лучшие показатели по энергии прорастания, всхожести и длине корешков, чем у длиннозерных сортов риса.

**Ключевые слова:** рис, сорт, корневые волоски, энергия прорастания, всхожесть, дефицит влаги при прорастании, устойчивость к засухе.

#### Введение

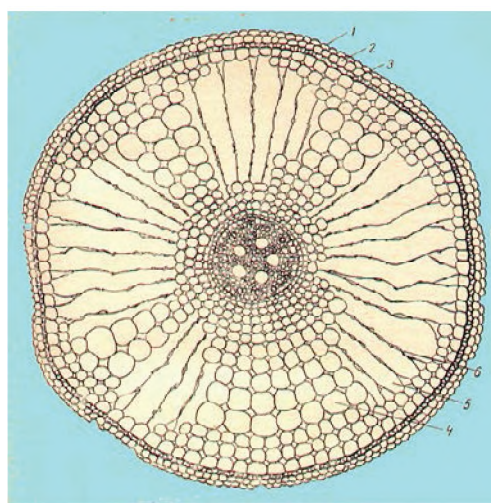
Рис (*Oryza sativa* L.) является одним из наиболее распространенных культурных злаков в мировой сельскохозяйственной практике. В большинстве стран, включая Россию, рис принято возделывать при слое воды. Технология возделывания риса при слое воды оказала влияние на морфологическое и анатомическое строение растения в связи с недостаточным содержанием кислорода в затопленных почвах. По отношению к влажности рис относится к экологической группе светолубивых гигрофитов, корни и стебли которых снабжены

аэренхимой – воздухоносной тканью с увеличенными межклетниками и полостями. Механическая ткань, эпидерма и кутикула у таких растений развиты слабо, корни обычно маловетвящиеся [13]. В условиях затопления корни риса, находящиеся в поверхностном слое почвы, не имеют корневых волосков как у сухолюбивых культур и развиваются по типу водных растений [2].

В период прорастания зерновок риса образуется главный зародышевый корешок, а после появления зеленого листа формируются придаточные корни первичной корневой системы. Во время кущения



Корни риса:  
1 – при увлажнении;  
2 – при затоплении



Разрез корня риса:  
5 - аэренхима

а

б

Рисунок 1. Развитие корневой системы риса в разных условиях (а); аэренхима корня риса (б) [4]

возникают вторичные корни, которые образуют мочковатую корневую систему. Если растения риса растут при увлажнении без слоя воды, то их корни покрыты, как у суходольных злаков, корневыми волосками (рис. 1 а). Корни риса, растущего при слое воды, не имеют волосков и формируют воздухоносную ткань – аэренхиму (рис. 1 б), которая является проводником кислорода из надземных органов в почву. Это позволяет растению риса нормально развиваться при затоплении [4].

Корни, выполняя свою непосредственную функцию, участвуют в поступлении питательных веществ и воды, синтезе гормонов растений, органических кислот и аминокислот и закреплении растений в почве. Морфология и физиология корней тесно связаны с ростом и развитием надземной части растения [9, 17].

Проведенная сравнительная оценка анатомии корней риса, пшеницы и типичного водного растения – водного гиацинта (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) показала, что в начале вегетационного периода по своему строению корни риса не формируются по типу водных растений, а, наоборот, стоят ближе к типу корней обычных суходольных растений. Только после продолжительного затопления поля слоем воды, корни риса начинают приобретать черты, приближающие их по анатомическому строению и морфологии к корням типично водных растений – гидрофитов [1].

По мере увеличения населения мира спрос на зерновые культуры, включая рис, значительно возрастает. Это требует дополнительных запасов пресной воды для орошения рисовых полей. Из-за дефицита этих запасов в ряде стран проводятся разносторонние исследования по изучению генетических ресурсов риса в связи с физиологической и морфобиологической реакцией растений на недостаток влаги во время вегетации [10, 11].

