РИСОВОДСТВО
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1684-2464

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр риса»
Издается с 2002 года. Периодичность – 4 выпуска в год

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, на соискание ученой степени кандидата наук. Дата включения издания в перечень – 6 июня 2017 года.

Главный редактор - **С.В. Гаркуша (ФГБНУ «ФНЦ риса») -** член-корреспондент РАН, д-р с.-х. наук
Заместитель главного редактора – **В.С. Ковалев (ФГБНУ «ФНЦ риса») -** д-р с.-х. наук, профессор
Научный редактор – **Н.Г. Туманьян (ФГБНУ «ФНЦ риса») -** д-р биол. наук, профессор

Редакционная коллегия:

4.1.1. Общее земледелие, растениеводство
(сельскохозяйственные науки, биологические науки)
И.Б. Аблова (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко») - член-корреспондент РАН, д-р с.-х. наук
В.А. Ладатко (ФГБНУ «ФНЦ риса») - канд. с.-х. наук
Е.М. Харитонов (ФГБНУ «ФНЦ риса») - академик РАН, д-р соц. наук

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений
(сельскохозяйственные науки, биологические науки)
Джао Ньянли (Ляонинская Академия с.-х. наук, Китай) - Ph.D
Е.В. Дубина (ФГБНУ «ФНЦ риса») - профессор РАН, д-р биол. наук
Л.В. Есаулова (ФГБНУ «ФНЦ риса») - канд. биол. наук
Г.Л. Зеленский (ФГБНУ «ФНЦ риса») - д-р с.-х. наук, профессор
П.И. Костылев (ФГБНУ «АНЦ «Донской») - д-р с.-х. наук, профессор
Массимо Билони (Итальянская экспериментальная рисовая станция) - Ph.D
Ж.М. Мухина (ФГБНУ «ФНЦ риса») - д-р биол. наук
М.А. Скаженник (ФГБНУ «ФНЦ риса») - д-р биол. наук
А.И. Супрунов (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко») - д-р с.-х. наук

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
(сельскохозяйственные науки, биологические науки)
Т.Ф. Бочко (ФГБОУ ВО «КубГУ») - канд. биол. наук
А.Х. Шеуджен (ФГБНУ «ФНЦ риса») - академик РАН, д-р биол. наук
О.А. Гуторова (ФГБОУ ВО «КубГАУ им. И. Т. Трубилина») - д-р биол. наук
О.А. Подколзин (ФГБУ «ЦАС Краснодарский») - член-корреспондент РАН, д-р с.-х. наук

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки, биологические науки, технические)
И.А. Ильина (ФГБНУ СКФНЦСВВ) - д-р техн. наук
С.В. Королева (ФГБНУ «ФНЦ риса») - канд. с.-х. наук
А.В. Солдатенко (ФГБНУ «ФНЦ овощеводства») - академик РАН, д-р с.-х. наук
О.Н. Пышная (ФГБНУ «ФНЦ овощеводства») - д-р с.-х. наук

4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика
(сельскохозяйственные, биологические, технические)
Н.Н. Дубенок (ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева») - академик РАН, д-р с.-х. наук
С.В. Кизинек (ФГБНУ «ФНЦ риса», РПЗ «Красноармейский им. А.И. Майстренко») - д-р с.-х. наук
Ю.В. Чесноков (ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт») - член-корреспондент РАН, д-р биол. наук

Переводчик: **И.С. ПАНКОВА** (ФНЦ риса)
Корректор: **С.С. ЧИЖИКОВА** (ФНЦ риса)

Адрес редакции:
350921, Россия, Краснодар, Белозерный, 3
E-mail: arrri_kub@mail.ru, «В редакцию журнала»
Научный редактор: тел.: (861) 229 – 42 – 66

Свидетельство о регистрации СМИ № 019255 от 29.09.1999, выдано Государственным комитетом РФ по печати.

В журнале публикуются оригинальные статьи проблемного и научно-практического характера, представляющие собой результаты исследований по физиологии, биотехнологии, биохимии, агрохимии; методические рекомендации по использованию сортов в различных почвенно-климатических регионах; сообщения о селекционных и семеноводческих достижениях; рассмотрение производственных и экономических проблем отрасли; а также обзорные, систематизирующие, переводные статьи, рецензии.

RICE GROWING
SCIENTIFIC RESEARCH AND PRODUCTION MAGAZINE

Founder: Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Rice Centre»
Published since 2002. Periodicity 4 issues a year

Journal is included into List of Leading peer-reviewed journals and publications, where basic scientific results of doctoral dissertations and Ph.D. dissertations should be published. Date of issue inclusion into the list – Juny 6th 2017.

Chief editor - **S.V. Garkusha (FSBSI "FSC of Rice")** - Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture
Deputy Chief Editor - **V.S. Kovalev (FSBSI "FSC of Rice")** - Dr. of agriculture, professor
Scientific editor - **N.G. Tumanyan (FSBSI "FSC of Rice")** - Dr. of biology, professor

Editorial board:

4.1.1. General agriculture, crop production
(agricultural sciences, biological sciences)
I.B. Ablova (FSBSI "NGCenter named after P.P. Lukyanenko") - Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture
V.A. Ladatko (FSBSI "FSC of Rice") - Ph.D. in agriculture
E.M. Kharitonov (FSBSI "FSC of Rice") - Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Social Sciences.

4.1.2. Breeding, seed production and biotechnology of plants
(agricultural sciences, biological sciences)
Zhao Nianli (Liaoning Academy of Agricultural Sciences, China) - Ph.D.
E.V. Dubina (FSBSI "FSC of Rice") - Professor of the Russian Academy of Sciences, Dr. of biology
L.V. Esaulova (FSBSI "FSC of Rice") - Ph.D. in biology
G.L. Zelensky (FSBSI "FSC of Rice") - Dr. of agriculture, professor
P.I. Kostylev (FSBSI "ARC "Donskoy") - Dr. of agriculture, professor
Massimo Biloni (Italian Rice Experimental Station) - Ph.D.
Zh.M. Mukhina (FSBSI "FSC of Rice") - Dr. of biology
M.A. Skazhennik (FSBSI "FSC of Rice") - Dr. of biology
A.I. Suprunov (FSBSI "NGC named after P.P. Lukyanenko") - Dr. of agriculture

4.1.3. Agrochemistry, agrosoil science, plant protection and quarantine
(agricultural sciences, biological sciences)
T.F. Bochko (FSBEI HE "KubSU") - Ph.D. in biology
A.Kh. Sheudzhen (FSBSI "FSC of Rice") - Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of biology
O.A. Gutorova (FSBEI HE "KSAU named after I. T. Trubilin") - Dr. of biology
O.A. Podkolzin (FSBI "CAS "Krasnodarsky") - Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture

4.1.4. Horticulture, vegetable growing, viticulture and medicinal crops
(agricultural sciences, biological sciences, technical sciences)
I.A. Ilyina (FSBSI NCFS for Horticulture, Viticulture, Winery) - Dr. of technical science
S.V. Koroleva (FSBSI "FSC of Rice") - Ph.D. in agriculture
A.V. Soldatenko (FSBSI " FSC of Vegetable Growing ") - Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture
O.N. Pyshnaya (FSBSI " FSC of Vegetable Growing ") - Dr. of agriculture

4.1.5. Land reclamation, water management and agrophysics
(agricultural sciences, biological sciences, technical sciences)
N.N. Dubenok («RSAU Moscow **Timiryazev Agricultural Academy») -** Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture
S.V. Kizinek (FSBSI "FSC of Rice", Rice farm "Krasnoarmeisky named after A.I. Maistrenko") - Dr. of agriculture
Yu.V. Chesnokov (FSBSI "Agrophysical Research Institute") - Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of biology

Interpreter **I. S. PANKOVA** (FSC of rice)
Proofreader: **S.S. CHIZHIKOVA** (FSC of rice)

Address:
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia
E-mail: arrri_kub@mail.ru, «Attn. Editors of the Magazine»
Scientific Editor: tel. (861) 229 – 42 – 66

Mass Media Registration Certificate № 019255 dd. 29.09.1999, issued by National Press Committee of the Russian Federation.

The magazine features original articles addressing problem areas and applied scientific research results (namely, those related to physiology, biotechnology, biochemistry and agrochemistry); methodological recommendations on the use of rice varieties in various soil and climatic regions; reports on breeding and seed growing achievements; reviews of production and financial issues faced by the industry; overviews, systematizations, translations and reviews of articles.

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Туманьян Н. Г.
Вопросы стандартизации в области качества зерна в 2021-2023 гг. на едином экономическом пространстве (обзор) 6

Туманьян Н. Г., Гаркуша С. В., Кумейко Т. Б., Ольховая К. К.
Качество зерна сортов риса на государственнных сортоучастках Краснодарского края в 2020, 2021 гг. 14

Шеуджен А. Х., Бондарева Т. Н., Харченко П. Н., Петрик Я. Б.
Влияние микроэлементов на интенсивность фотосинтеза и фотосинтетическую активность хлорофилла листьев риса 23

Остапенко Н. В., Чинченко Н. Н., Джамирзе Р. Р.
Селекция и первичное семеноводство риса и других культур (обзор) 29

Белоусов И.Е.
Оценка изменения эффективного плодородия рисовых почв при помощи системы индексов 37

Дорн Ю.А., Лой Н.Н., Павлов А.Н., Санжарова Н.И., Чиж Т.В.
Исследование влияния гамма-излучения на радиочувствительность рисового долгоносика 44

Кушнир А. И., Дубина Е. В., Горун О. Л.
Идентификация гена *Tm*2^2 (*Tm-2a*), обеспечивающего устойчивость томатов к Nicotiana virus, с использованием SNP-маркеров 48

Шеуджен А. Х., Перепелин М. А.
Азотный статус растений и продуктивность рисового агроценоза при применении карбамида UTEC 57

СОДЕРЖАНИЕ

Козлова И.В., Пищулин Г.В.
Результаты оценки коллекционного материала фасоли овощной в условиях Краснодарского края 64

Зеленский Г. Л., Зеленская О. В., Подрез Е. В.
К вопросу о лечебно-диетических свойствах глютинозного риса (обзор) 70

Джамирзе Р. Р., Баштовой И. Н., Слабченко А. С.
Посевные качества семян как фактор, определяющий урожайность риса (обзор) 77

Корж С. О., Горун О. Л., Явцева Е. И., Дубина Е. В., Милованов А. В., Истомин Н. К., Елисютикова А. В., Савенкова Д. С., Назаров А. Л.
Анализ генотипов томата с использованием *iPBS* маркеров 82

Чижикова С. С., Папулова Э. Ю., Ладатко М. А., Зеленский Г. Л., Туманьян Н. Г.
Технологические признаки качества зерна риса в связи с дозами азотных удобрений и нормами высева семян 97

Джамирзе Р. Р.
Конгресс молодых ученых 108

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Королева С.В.

TABLE OF CONTENTS

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

Tumanyan N. G.
Issues of standardization in the field of grain quality in 2021-2023 in the single economic space (review) 6

Tumanyan N. G., Kumeyko T. B., Olkhovaya K. K.
Grain quality of rice varieties on state test plots of Krasnodar region in 2020, 2021 14

Sheudzen A. K., Bondareva T. N., Kharchenko P. N., Petric Y. B.
Effect of microelements on photosynthetic rate and photosynthetic activity of rice leaves chlorophyll 23

Ostapenko N. V., Chinchenko N. N., Dzhamirze R. R.
Breeding and primary seed production of rice and other crops (review) 29

Belousov I. E.
Evaluation of changes in the effective fertility of rice soils using the system of indexes 37

Dorn Y. A., Loy N. N., Pavlov A. N., Sanzharova N. I., Chizh T. V.
Study of the effect of gamma radiation on the radiosensitivity of rice weevil 44

Kushnir A. I., Dubina E. V., Gorun O. L.
Identification of the *Tm*2^2 gene providing resistance of tomatoes to Nicotiana virus using SNP-markers 48

Sheudzhen A. K., Perepelin M. A.
Nitrogen status of plants and productivity of rice agrocenosis when applying UTEC urea 57

TABLE OF CONTENTS

Kozlova I. V., Pishchulin G. V.
The results of the evaluation of the collection material of vegetable beans in the conditions of the Krasnodar territory 64

Zelensky G. L., Zelenskaya O. V., Podrez E. V.
On the healing and dietary properties of glutinous rice (review) 70

Dzhamirze R. R., Bashtovoy I. N., Slabchenko A. S.
Seed quality as a determining factor rice yield 77

Korzh S. O., Gorun O. L., Yavtseva E. I., Dubina E. V., Istomin N. K., Milovanov A. V., Elisyutikova A. V., Savenkova D. S., Nazarov A. L.
Analysis of tomato genotypes using *iPBS* markers 82

Chizhikova S.S., Papulova E.Yu., Ladatko M.A., Zelensky G.L., Tumanyan N.G.
Technological traits of rice grain quality in connection with doses of mineral fertilizers and seeding rates 97

Dzhamirze R. R.
Congress of young scientists 108

OUR ANNIVERSARIES

Korolyova S.V.

DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-6-13
УДК 339.543:631.52:633.18

Туманьян Н.Г., д-р биол. наук, профессор
г. Краснодар, Россия

ВОПРОСЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА В 2021-2023 гг. НА ЕДИНОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ (ОБЗОР)

Рассмотрены вопросы технического регулирования в области стандартизации объектов и методов оценки зерна в РФ и в ЕАЭС в 2021-2023 гг. В основе оптимизации работ по повышению конкурентоспособности товаров на внешних и внутренних рынках, свободе продвижения товаров и услуг лежит международное сотрудничество по стандартизации и гармонизации межгосударственных и национальных стандартов. Направления формирования Программы национальной стандартизации в РФ на 2023 г. включают в себя подготовку национальных стандартов на основе отраслевых стандартов (ОСТ), разработку и актуализацию стандартов по требованиям ТР ТС ЕАЭС. В феврале 2023 г. в ЕАЭС вступает в силу Соглашение о надзоре за соблюдением требований техрегламентов. Внесены изменения в Правила оформления свидетельства о государственной регистрации продукции Решением Коллегии ЕЭК от 17.01.2022 № 7, в документы ЕЭК о порядке сертификации декларирования продукции Решением Коллегии ЕЭК № 198 от 20.12 22 (наличие QR-кода на бумажном носителе и др.). Приказом Росстандарта утверждена Программа национальной стандартизации на 2022-2023 гг. В следующем году в соответствии с Программой будет осуществляться работа более, чем над 42000 документами по стандартизации, из которых более 2000 запланировано и утверждено на 2023 г., количество новых тем, предоставленных техническими комитетами - 1740. В основе формирования Программы национальной стандартизации в РФ на 2023 г. лежит обеспечение реализации национальных проектов и документов стратегического планирования инструментами стандартизации, подготовка национальных стандартов на основе применения отраслевых стандартов (ОСТ) с учетом положений статьи 35 документов стратегического планирования инструментами стандартизации Федерального Закона «О стандартизации в Российской Федерации» и разработка актуализации стандартов по требованиям ТР ТС ЕАЭС. Постановлением Правительства Российской Федерации в 2022 г. утверждены Единый перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации (26 групп продукции), и Единый перечень, подлежащей декларированию соответствия.

Ключевые слова: *стандартизация, ГОСТ, ЕАЭС, ТС, зерно, крупа.*

ISSUES OF STANDARDIZATION IN THE FIELD OF GRAIN QUALITY IN 2021-2023 IN THE SINGLE ECONOMIC SPACE (REVIEW)

The article considers issues of technical regulation in the field of standardization of objects and methods for assessing grain in the Russian Federation and in the EAEU in 2021-2023. The optimization of work to improve the competitiveness of goods in foreign and domestic markets, freedom of promotion of goods and services is based on international cooperation in standardization and harmonization of interstate and national standards. The directions for the formation of the National Standardization Program in the Russian Federation for 2023 include the preparation of national standards based on industry standards (OST) and the development and updating of standards in accordance with the requirements of the TR CU of the EAEU. In February 2023, the Agreement on Supervision of Compliance with the Requirements of Technical Regulations will enter into force in the EAEU. Amendments were made to the Rules for issuing a certificate of state registration of products by the Decision of the EEC Board of 17.01.2022 № 7 amendments were made to the EEC documents on the procedure for certification of product declaration by the Decision of the EEC Board № 198 of 20.12.22 (presence of a QR code on paper, etc.). By order of Rosstandart, the National Standardization Program for 2022-2023 was approved. Next year, in accordance with the Program, work will be carried out on more than 42,000 standardization documents, of which more than 2,000 are planned and approved for 2023, the number of new topics provided by technical committees - 1740. The formation of the National Standardization Program in the Russian Federation for 2023 is based on ensuring the implementation of national projects and strategic planning documents with standardization tools, the preparation of national standards based on the application of industry standards (OST), taking into account the provisions of Article 35 of strategic planning documents with standardization tools of the Federal Law "On Standardization in the Russian Federation" and the development of updating standards in accordance with the requirements of the TR CU of the EAEU. In 2022, the Decree of the Government of the Russian Federation approved the Unified list of products subject to mandatory certification (26 product groups) and the Unified list subject to declaration of conformity.