В целях снижения расхода воды для выращивания риса в ряде стран Азии испытывается метод управления водными ресурсами – безопасное чередование увлажнения и подсушивания почвы (AWD). К настоящему времени влияние AWD на рост растений, урожайность и качество зерна риса изучено недостаточно [15]. Стресс из-за засухи является основным препятствием для выращивания риса по системе AWD. Засуха негативно влияет на уровень урожайности риса и его стабильность во многих богарных регионах Азии, Африки и Южной Америки [14]. И все же использование сортов риса, выдерживающих попеременное увлажнение и подсушивание почвы на вегетативной стадии роста растений, позволяет получать урожай не ниже, чем по технологии с использованием непрерывного затопления рисовых полей [16]. В число сортов, выносливых к условиям засухи, входит IR-64, созданный в Международном институте риса [12]. Исследования по подбору сортов риса, способных расти при дефици-

те воды, ведутся и в Российской Федерации [7]. Засуха на юге европейской части России летом 2020 г. усилила актуальность таких исследований.

#### Цель исследований

Изучить реакцию сортов риса на разную обеспеченность влагой в период прорастания в условиях лабораторного опыта.

#### Материалы и методы

Материалом для исследования послужили семена трех разнотипных среднеспелых сортов риса российской селекции: крупнозерный Титан (подвид *japonica*) и длиннозерные (подвид *indica*) – Злата, с белым зерном и Марс, с красным перикарпом зерна [4, 5, 6].

Опыты закладывали в соответствии с методикой, принятой для риса [8]. Семена сортов риса помещали в растильни по 100 штук в каждую на 2 слоя фильтровальной бумаги. Сверху семена накрывали слоем такой же бумаги и заливали водой согласно схемы опыта (табл. 1). Повторность в опыте трехкратная.

Таблица 1. Схема лабораторного опыта

| Вариант      | Сорт                               |      |       |
|--------------|------------------------------------|------|-------|
|              | Злата                              | Марс | Титан |
| 1 - контроль | Вода: 200 мл + 100 мл на 3-е сутки |      |       |
| 2            | Вода: 200 мл                       |      |       |
| 3            | Вода: 100 мл                       |      |       |

Перед установкой в термостат, в растильни контрольного и второго варианта опыта было залито по 200 мл воды, а в третьем варианте – 100 мл. Контроль за количеством воды в растильнях проводился ежедневно. На 3-е сутки количество воды в контрольном и втором варианте было в пределах 130-150 мл, а в третьем варианте около 50 мл. В растильню контрольного варианта было дополнительно долито 100 мл воды. На момент завершения опыта на 7-е сутки в растильне контрольного варианта фильтровальная бумага была частично залита водой, а во втором варианте обильно смочена. В третьем варианте фильтровальная бумага была слегка влажной.

На 4-е сутки опыта определяли энергию прорастания – количество нормально проросших семян в лабораторном термостате при температуре 28 °С. Лабораторную всхожесть определяли на 7-е сутки, а также измеряли длину зародышевого корешка. Данные обрабатывали методами биометрической статистики [3].

#### Результаты и обсуждение

В ходе выполнения лабораторного опыта было отмечено различие по изучаемым параметрам как между вариантами в зависимости от обеспеченности влагой, так и между сортами Злата, Марс и Титан (табл. 2).

**Таблица 2. Энергия прорастания, всхожесть семян и длина корешков сортов риса в зависимости от различной обеспеченности влагой, 2020 г.**

| Вариант           | Сорт  | Энергия прорастания, % | Всхожесть, % | Длина корешка, см |
|-------------------|-------|------------------------|--------------|-------------------|
| 1 - контроль      | Злата | 89                     | 97           | 8                 |
|                   | Марс  | 87                     | 95           | 6                 |
|                   | Титан | 85                     | 94           | 7                 |
| 2                 | Злата | 83                     | 93           | 7                 |
|                   | Марс  | 80                     | 92           | 5                 |
|                   | Титан | 83                     | 87           | 6                 |
| 3                 | Злата | 75                     | 83           | 6                 |
|                   | Марс  | 71                     | 85           | 5                 |
|                   | Титан | 78                     | 87           | 7                 |
| НСР <sub>05</sub> |       | 1,26                   | 1,17         | 0,32              |

Рассматривая данные таблицы 2 по вариантам, видим, что наилучшие показатели по энергии прорастания, всхожести и длине корешков все три сорта показали в первом (контрольном) варианте, при избытке влаги в растильнях. Во втором и третьем вариантах, с уменьшением количества воды в растильнях, все три изучаемых показателя у каждого сорта достоверно снижаются.