Key words: *standartization, GOST, EAEU, CU, grain, milled rice.*

Стандартизация, метрология, подтверждение соответствия товаров и аккредитация учреждений на территории РФ и Единого экономического пространства лежат в основе качества пищевых продуктов и продовольственного сырья растительного происхождения. Инфраструктура, обеспечивающая качество объектов торговли стран членов Единого экономического пространства, состоит из гармонизированных с международными стандартами технических регламентов и стандартов, санитарных и фитосанитарных норм интеграции и координации объектов и действий. Движущим элементом Технического регулирования в рамках ЕАЭС является система стандартизации, основной характеристикой которой является переход к перспективным стандартам с учетом требований международных стандартов. Формирование государственной политики в области стандартизации обеспечивается Министерством сельского хозяйства РФ (№ 162-ФЗ от 29 июню 2015 г.) [17].

Интеграция в сфере таможенного сотрудничества является определяющим фактором в развитии международной торговли. На постсоветском пространстве в этих целях были созданы Таможенный союз и Комиссия таможенного союза ЕврАзЭС (октябрь 2007 г.) и определена Единая таможенная территория. В 2010 г. начал действовать ТС Республики Беларусь, Республики Казахстан и РФ. С 2012 года заключено 17 базовых международных договоров и соглашений, как нормативная база Единого экономического пространства [6]. В 2015 году вступил в силу Договор о Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) [2] . Взаимодействие таможенных служб ЕАЭС осуществляется в форме Объединенной коллегии таможенных служб государств членов [3]. В основе оптимизации работ по повышению конкурентоспособности товаров на внешних и внутренних рынках, свободе продвижения товаров и услуг лежит международное сотрудничество по стандартизации и гармонизации стандартов межгосударственных и национальных стандартов.

В феврале 2023 г. в ЕАЭС вступает в силу Соглашение о надзоре за соблюдением требований техрегламентов. Внесены изменения в Правила оформления свидетельства о государственной регистрации продукции Решением Коллегии ЕЭК от 17.01.2022 № 7. Внесены изменения в документы ЕЭК о порядке сертификации декларирования продукции Решением Коллегии ЕЭК № 198 от 20.12 22 (наличие QR-кода на бумажном носителе и др.).

Приказом Росстандарта утверждена Программа национальной стандартизации на 2022-2023 гг. (ПНС-2023 г.). В следующем году в соответствии с Программой будет осуществляться работа более, чем над 42000 документами по стандартизации, из которых более 2000 запланировано и утверждено на 2023 г. При этом количестве новых тем, предоставленных техническими комитетами составляет 1740. В качестве прикрепленных направлений формирования Программы национальной стандартизации в РФ на 2023 г. определено обеспечение реализации национальных проектов и документов стратегического планирования инструментами стандартизации, подготовка национальных стандартов на основе применения отраслевых стандартов (ОСТ) с учетом положений статьи 35 документов стратегического планирования инструментами стандартизации Федерального Закона «О стандартизации в Российской Федерации» и разработка актуализации стандартов в обеспечении требований технических регламентов Таможенного союза (Евразийского экономического союза).

Разработку межгосударственных и национальных стандартов осуществляют в соответствии с межгосударственными и национальными программами работ по стандартизации.

С 2018 г. под эгидой Росстандарта было начато объединение подведомственных институтов стандартизации (ФГУП «ВНИИНМАШ», ФГУП «Стандартинформ», ФГУП «ВНИИСМТ» и ФГУП «Рособоронстандарт») и завершена реорганизация Федерального государственного унитарного предприятия «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия» (ФГУП «Стандартинформ») в Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «РСТ») (Распоряжение Правительства РФ № 519-р от 2 марта 2021 года) [11]. Новой организации вменяется в деятельность формирование и ведение федерального информационного фонда стандартов; проведение экспертизы документов по стандартизации; информационное обеспечение национальной системы стандартизации; обеспечение разработки, ведения и применения общероссийских классификаторов; проведение работ по международной и региональной стандартизации [8, 11].

Российская система стандартизации и метрологии участвует в работе соответствующих международных организаций и мероприятий: РФ является членом Азиатско-Тихоокеанского Совета по стандартизации (PASC) (с мая 2018 г.), членом Исполнительного комитета PASC, в составе которого 25 стран, в том числе Республика Корея, Китай, Япония, Индия, США, Канада и др. (Япония, г. Окаяма, Генеральная Ассамблея) [13]. В мае 2022 г. состоялась юбилейная (50 лет) 44-я Генеральная Ассамблея Азиатско-Тихоокеанского Совета по стандартизации, на которой обсуждались перспективы развития и применения цифровых («SMART») стандартов, роль стандартизации в достижении углеродной нейтральности промышленности, работы по стандартизации во время пандемии COVID-19.

Согласно федеральному закону «О техническом регулировании» (ст. 14 ФЗ № 184-ФЗ) организацию работ по стандартизации осуществляет национальный орган по стандартизации Российской Федерации Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [14]. Федеральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации, имеет широкие полномочия. Орган разрабатывает, утверждает и вносит изменения в программу национальной стандартизации, планирует работы по стандартизации на краткосрочную, среднесрочную и долгосрочную перспективу. При этом учитываются цели и направления национальной системы стандартизации. Национальная программа стандартизации реализуется через разработку проектов документов национальной системы стандартизации, их экспертизу, последующего их утверждения, регистрацию, актуализацию, отмену, официальное опубликование документов и их включение в Федеральный информационный фонд стандартов [15, 16].

Формирование и реализация программы национальной стандартизации производится с использованием информационной системы в сфере стандартизации. Национальные и межгосударственные стандарты проходят различные этапы разработки и утверждения. После размещения уведомления о начале разработки стандарта на сайте Росстандарта первая редакция стандарта для публичного обсуждения размещается в Интегрированной автоматизированной информационной системе АИС МГС (Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации) и рассылается членам ТК. Замечания и предложения учитываются, и окончательная редакция стандарта рассылается членам ТК для голосования. Пакет документов (окончательная редакция стандарта, пояснительная записка, сводка отзывов) размещаются в АИС МГС. По результатам голосования стран-участников СНГ (Азербайджана, Армении, Беларуси, Казахстана, Киргизии, Молдавии, России, Таджикистана, Туркмении, Узбекистана, Украины) стандарт утверждается на заседании МГС (присваивается дата введения в действие и номер) [7].

Система добровольной сертификации «Национальная система сертификации» (НСС, RU.0001.03НСС0) создана Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) в 2016 году [12]. Управление НСС в 2020 году передано Росстандартом в Российский институт стандартизации.

Для разработки стандартов в области зерновых, зернобобовых, масличных культур и продуктов их переработки действует Технический комитет по стандартизации «Зерно, продукты его переработки и маслосемена» (ТК 002) Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (приказ № 531 от 14 марта 2017 г.) [10]. Специализация ТК распространяется на объекты стандартизации по кодам ОКПД 2: 01.11 – культуры зерновые (кроме риса), зернобобовые, семена масличных культур; 01.12 – рис нешелушеный; 10.61 – продукция мукомольно-крупяного Основополагающими соглашениями в соответствии с которыми являются «Соглашение об основах гармонизации технических регламентов государств-членов Евразийского экономического сообщества» (2005 г.), «Соглашение о единых принципах и правилах технического регулирования в Республике Беларусь, Республике Казахстан и Российской Федерации» (2010 г.).

В соответствии с приказом от 28 августа 2022 г. № 1867 Министерства промышленности и торговли РФ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии «О закреплении документов Национальной системы стандартизации за техническим комитетом по стандартизации «Зерно, продукты его переработки и маслосемена» (ТК 002) за ТК 002 закреплено 178 стандартов.

В соответствии с Программой национальной стандартизации, утвержденной Росстандартом на 2022-2023 гг. (ПНС-2023 г.) будет осуществляться работа более, чем над 42000 документами по стандартизации, из которых более 2000 запланировано для утверждения в 2023 г. Направления формирования Программы национальной стандартизации в РФ на 2023 г. включают в себя подготовку национальных стандартов на основе отраслевых стандартов (ОСТ) и разработку и актуализацию стандартов по требованиям ТР ТС ЕАЭС.

Постановлением № 2425 Правительства Российской Федерации, которое вступило в силу 21 сентября 2022 г., утверждены Единый перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации (26 групп продукции) и Единый перечень подлежащей декларированию соответствия. В Постановлении кроме наименования продукции перечислены стандарты устанавливающие требования к продукции и стандартам на методы ее испытаний, внесено требование кодов ТН ВЭД ЕАЭС вместо кодов ОКПД 2. Российским Институтом Стандартизации утверждено изменение № 2 в Порядок применения знака соответствия Системы добровольной сертификации «Национальной системы сертификации» (10.02.2023 г.) [4, 5].

Решением Совета ЕЭК от 14.09.2021 № 80 принята Единая товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности ЕАЭС и Единого таможенного тарифа ЕАЭС, а также об изменении и признании утратившему силу некоторых решений Совета ЕЭК с Изменениями на 07.03.2023 г. [4].

Программа национальной стандартизации формируется, в том числе, исходя из предложений организаций членов ТК. В таблице 1 представлены данные по сформированным программам и предложениям в 2021-2024 гг. (табл. 1).

Таблица 1. Программа национальной стандартизации и предложения для включения в ПНС, 2021-2024 гг., ТК 002

№ п/п	Наименование ГОСТа	Актуализация	Примечание
1.	Кукуруза. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна»	Пересмотр ГОСТ 13634-90
2.	Мука пшеничная обогащенная для экспорта. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Разработка ГОСТ Р
3.	Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий премиум-класса. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Разработка ГОСТ
4.	Крупа. Методы определения зольности	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Пересмотр ГОСТ 26312.5-84
5.	Мука пшеничная и крупка из твердой пшеницы. Метод определения загрязнений животного происхождения	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Разработка ГОСТ ИСО, на основе ISO 11050:2020, взамен ГОСТ ИСО 11050-2013
6.	Нут. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна»	Пересмотр ГОСТ 8758-76
7.	Толокно овсяное. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Пересмотр ГОСТ 2929-75
8.	Крупка пшеничная дробленая. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Пересмотр ГОСТ 18271-72
9	Люпин пищевой. Технические условия Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна»	Пересмотр ГОСТ 8759-92 Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна»	Разработка ГОСТ Р, разрабатывается впервые
	Маш. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Разработка ГОСТ, разрабатывается впервые
10	Киноа. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Разработка ГОСТ, разрабатывается впервые
11	Хлопья пшеничные зародышевые. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Разработка ГОСТ, разрабатывается впервые
12	Зерно. Определение влажности, белка, количества клейковины методом спектроскопии в ближней инфракрасной области	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна, 2022	Разработка ГОСТ Р, разрабатывается впервые
13	Амарант. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна	Разработка ГОСТ, разрабатывается впервые

Продолжение таблицы 1

№ п/п	Наименование ГОСТа	Актуализация	Примечание
14	Чиа. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Разработка ГОСТ, разрабатывается впервые
15	Семена льна масличного. Промышленное сырье. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна»	Пересмотр ГОСТ 10582-76
16	Сорго. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна	Пересмотр ГОСТ 8759-92
17	Чечевица мелкосеменная. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Пересмотр ГОСТ 10418-88
18	Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Пересмотр ГОСТ 27676-88
19	Мука и отруби. Технические условия	Приемка и методы отбора проб Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна»	Пересмотр ГОСТ 27668-88
20	Отруби пшеничные и ржаные диетические. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Разработка ГОСТ , на основе ГОСТ Р 53496-2009
21	Отруби пшеничные и ржаные диетические. Технические условия	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Разработка ГОСТ , на основе ГОСТ Р 53496-2009
22	Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке	Актуализация фонда стандартов, в обеспечение ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Пересмотр ГОСТ 27493-87

Следующие Проекты ГОСТов утверждены и находятся на стадии введения в действие: «Крупа кукурузная. Технические условия», «Крупа ячменная. Технические условия», Р «Пшеница. Определение стекловидности оптико-компьютерным методом. Технические условия». ГОСТы разрабатываются на основе ГОСТ Р 51740-2016 Национальный стандарт Российской Федерации «Технические условия на пищевую продукцию. Общие требования к разработке и оформлению» (введен в 2018 г., переиздание ГОСТ Р 51740-2001) [1].

Рис находится в Перечне товаров, существенно важных для внутреннего рынка РФ. Например, в рацион питания экипажей воздушных судов в сутки входит 70 г крупы, в том числе риса 30 г в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 861 от 07.12.2001 г. [9]. В настоящее время Постановлением правительства РФ от 30.12.2022 № 2546 введен временный запрет на вывоз риса и крупы рисовой из Российской Федерации.

Для оценки зерна риса на хлебоприемных пунктах при декларировании и сертификации зерна и рисопродуктов используются ГОСТы для зерна и крупы, в том числе представленные в таблице 2.

Таблица 2. ГОСТы в оценке риса

№ п/п	ГОСТ	Наименование ГОСТа	Дата введения	Примечание
1	ГОСТ 22162-76	Рис. Метод определения микротвердости	01.07.1977	-
2	ГОСТ 22163 - 76	Рис. Метод олпределения плотности	01.07.1977 г.	-
3	ГОСТ 22164-76	Рис и продукты его переработки. Метод определения физической калорийности	01.07.1977 г.	-
4	ГОСТ 22165-76	Рис и продукты его переработки. Метод определения белизны	01.07.1977	-

Продолжение таблицы 2

№ п/п	ГОСТ	Наименование ГОСТа	Дата введения	Примечание
5	ГОСТ Р 50438-92 (ИСО 6646-84)	Рис. Определение выхода шелушеного и шлифованного риса	01.10.1993	Введен впервые
6	ГОСТ 6292-93	Крупа рисовая. Технические условия	01.01.1995	Взамен ГОСТ 6292-70
7	ГОСТ ISO 11746-2014	Рис. Определение биометрических характеристик зерен (Переиздание)	01.07.2015	Введен впервые
8	ГОСТ Р 55289-2012	Рис. Технические условия (Переиздание)	01.01.2014	Взамен ГОСТ 6293-90
9	ГОСТ ISO 6646-2013	Рис. Определение максимально возможного выхода шелушеного и шлифованного риса	01.07.2015	Введен впервые
10	ГОСТ ISO 7301-2013	Рис. Технические условия	01.07.2017	Введен впервые (ИУС 1-2017)
11	ГОСТ 6647-1-2015	Рис. Определение содержания амилозы. Ч. 1. Контрольный метод (Переиздание)	01.07.2016	Введен впервые
12	ГОСТ 6647-2-2015	Рис. Определение содержания амилозы. Ч.2. Рабочие методы (Переиздание)	01.07.2016	Введен впервые

ГОСТ Р 50438-92 (ИСО 6646-84), ГОСТ ISO 11746-2014, ГОСТ ISO 11746-2014, ГОСТ ISO 6646-2013 – идентичны стандартам международной системы ISO.

Выводы

Таким образом, период 2021, 2022 гг. характеризуется большими изменениями в части структуры системы качества – международной в рамках ЕАЭС и национальной, которые призваны оптимизировать и развивать ее работу.

В основе оптимизации работ по повышению конкурентоспособности товаров на внешних и внутренних рынках, свободе продвижения товаров и услуг лежит международное сотрудничество по стандартизации и гармонизации межгосударственных и национальных стандартов. Направления формирования Программы национальной стандартизации в РФ на 2023 г. включают в себя подготовку национальных стандартов на основе отраслевых стандартов (ОСТ) и разработку и актуализацию стандартов по требованиям ТР ТС ЕАЭС. Внесены изменения в Правила оформления свидетельства о государственной регистрации продукции, изменения в документы ЕЭК о порядке сертификации декларирования продукции, утверждена Программа национальной стандартизации на 2022-2023 гг., утверждены Единый перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации (26 групп продукции) и Единый перечень, подлежащей декларированию соответствия.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 51740-2016 Н. Национальный стандарт Российской Федерации «Технические условия на пищевую продукцию. Общие требования к разработке и оформлению» // [Электронный ресурс]. Дата обращения 23.02.2020 г. Режим доступа URL https://docs.cntd.ru/document/1200142432.

2. Договор об Евразийском экономическом союзе // [Электронный ресурс]/ Дата обращения 03.02.2023 г. Режим доступа URL https:// docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/0003610/itia_05062014.

3. Договор об Объединенной коллегии таможенных служб государств-членов Таможенного союза от 22 июня 2011 года // [Электронный ресурс] Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Офиц. сайт]. Дата обращения 23.03.2020 г. Режим доступа URL http://docs.cntd.ru/document/902307893.

4. Изменение № 2 в Порядок применения знака соответствия системы добровольной сертификации «Национальная система сертификации». ФГБУ «Российский институт стандартизации» // Электронный ресурс]. Дата обращения 23.02.2020 г. Режим доступа URL https://ncs.gostinfo.ru/Content/doc/rules2.pdf.

5. Изменения № 2 Правила функционирования системы добровольной сертификации «Национальная система сертификации». ФГБУ «Российский институт стандартизации» // [Электронный ресурс]. Дата обращения 23.02.2020 г. Режим доступа URL https://ncs.gostinfo.ru/Content/doc/rules1.pdf.

6. Малышев Д.В. От Таможенного Союза и Единого экономического пространства к Евразийскому союзу: основные направления интеграции на территории СНГ / Д.В.Малышева // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 25. Международные отношения и мировая политика. - 2012. - № 1. – С. 74-94.