При анализе данных по сортам выявляется, что в контрольном и втором вариантах, с 200 мл воды, сорт Злата достоверно превосходит сорта Марс и Титан по показателям энергии прорастания и всхожести. Самые низкие результаты по обоим показателям у сорта Титан. Сорт риса Марс имеет промежуточные результаты. Но в третьем варианте опыта, при наименьшей влагообеспеченности, сорт Титан по энергии прорастания и по всхожести достоверно превзошел оба длиннозерных сорта.

Измерение длины корешков на 7-е сутки опыта выявило, что лучшие показатели были у сорта Злата в первом и втором варианте. Сорт Титан в этих вариантах был вторым, а Марс – третьим. А вот в третьем варианте, при дефиците влаги, длина корешка была наибольшей у сорта Титан. Злата оказалась второй, а Марс – третьим.

При осмотре корешков изучаемых сортов был зафиксирован интересный факт в третьем ва-

рианте. Уже на 3-е сутки у сорта риса Титан при недостаточном увлажнении активно развивались корневые волоски по всей длине корня. Это стало особенно хорошо видно на 7-е сутки. Корневые волоски располагались по всему корешку равномерно друг от друга на расстоянии 1-2 мм и имели длину 3-5 мм (рис. 2). Это была явно выраженная реакция сорта на нехватку влаги. Из этого следует, что сорт Титан в данных условиях начал развивать корневую систему по суходольному типу.

Появление корневых волосков у сорта риса Титан при недостатке влаги позволило ему более эффективно потреблять воду. Это привело к улучшению показателей энергии прорастания, всхожести и длины корешков по сравнению с сортами Злата и Марс.

На корешках проростков сортов риса Злата и Марс корневые волоски не появлялись. Такой реакции на недостаток влаги, как у сорта Титан, у них не наблюдалось (рис. 3, 4). Корешки проростков длиннозерных сортов во всех трех вариантах были идентичными.

Из этого наблюдения можно высказать предположение, что у изученных длиннозерных сортов риса менее развит механизм реагирования на недостаточное увлажнение. Для подтверждения этого предположения целесообразно провести изучение широкого набора сортов риса обоих подвидов.



**Рисунок 2. Проростки сорта риса Титан**



**Рисунок 3. Проростки сорта риса Злата**





**Рисунок 4. Проростки сорта риса Марс**

### Выводы

1. Изученные разнотипные сорта риса Злата, Марс и Титан по-разному реагируют на обеспеченность влагой в период прорастания.

2. При достаточном обеспечении влагой при прорастании семян риса лучшие показатели энергии прорастания, всхожести и длины корешков получены у длиннозерного белозерного сорта Злата.