7. Межгосударственный стандарт ГОСТ 1.2-2015 Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены. – М.: ФГУП «Стандартинфом» 1, 2016. – 19 с.

8. Начал свою работу Российский институт стандартизации, 23 июля 2021 г. 2025 [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Офиц. сайт]. Дата обращения 03.02.2023 г. Режим доступа URL https://cntd.ru/news/read/nachal-svou-rabotu-rossiyskiy-institut-standartizacii.

9. Постановление Правительства РФ № 861 от 07.12.2001 г. (ред.04.09.2012) «О рационах питания экипажей морских, речных судов, за исключением судов рыбопромыслового флота, и воздушных судов» // [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Офиц. сайт]. Дата обращения 03.02.2023 г. Режим доступа . URL https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34366/1f154b9c798a4605ed

1a70339eb13699cff8e390/.
10. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 531 от 14 марта 2017 г. «Об организации деятельности технического комитета по стандартизации «Зерно, продукты его переработка и маслосемена». // [Электронный ресурс] Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Офиц. сайт]. Дата обращения 23.02.2023 г. Режим доступа URL: http://docs.cntd.ru/document/456051332.
11. Распоряжение Правительства РФ N 519-р от 2 марта 2021 // [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Офиц. сайт]. Дата обращения 03.02.2023 г. Режим доступа URL https://docs.cntd.ru/document/573799082.
12. Росстандарт. Национальная система сертификации // [Электронный ресурс] Дата обращения 23.02.2020 г. Режим доступа URL https://ncs.gostinfo.ru/registry/certificationbodies.
13. Совет ЕЭК согласовал еще 28 пунктов проекта Стратегии-2025 // [Электронный ресурс]. Дата обращения 03.02.2023 г. Режим URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/nae/news/Pages/01-10-2020-3.aspx.
14. Федеральный закон «О техническом регулировании» (с изменениями на 2 июля 2021 года) (редакция, действующая с 23 декабря 2021 года), от 27.12.2002 г., № 184-ФЗ, ст. 14. // [Электронный ресурс]. Дата обращения 03.02.2023 г. Режим URL https://docs.cntd.ru/document/901836556.
15. Федеральный закон от 29.06.2015 № 162-ФЗ (ред. от 30.12.2020) «О стандартизации в Российской Федерации» // [Электронный ресурс]. Дата обращения 03.02.2023 г. Режим доступа URL https://docs.cntd.ru/document/420284277.
16. Федеральный закон от 30.12.2020 № 523-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации». // [Электронный ресурс]. Дата обращения 03.02.2023. г. Режим доступа URL https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372691/3d0cac60971a511280cbba229d9b6329c07731f7/#dst100078.
17. Федеральный закон № 162 ФЗ от 29 июня 2015 г. «О стандартизации в Российской Федерации». // [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Офиц. сайт]. Дата обращения 23.02.2020 г. URL http://docs.cntd.ru/document/420284277.

REFERENCES

1. GOST R 51740-2016 N. National standard of the Russian Federation “Technical specifications for food products. General requirements for development and design” // [Electronic resource]. Reference date: 23.02.2020. Access mode URL https://docs.cntd.ru/document/1200142432.
2. Treaty on the Eurasian Economic Union // [Electronic resource] / Reference date: 03.02.2023 Access mode URL https:// docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/0003610/itia_05062014.
3. Agreement on the Joint Board of Customs Services of the Member States of the Customs Union dated June 22, 2011 // [Electronic resource] Electronic fund of legal and regulatory and technical documentation [Official. website]. Reference date: 23.03.2020. Access mode URL http://docs.cntd.ru/document/902307893.
4. Amendment № 2 to the Procedure for applying the conformity mark of the voluntary certification system “National Certification System”. FSBI “Russian Institute for Standardization” // [Electronic resource]. Reference date: 23.02.2020. Access mode URL https://ncs.gostinfo.ru/Content/doc/rules2.pdf.
5. Amendment № 2 Rules for the functioning of the voluntary certification system “National Certification System”. FSBI “Russian Institute for Standardization” // [Electronic resource]. Reference date: 23.02.2020. Access mode URL https://ncs.gostinfo.ru/Content/doc/rules1.pdf.
6. Malyshev D.V. From the Customs Union and the Common Economic Space to the Eurasian Union: the main directions of integration in the CIS / D.V. Malyshev // Bulletin of Moscow university, Series 25. International relations and world politics. - 2012. - No. 1. - p. 74-94.
7. Interstate standard GOST 1.2-2015 Interstate standardization system. Interstate standards, rules and recommendations for interstate standardization. Rules for developing, accepting, updating and canceling. - M.: FSUE “Standartinfom” 1, 2016. - 19 p.
8. The Russian Institute for Standardization began its work, July 23, 2021 [Electronic resource] // Electronic fund of legal and regulatory and technical documentation [Official. website]. Reference date: 3.02. 2023. Access mode URL https://cntd.ru/news/read/nachal-svou-rabotu-rossiyskiy-institut-standartizacii.
9. Decree of the Government of the Russian Federation № 861 of December 7, 2001 (as amended on September 04, 2012) “On the diets of crews of sea and river vessels, with the exception of fishing vessels, and aircraft” // [Electronic resource]. Electronic fund of legal and normative-technical documentation [Official. website]. Reference date: 3.02.2023. Access mode. URLhttps://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34366/1f154b9c798a4605ed1a70339eb13699cff8e390/.
10. Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology № 531 dated March 14, 2017 “On organizing the activities of the technical committee for standardization “Grain, its processed products and oil seeds”. // [Electronic resource] Electronic fund of legal and normative-technical documentation [Official. website]. Reference date: 23.02.2023. Access mode URL: http://docs.cntd.ru/document/456051332.
11. Decree of the Government of the Russian Federation N 519-r dated March 2, 2021 // [Electronic resource]. Electronic fund of legal and normative-technical documentation [Official. website]. Reference date: 3.02.2023. Access mode URL https://docs.cntd.ru/document/573799082.
12. Rosstandart. National Certification System // [Electronic resource] Reference date: 23.02.2020. Access mode URL https://ncs.gostinfo.ru/registry/certificationbodies.
13. The EEC Council agreed on 28 more points of the draft Strategy-2025 // [Electronic resource]. Reference date: 3.02.2023. Access mode URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/nae/news/Pages/01-10-2020-3.aspx.
14. Federal Law “On Technical Regulation” (as amended on July 2, 2021) (version effective from December 23, 2021), dated December 27, 2002, № 184-FZ, art. 14. // [Electronic resource]. Reference date: 3.02.2023. Access mode URL https://docs.cntd.ru/document/901836556.

15. Federal Law № 162-FZ of June 29, 2015 (as amended on December 30, 2020) “On Standardization in the Russian Federation” // [Electronic resource]. Reference date: 3.02.2023. Access mode URL https://docs.cntd.ru/document/420284277.

16. Federal Law of December 30, 2020 N 523-FZ “On Amendments to the Federal Law “On Standardization in the Russian Federation”. // [Electronic resource]. Reference date: 03.02.2023. Access mode URL https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372691/3d0cac60971a511280cbba229d9b6329c07731f7/#dst100078.

17. Federal Law № 162 FZ of June 29, 2015 “On Standardization in the Russian Federation”. // [Electronic resource]. Electronic fund of legal and normative-technical documentation [Official. website]. Reference date: 23.02.2023. Access mode URL http://docs.cntd.ru/document/420284277.

Наталья Георгиевна Туманьян
Заведующий лабораторией качества риса
E-mail: tngerag@yandex.ru
ФГБНУ «ФНЦ риса»
350921, Россия, Белозерный, Краснодар, 3

Natalia Georgievna Tumanyan
Head of laboratory of rice quality
E-mail: tngerag@yandex.ru
FSBSI «FSC of rice»
3, Belozerniy, Krasnodar, 350921, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-14-22
УДК: 332.334:911.5:633.18

Туманьян Н.Г., д-р биол. наук, профессор
Гаркуша С.В., д-р с.-х. наук, профессор, член-корреспондент РАН,
Кумейко Т.Б., канд. с.-х. наук,
Ольховая К.К.
г. Краснодар, Россия

КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ РИСА НА ГОСУДАРСТВЕНННЫХ СОРТОУЧАСТКАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ В 2020, 2021 ГГ.

В работе поставлена задача оценить технологические признаки качества зерна сортов риса, находящихся на государственном сортоиспытании, выращенных на госсортоучастках «Абинский рисовый» Абинского района и «Белозерный» Красноармейского района Краснодарского края. Была проведена оценка признаков качества по стандартным методикам. Исходя из полученных результатов исследования одиннадцати сортов риса, ФГБНУ «Научный центр «Донской» (г. Зерноград Ростовской области), ООО «Зерновая компания «Полтавская» (Краснодарский край, Красноармейский район, х. Протичка) по качеству зерна были выделены лучшие сорта для каждого госсортоучастка: «Абинский рисовый» и «Белозерный» и двух госсортоучастков по средним значениям показателей технологических признаков зерна. Лучшими сортами по признакам качества зерна урожаев 2020 и 2021 гг. госсортоучастка «Абинский рисовый» признаны сорта: Рапан 2, Утес и Восход (стекловидность 85-86 %, трещиноватость 5-10 %, содержание целого ядра в крупе 87,8-92,1 %), Олимп, Родос по содержанию целого ядра в крупе 87,7 и 87,8 % соответственно. Лучшими для госсортоучастка «Белозерный» - сорта Рапан 2, Утес, Восход по стекловидности (86-88 %), Утес, Восход, Родос – по трещиноватости (16-22 %), содержанию целого ядра в крупе - Романс, Олимп, Родос (86,1-89,8 %). Лучшими одновременно для двух госсортоучастков по совокупности признаков качества являются сорта Утес и Восход. Крупнозерный сорт Родос, несмотря на высокую массу зерновки и повышенную трещиноватость, был определен, как стабильный: содержание целого ядра в крупе 87,8 и 88, 0 % для урожая сортоучастков «Абинский рисовый» и «Белозерный» соответственно. Нестабильными в изменяющихся условиях среды (сортоучасток «Белозерный) были признаны сорта Рапан 2, Азовский, Престиж.

Ключевые слова: *рис, государственное сортоиспытание, признаки качества зерна, крупность зерна, общая стекловидность зерна, трещиноватость.*

GRAIN QUALITY OF RICE VARIETIES ON STATE TEST PLOTS OF KRASNODAR REGION IN 2020, 2021

The purpose of the work was to evaluate technological grain quality traits of rice varieties undergoing state variety testing, grown on test plots "Abinskiy risoviy", Abinsk district and "Belozerny", Krasnoarmeyskiy district, Krasnodar region. Quality traits were evaluated according to common methods. Basing on the results of studying eleven rice varieties undergoing state variety testing, bred by Federal Scientific Rice Centre (Krasnodar), FSBSI "Agrarian Scientific Center Donskoy" (Zernograd, Rostov Region), OOO "Grain Company "Poltavskaya" (Krasnodar region, Krasnoarmeisky District , kh. Protichka) according to the grain quality traits, the best varieties were selected for each test plot - "Abinskiy risoviy" and "Belozerny" and for these two plots according to the average values of indicators of technological grain quality. As the best varieties in terms of grain quality for 2020 and 2021 on the test plot "Abinskiy risoviy " the following varieties were recognized: Rapan 2, Utes and Voskhod (vitreousity 85-86 %, fracturing 5-10 %, head rice content 87.8-92.1 %), Olimp, Rhodes in terms of head rice content - 87.7 and 87.8 %, respectively. The best varieties for the test plot "Belozerny" were Rapan 2, Utes, Voskhod - in terms of vitreousity (86-88 %), Utes, Voskhod, Rhodes - in terms of fracturing (16-22 %), Romans, Olimp, Rhodes – in terms of head rice content (86.1-89.8 %). The varieties Utes and Voskhod were the best both for two plots in terms of the totality of quality traits. The large-grain variety Rhodes, despite the high weight of the grain and increased fracturing, was determined as stable - "the head rice content" was 87.8 and 88.0 % for "Abinskiy risoviy" and "Belozerny" plots, respectively. Varieties Rapan 2, Azovsky, Prestige were recognized as unstable in changing environmental conditions (test plot "Belozerny").

Key words: *rice, state variety testing, grain quality traits, grain size, total vitreousity, fracturing.*

Введение

Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений (Госсорткомиссия) осуществляет оценку новых культурных (одомашненных) генотипов сельскохозяйственных растений и животных с целью выделения наиболее

ценных по качеству, высокопродуктивных, урожайных, устойчивых к болезням и вредителям генотипов и дальнейшего внедрения в производство. Разработка Российской системы сортоиспытания относится к 1937 г. в СССР, в дальнейшем ее структура непрерывно развивалась. В целях гармонизации признаков оценки стали использоваться таковые в соответствии с международной Конвенцией по охране селекционных достижений - UPOV (International union for the protection of new varieties plants (создана в 1961 г.), которая обеспечивает и корректирует работу сортоиспытательной системы Западной Европы. Россия является членом UPOV с 1998 г. Общая правовая система Европейской экономической комиссии (ЕЭК) для новых сортов растений определяется Международной конвенцией по охране селекционных достижений 1961 г. в редакции 1987 и 1991 гг., Европейской патентной Конвенцией, принятом Советом ЕС Регламенте от 27 июля 1994 г. № 2100/94, где определены понятия однородности, отличимости, стабильности, правила подачи заявления на регистрацию нового селекционного достижения и т. п. [1].

В процессе государственного сортоиспытания производится наиболее полная оценка новых сортов и гибридов (пород) в сравнении с лучшими известными, выделяются зоны их возделывания (разведения) в производственных условиях, определяется их охраноспособность (патентоспособность). ФГБУ «Госсорткомиссия» включает 77 филиалов, 485 госсортучастков, Всероссийский Центр Оценки Качества Сортов (ВЦОКС), 6 лабораторий и проводит испытания в 35 природно-климатических зонах.

Хозяйственно ценные признаки сельскохозяйственных растений (список видов культурных растений утвержден Правительством РФ ФЗ «О семеноводстве» от 30.12.2021 № 454-ФЗ, ред. от 29.12.2022, часть 2 статьи 19) оцениваются на основании признаков отличимости, однородности и стабильности в соответствии с Правилами проведения регистрационных испытаний сортов (№ 454-ФЗ, часть 2 статьи 19), и проводятся Госсорткомиссией [11].

Селекционное достижение регистрируется по отдельным признакам или их совокупности, оптимальным для культуры и региона, которые улучшены по сравнению с сортом (гибридом)-стандартом. Показатели признаков заносятся в Государственные реестры охраняемых или допущенных к использованию селекционных достижений.

Селекционное достижение поступает в соответствии с заявкой учереждения-оригинатора на сортоучасток или сортоучастки, где растения выращивают для получения урожая в течение 1-2 лет. Госкомиссия проводит исследования на основе принятых методик, разработанных рабочими группами UPOV, по рекомендациям научно-исследовательских организаций, собственным исследованиям, сортов по признакам на отличимость, однородность и стабильность более чем по 200 родам, видам и разновидностям растений и 13 видам животных. Селекционное достижение допускается к использованию на основании оценки хозяйственной полезности в результате конкурсных мелкоделяночных испытаний или экспертной оценки, которые проводятся практически во всех регионах страны. В Рекомендациях по подбору сортов для конкретных почвенно-климатических условий из числа допущенных к использованию Госсорткомиссией на основании государственных испытаний определяются соответствующие регионы Российской Федерации для возделывания [12].

В РФ определено двенадцать регионов допуска Государственного реестра сортов и гибридов, допущенных к использованию: Северный, Северно-Западный, Центральный, Волго-Вятский, Центрально-Черноземный, Северо-Кавказский, Средневолжский, Нижневолжский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Дальне-Восточный - и семь световых зон. Оценка селекционных достижений на госсортоучастках осуществляется ФГБУ «Госсорткомиссия» по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (утверждена Минсельхозом России в 2019 г.) По итогам двух-трехлетних исследований хозяйственно-ценных признаков качества сортов принимается решение об их патентоспособности и допуске к использованию.

В Краснодарском крае расположено два госсортучастка для сортоиспытания сортов риса: в Абинском районе «Абинский рисовый», в Красноармейском районе «Белозерный», в Ростовской области один госсортоучасток «Пролетарский» (г. Пролетарск). Семена риса, поступающие в Госсорткомиссию, высеваются на сортоучастках, производятся все необходимые для культуры агротехнические мероприятия и учеты. В период вегетации риса и после сбора урожая производится оценка хозяйственно-ценных признаков. В рамках оценки качества зерна оцениваются важнейшие технологические признаки качества зерна и кулинарные достоинства крупы. После получения усредненных данных по госсортоучасткам Госсорткомиссией принимается решение о ценности и допуске селекционного достижения для использования в производстве.

Цель исследований

Изучить признаки качества новых сортов риса, выращенных на государственных сортоучастках Краснодарского края в 2020, 2021 гг.