3. У крупнозерного сорта риса Титан при недостатке влаги уже на 3-й день после начала прорастания семян на корнях появились корневые волоски, которые, очевидно, позволили ему в этих условиях превзойти сорта Злата и Марс по показателям энергии прорастания, всхожести и длины корешка.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин, Е. П. Рис / Е. П. Алешин, Н. Е. Алешин. – М.: Заводская правда, 1993. – 504 с.
2. Ганиев, М. А. Особенности морфологии и анатомии риса при периодических поливах / М. А. Ганиев, И. П. Кружилин, К. А. Родин // Орошаемое земледелие. – 2014. – № 2. – С. 15-16.
3. Дзюба, В. А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В. А. Дзюба // Методические рекомендации. Краснодар, 2007. – 76 с.
4. Зеленский, Г. Л. Рис: биологические основы селекции и агротехники: монография / Г. Л. Зеленский. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 238 с.
5. Зеленский, Г. Л. К проблеме создания и внедрения высококачественных длиннозерных сортов риса / Г. Л. Зеленский, Н. Г. Туманьян, О. В. Зеленская, Н. В. Остапенко, А. А. Кочубей // АгроСнабФорум. – 2015. – № 11 (139). – С. 62-66.
6. 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. – № 3(22). – С. 296-303.
7. Костылев, П. И. Сравнительная оценка урожайности суходольных образцов риса при разных режимах орошения / П. И. Костылев, А. В. Аксенов, Е. В. Краснова, Е. В. Дубина // Рисоводство. – 2020. – № 4 (49). – С. 22-27.
8. Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Агрод. – Краснодар, 1972. – 156 с.
9. Counce, P. A. Rice physiology / P. A. Counce, D. R. Gealy, S. J. S. Sung // In: Smith, C. W., comps., eds. Rice. New York, 2002. – NY: John Wiley and Sons Ltd. – P. 129-152.
10. Gowda, V. R. P. Root biology and genetic improvement for drought avoidance in rice / V. R. P. Gowda, A. Henry, A. Yamauchi, H. E. Shashidhar, R. Serraj // Field Crops Research. – 2011. – V. 122. – Is.1. – P. 1-13. DOI:10.1016/j.fcr.2011.03.001.
11. Henry, A. Root attributes affecting water uptake of rice (*Oryza sativa*) under drought / A. Henry, A. J. Cal, T. C. Batoto, R. O. Torres, R. Serraj // Journal of Experimental Botany. – 2012. – V. 63. – Is. 13. – P. 4751-4763. DOI: 10.1093/jxb/ers150
12. Kato, Y. Physiological characterization of introgression lines derived from an indica rice cultivar, IR64, adapted to drought and water-saving irrigation / Y. Kato, A. Henry, D. Fujita, K. Katsura, N. Kobayashi, R. Serraj // Field Crops Research. – 2011. – V. 123. – Is. 2. – P. 130-138.
13. Mostajeran, A. Drought stress effects on root anatomical characteristics of rice cultivars (*Oryza sativa* L.) / A. Mostajeran, V. Rahimi-Eichi // Pakistan Journal of Biological Sciences. – 2008. – V. 11. – P. 2173-2183.
14. Nguyen, H. T. Breeding for drought resistance in rice: physiology and molecular genetics considerations / H. T. Nguyen, R. C. Babu, A. Blum // Crop Science. – 1997. – V. 37. – № 5. – P. 1426-1434.
15. Norton, G. J. Impact of alternate wetting and drying on rice physiology, grain production, and grain quality / G. J. Norton, M. Shafei, A. J. Travis, C. M. Deacon, J. Danku, D. Pond, A. H. Price // Field Crops Research. – 2017. – V. 205. – P. 1-13.
16. Thakur, A. K. Effects on rice plant morphology and physiology of water and associated management practices of the system of rice intensification and their implications for crop performance / A. K. Thakur, S. Rath, D. U. Patil, A. Kumar // Paddy and water Environment. – 2011. – V. 9. – № 1. – P. 13-24.
17. Yang, J. Relationships of rice root morphology and physiology with the formation of grain yield and quality and the nutrient absorption and utilization / J. Yang // Scientia Agricultura Sinica. – 2011. – T. 44. – № 1. – С. 36-46.

### REFERENCES

1. Aleshin, E. P. Rice / E. P. Aleshin, N. E. Aleshin. – M.: Zavodskaya Pravda, 1993. – 504 p.
2. Ganiev, M. A. Features of rice morphology and anatomy during periodic watering / M. A. Ganiev, I. P. Kruzhiilin, K. A. Rodin // Irrigated agriculture. – 2014. – № 2. – P. 15-16.
3. Dzyuba V.A. Multi-factor experiments and methods of biometric analysis of experimental data / V.A. Dzyuba. – Kras-

nodar, 2007 . - 76 p.

4. Zelensky, G. L. Rice: biological foundations of breeding and agricultural technology: monograph / G. L. Zelensky. - Krasnodar: KubSAU, 2016 . - 238 p.

5. Zelenskij, G.L. To the issue of development and introduction of high-quality long-grain rice varieties / G.L. Zelenskij, N.G. Tumanyan, O.V. Zelenskaya, N.V. Ostapenko, A.A. Kochu-bej // AgroSnabForum. – 2015. – № 11 (139). – P. 62-66.

6. Zelenskaya, O. V. Genetic resources of rice (*Oryza sativa* L.) with stained grain pericarp / O. V. Zelenskaya, G. L. Zelensky, N. V. Ostapenko, N. G. Tumanyan // Vavilovskiy journal of genetics and breeding. - 2018. - V. 22. - № 3. - P. 296-303.