Материалы и методы

В качестве материала исследований служи-

ло зерно короткозерных сортов Рапан 2, Олимп, Азовский, Романс, Патриот и среднезерных сортов селекции ФНЦ риса Фаворит, Восход, Утес, Престиж; сорта Аргамак селекции ФГБНУ «Научный центр «Донской» и Родос селекции ООО «Зерновая компания «Полтавская». Сорта выращены на госсортоучастках Краснодарского края в 2020, 2021 гг.

Сорт риса Рапан 2 районирован с 2020 года. Среднеспелый сорт с периодом вегетации 112-116 дней, высота растений 90-95 см, метелка длиной 14-15 см, зерновка округлая. Зоны возделывания: Северо-Кавказский и Нижневолжский регионы РФ. Сорт риса Олимп районирован с 2015 года, среднепоздний сорт с периодом вегетации 112-122 дня, высота растений 85-90 см, метелка длиной 17-18 см, зерновка полуокруглая, средней крупности. Сорт риса Азовский районирован с 2019 года, период вегетации 100-103 дня, высота растений 80-85 см, метелка длиной 14,5-15 см, зерновка округлая. Зона возделывания Северо-Кавказский регион. Сорт риса Патриот районирован с 2017 года, среднепоздний сорт с периодом вегетации 108-116 дней, высота растений 16-17 см, зерновка средней крупности. Сорт риса Романс относится к среднепоздней группе, вегетационный период 123-125 дней, метелка длиной 14-17 см, разновидность японика.

Сорт риса Фаворит районирован с 2014 года, среднеспелый сорт с периодом вегетации 110-115 дней, высота растений 90-100 см, метелка длиной 14-16 см, зерновка удлиненная, средней крупности. Сорт риса Восход включен в реестр допущенных в 2022 году по Северо-Кавказскому региону. Сорт среднеспелый, вегетационный период 111-123 дня, стебель средней длины, метелка средней длины, зерно длинное, веретеновидное, разновидность италика. Сорт риса Утес относится к группе среднеспелых, вегетационный период 117 дней, высота растения 90 см, длина метелки – 16,6 см. Разновидность японика [9]. Сорт риса Престиж в 2022 году включен в реестр допущенных, среднеспелый, вегетационный период 112-120 дней, стебель средней длины, метелка средней длины, изогнутость главной оси средняя. Зерно полуверетеновидное, разновидность италика [9].

Сорт риса Аргамак включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2022 году по Северо-Кавказскому и Донскому регионам, среднеспелый, короткозерный с периодом вегетации 119 дней, высота растения 93 см, длина метелки 16 см, зерновка округлая, метелка прямостоячая, ботаническая разновидность ssp nigro-apiculata gust. Сорт риса Родос включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2020 году по Северо-Кавказскому и Средневолжскому регионам. Сорт позднеспелый, с вегетационным периодом 121-134 дня, крупнозерный, стебель длинный, метелка средней длины, зерновка круглая-полукруглая, характеризуется низкой стекловидностью, разновидность ssp nigro-apiculata gust.

Исследования проводили в Абинском районе на госсортоучастках «Абинский рисовый» и «Белозерный» в Красноармейском районе Краснодарского края. Минеральные удобрения вносили в подкормку $N_{120}P_{90}K_{60}$. Повторность в опыте четырехкратная, площадь делянок 25 м^2. Уборку проводили в Абинском районе 24.10.2020, 30.10 2021 гг., в Красноармейском районе - 27.09.2020, 29.09.2021 гг. Стандартами служили сорта риса Рапан 2 и сорт с повышенной крупностью зерновки Фаворит. Урожай риса был выращен коллективом сотрудников госсортоучастков «Абинский рисовый» и «Белозерный» и передан для исследования в ФНЦ риса [7, 8].

Агроклиматические условия Красноармейского района Краснодарского края: почвы рисовые, лугово-черноземные, сформировавшиеся, в основном, в современной дельте реки Кубани на аллювиальных породах; мощность гумусового горизонта - 100 – 130 см, содержание гумуса 2,8-3,7 % содержание общего азота и фосфора соответственно 0,20 - 0,25 и 0,18 - 0,20 %. Содержание легко-гидролизуемого азота 5-7 мг/100 г, подвижного фосфора 2-3 мг/100 г, pH 7,1. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха +10 – +10,8 ^{0}C, среднегодовая сумма осадков 500–645 мм; сумма активных температур (выше +10 ^{0}C) - 3450–3650 ^{0}C, зона недостаточного увлажнения. Интенсивные и очень интенсивные северо-восточные сухие ветры, за лето - 70 - 85 дней, 5 - 7 дней соответственно.

Агроклиматические условия Абинского района Краснодарского края: почвенный покров представлен лугово-черноземными, среднемощными тяжелосуглинистыми почвами; мощность гумусового горизонта 75 см, содержание гумуса 5,08 %. Реакция почвенного раствора в пахотном горизонте нейтральная – pH 6,8-7,2. Доля поглощенного кальция 65-70 %, поглощенного магния – до 25 %. Содержание валового азота 0,22-0,26 %, общего фосфора 0,18-0,20 %. Содержание легкогидролизуемых соединений азота 8,7-10,3 мг/100 г, подвижных форм фосфора 9,3-12,2 мг/100 г, подвижных форм калия 43,2-45,8 мг/100 г почвы [6]. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТу 10842-89, пленчатость – по ГОСТУ 10843-76, стекловидность – по ГОСТу 10987-76, трещиноватость – по ГОСТу 10987-76 с помощью диафаноскопа ДСЗ-3 [2-4]. Выход и качество крупы - на установке ЛУР-1М. Статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Exel [5].

Результаты и обсуждение

Погодные условия, важнейший фактор вегетации риса, характеризовали суммой эффективных тем-

ператур (выше 10° С) и среднедекадной температурой воздуха. Для риса необходима сумма суточных температур в диапазоне от 2000 до 3000° С (всходы - до 520° С, восковая спелость - 700° С). При изменении параметров, как правило, происходит снижение качества зерна, увеличивается трещиноватость, что ведет к понижению выхода крупы и снижению ее качества. Параметры погодных условий во время формирования урожаев риса в 2020 и 2021 гг. отличались от средних многолетних (табл. 1). Сумма эффективных температур в конце августа 2020 и 2021 гг. была практически одинаковой 1627° С, 1623° С, что на 264° С и 260° С выше средне многолетних температур. В конце августа, когда происходит налив зерна риса, сумма эффективных температур была максимальной в 2021 году, что на 4,5° С выше средней многолетней, на 3,1° С выше в 2020 году.

Таблица 1. Сумма эффективных температур (выше 10° С) и среднедекадная температура воздуха в июле-сентябре 2020–2021 гг., °С

Декада, месяц / Год	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	июль			**август**			**сентябрь**		
	сумма эффективных температур								
Средняя многолетняя	687	819	971	1108	1235	1363	1456	1530	1586
2020	846	999	1175	1339	1481	1627	1780	1900	2016
2021	816	955	1105	1276	1443	1637	1736	1850	1907
	июль			**август**			**сентябрь**		
	среднедекадная температура воздуха								
Средняя многолетняя	22,5	23,2	23,8	23,7	22,7	21,6	19,3	17,4	15,6
2020	28,5	25,4	26,0	26,5	24,2	24,7	25,3	22,0	21,6
2021	25,1	29,0	26,0	28,1	23,9	26,1	18,80	20,1	14,3

Признак качества зерна риса «масса 1000 а.с. зерен» является сортовым. Крупность зерна сортов риса на сортоучастках была различной (табл. 2). Так, у сортов риса, выращенных на госсортоучастке «Белозерный» в 2020 году, Рапан 2, Патриот, Азовский, Аргамак, Восход, Престиж и Фаворит значение признака было выше по сравнению с зерном, выращенным на госсортоучастке «Абинский рисовый» на 0,8, 1,2, 0,5, 0,7, 1,5, 2,7, 0,8 г соответственно. У сортов риса Олимп, Романс, Родос, Утес крупность зерна была ниже на 0,7, 0,1, 0,7, 0,5 г соответственно по отношению к сортам, выращенным на «Абинском» госсортоучастке. На госсортоучастке «Абинский рисовый» за два года исследований у всех сортов крупность была выше в 2020 году: у сортов Рапан 2, Олимп, Романс, Азовский, Аргамак, Родос, Утес, Восход, Престиж, Фаворит на 0,6, 0,7, 1,4, 2,6, 1,1, 2,7, 0,1, 0,3, 0,1, 0,5 г соответственно, кроме сорта риса Патриот, у которого значения признака в 2021 году были выше на 1,2 г. У сортов риса, выращенных на госсортоучастке «Белозерный» в 2021 году крупность зерновки была выше от 0,1 г (сорт Олимп) до 4,1 г (сорт Престиж).

Таблица 2. Крупность зерна сортов риса, выращенных на госсортоучастках в 2020, 2021 гг.