7. Kostylev, P.I. Comparative assessment of the productivity of upland rice samples under different irrigation regimes / P.I. Kostylev, A.V. Aksenov, E.V. Krasnova, E.V. Dubina // Rice growing. - 2020. - № 4 (49). - P. 22-27.

8. Smetanin, A. P. Methods of experimental work on breeding, seed production, seed science and quality control of rice seeds / A. P. Smetanin, V. A. Dzyuba, A. I. Aprod. - Krasnodar: Publishing house, 1972 . - 156 p.

9. Counce, P.A. Rice physiology / P. A. Counce, D. R. Gealy, S. J. S. Sung // In: Smith, CW, comps., eds. Rice. New York, 2002. NY: John Wiley and Sons Ltd. – P. 129-152.

10. Gowda, V.R.P. Root biology and genetic improvement for drought avoidance in rice / V.R.P. Gowda, A. Henry, A. Yamuchi, H.E. Shashidhar, R. Serraj // Field Crops Research. – 2011. – V. 122. - Is.1. - P. 1-13. DOI:10.1016/j.fcr.2011.03.001.

11. Henry, A. Root attributes affecting water uptake of rice (*Oryza sativa*) under drought /A. Henry, A.J. Cal, T.C. Batoto, R.O. Torres, R. Serraj // Journal of Experimental Botany. – 2012. – V. 63. – Is. 13. – P. 4751-4763. DOI: 10.1093/jxb/ers150

12. Kato, Y. Physiological characterization of introgression lines derived from an indica rice cultivar, IR64, adapted to drought and water-saving irrigation / Y. Kato, A. Henry, D. Fujita, K. Katsura, N. Kobayashi, R. Serraj // Field Crops Research. – 2011. – V. 123. – Is. 2. – P. 130-138.

13. Mostajeran, A. Drought stress effects on root anatomical characteristics of rice cultivars (*Oryza sativa* L.) / A. Mostajeran, V. Rahimi-Eichi // Pakistan Journal of Biological Sciences. - 2008. – V. 11. – P. 2173-2183.

14. Nguyen, H.T. Breeding for drought resistance in rice: physiology and molecular genetics considerations / H. T. Nguyen, R. C. Babu, A. Blum // Crop Science. – 1997. – V. 37. – №. 5. – P. 1426-1434.

15. Norton, G.J. Impact of alternate wetting and drying on rice physiology, grain production, and grain quality / G. J. Norton, M. Shafaei, A. J. Travis, C. M. Deacon, J. Danku, D. Pond, A. H. Price // Field Crops Research. – 2017. – V. 205. – P. 1-13.

16. Thakur, A.K. Effects on rice plant morphology and physiology of water and associated management practices of the system of rice intensification and their implications for crop performance / A. K. Thakur, S. Rath, D. U. Patil, A. Kumar // Paddy and water Environment. – 2011. – V. 9. – №. 1. – P. 13-24.

17. Yang, J. Relationships of rice root morphology and physiology with the formation of grain yield and quality and the nutrient absorption and utilization / J. Yang // Scientia Agricultura Sinica. – 2011. – T. 44. – №. 1. – P. 36-46.

#### **Гненный Евгений Юрьевич**

Младший научный сотрудник отдела селекции  
E-mail: g.gheka@gmail.com

#### **Gnennyu Evgeny Yurievich**

Younger Researcher of the Breeding Department  
E-mail: g.gheka@gmail.com

#### **Зеленский Григорий Леонидович**

Главный научный сотрудник отдела селекции  
E-mail: zelensky08@mail.ru

#### **Zelensky Grigory Leonidovich.**

Chief Researcher of the Breeding Department  
E-mail: zelensky08@mail.ru

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»

350921, Россия, г. Краснодар, Белозерный, 3

All: FSBSI “FNC of rice”

3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

#### **Ткаченко Максим Андреевич**

Младший научный сотрудник  
отдела агротехнологий

#### **Tkachenko Maxim Andreevich**

Younger Researcher of the Department  
of Agricultural Technologies

ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»,  
350012 г. Краснодар-12, КНИИСХ ЦУ

FSBSI «National Grain Center named  
After P.P. Lukyanenko»,  
350012 Krasnodar-12, KNIISH C/B