Сорт	Масса 1000 а. с. зерен, г					
	2020 г.		2021 г.		среднее	
	«Абинский рисовый»	«Белозерный»	«Абинский рисовый»	«Белозерный»	«Абинский рисовый»	«Белозерный»
Рапан 2, ст.	24,7	25,5	24,1	23,8	24,4	24,7
Фаворит, ст.	28,7	29,5	28,2	29,3	28,5	29,4
Олимп	22,8	22,1	22,1	22,0	22,5	22,1
Азовский	22,8	23,3	20,2	21,8	22,3	22,6
Романс	25,6	25,5	24,2	25,0	24,9	25,3
Патриот	27,3	28,5	25,9	26,3	26,6	27,4
Утес	26,5	26,0	26,4	25,7	26,5	25,9
Восход	26,6	28,1	26,3	26,0	26,5	27,1
Престиж	29,1	31,8	29,0	27,7	29,1	29,8
Аргамак	26,2	26,9	25,1	24,4	25,7	25,7
Родос	33,4	32,7	30,7	31,2	32,1	32,0
$НСР_{05}$	0,12	0,11	0,13	0,13	0,10	0,10

У сортов риса, выращенных в 2020 году на госсортоучастке «Абинский рисовый» стекловидность была низкой и находилась в пределах от 52 % (сорт Родос) до 84 % (сорт Восход) (табл. 3). Стекловидность зерна у сортов риса, выращенных в 2021 году на госсортоучастке «Белозерный» находилась в диапазоне от 61 % (сорт Родос) до 82 % (сорт Рапан 2). Наибольшие значения признака «стекловидность» отмечены у сортов риса, выращенных в 2020 году на госсортоучастке «Белозерный»: 94 % у сорта Рапан 2, 91 % у сорта риса Утес, 92 % у сорта риса Восход и у сортов риса, выращенных на госсортоучастке «Абинский рисовый» в 2021 году: 88 % у сорта Рапан 2, 87 % у сорта Аргамак, 92 % у сорта Восход.

Таблица 3. Стекловидность зерна сортов риса, выращенных на госсортоучастках в 2020, 2021 гг.

Сорт	Стекловидность, %					
	2020 г.		2021 г.		среднее	
	«Абинский рисовый»	«Белозерный»	«Абинский рисовый»	«Белозерный»	«Абинский рисовый»	«Белозерный»
Рапан 2, ст.	81	94	88	82	**85**	**88**
Фаворит, ст.	67	78	72	69	70	74
Олимп	63	70	74	64	69	67
Азовский	63	82	78	61	71	72
Романс	74	88	72	63	73	76
Патриот	64	74	75	72	70	73
Утес	83	91	87	80	**85**	**86**
Восход	84	92	88	77	**86**	**85**
Престиж	64	78	76	70	70	74
Аргамак	69	68	87	81	78	75
Родос	52	61	49	58	51	60
$НСР_{05}$	2,3	2,1	1,8	1,9	2,0	1,7

Трещиноватость зерна в 2020 г. на сортах риса, выращенных на госсортоучастке «Абинский рисовый» находилась в пределах от 6 % (сорт Восход) до 30 % (сорт Престиж) (табл. 4). В 2020 году трещиноватость зерна сортов, выращенных на госсортоучастке «Белозерный», значительно выше от 13 % (сорт Утес) до 65 % (сорт Престиж). Так, у сорта Рапан 2 в 2,8 раза, у сорта Олимп в 2,9, у сорта Патриот в 2,4, у сорта Романс в 1,9, у сорта Азовский в 1,8, у сорта Аргамак в 1,8, у сорта Родос в 1,5, у сорта Утес в 1,3, у сорта Восход в 2,8, у сорта Престиж в 2,2, у сорта Фаворит в 2 раза. Трещиноватость была наименьшей в 2021 году у всех сортов риса, выращенных на госсортоучастке «Абинский рисовый» и средней - госсортоучастке «Белозерный».

Таблица 4. Трещиноватость зерна сортов риса, выращенных на госсортоучастках в 2020, 2021 гг.

Сорт	Трещиноватость, %					
	2020 г.		2021 г.		среднее	
	«Абинский рисовый»	«Белозерный»	«Абинский рисовый»	«Белозерный»	«Абинский рисовый»	«Белозерный»
Рапан 2, ст.	14	39	6	15	**10**	27
Фаворит, ст.	13	26	14	22	14	24
Олимп	18	53	8	16	13	35
Азовский	19	35	9	8	14	22
Романс	21	39	8	28	15	34
Патриот	13	31	15	24	14	28
Утес	10	13	5	19	8	16
Восход	6	17	4	25	5	21
Престиж	30	65	9	23	20	44
Аргамак	16	29	10	23	13	26
Родос	13	19	12	22	13	21
$НСР_{05}$	1,3	1,9	1,3	1,7	1,6	2,1

Содержание целого ядра в крупе сортов риса на госсортоучастке «Абинский рисовый» в 2020 г. находилось в пределах от 66,1 % (сорт Престиж) до 89 % (сорт Утес) (табл. 5). Низкое содержание целого ядра было у двух сортов Азовский и Престиж. У остальных сортов содержание целого ядра было средним. На госсортоучастке «Белозерный» также низкое содержание целого ядра у сорта Престиж. В 2021 году наибольшие значения признака отмечены у всех изучаемых сортов на обоих госсортоучастках.

Таблица 5. Содержание целого ядра в крупе сортов риса, выращенных на госсортоучастках в 2020, 2021 гг.

Сорт	Содержание целого ядра, %					
	2020 г.		2021 г.		среднее	
	«Абинский рисовый»	«Белозерный»	«Абинский рисовый»	«Белозерный»	«Абинский рисовый»	«Белозерный»
Рапан 2. ст.	77,8	70,5	97,7	93,4	87,8	82,0
Фаворит, ст.	74,4	78,1	86,0	82,9	80,2	80,5
Олимп	76,8	83,6	97,2	95,9	87,0	89,8
Азовский	68,8	73,8	96,9	94,7	82,9	84,3
Романс	80,4	89,2	95,0	82,8	87,7	86,1
Патриот	71,0	72,1	96,9	91,2	84,0	81,7
Утес	89,7	72,7	94,4	89,4	92,1	81,1
Восход	89,4	81,7	92,4	84,4	90,9	83,1
Престиж	66,1	63,5	89,1	86,1	77,6	74,8
Аргамак	75,2	69,8	94,9	90,1	85,1	80,0
Родос	78,9	86,4	96,7	89,5	87,8	88,0
$НСР_{05}$	0,19	0,22	0,41	0,31	0,23	0,37

Таким образом, в результате проведенных исследований было показано, что качество зерна на государственных сортоучастках в 2020 и 2021 гг. было различным. Причем различия были отмечены, как по годам, что было обусловлено погодными условиями в период вегетации риса, так и для урожаев самих госсортоучастков в одном и том же году.

Отмечены тенденции повышения стекловидности зерна сортов на «Абинском» госсортоучастке в 2021 г. по сравнению с 2020 г. и снижения на «Белозерном»; снижения крупности и трещиноватости зерна на госсортоучастках и повышения показателя содержания целого ядра в крупе. Снижение трещиноватости и повышение содержания целого ядра – положительные характеристики для качества зерна, снижение крупности и стекловидности относятся к отрицательным характеристикам. Условия 2021 г. были более благоприятными в период полного созревания семян – 1-й и 2-й декадах сентября, то есть в период, когда зерно сортов, посеянных в средние и поздние сроки интенсивно теряет влагу: среднедекадная температура 1-й декады января была в 2021 г. на 6,5 °С ниже, чем 2020 г., средняя многолетняя температура – на 44 °С. В связи с этим снижение влажности до уборочных параметров (с ~30 ° С до 19-15 °С происходило медленнее и не приводило к значительному в связи с этим трещинообразованию в зерновках. Различный характер изменения стекловидности зерна на госсортоучастках (повышение на «Абинском» и снижение на «Белозерном») может быть обусловлено сроками уборки: уборка на «Абинском» была почти на месяц позже, что могло обусловить дозревание семян на корню.

При сравнении соответствующего качества зерна урожаев большинства сортов на госсортоучастках между собой для 2020 и 2021 гг. был сделан вывод о лучшем качестве зерна госсортоучастка «Белозерный» по стекловидности и крупнозерности в 2020 г., госсортоучастка «Абинский рисовый» по крупности и стекловидности зерна, содержанию целого ядра в крупе в 2021 г., по трещиноватости зерна в 2020 и 2021 гг. Качество зерна у большинства сортов в 2020 и 2021 гг. было выше, чем в «Белозерный». Отмеченная закономерность может быть обусловлена поздними сроками сброса воды, длительным снижением влажности зерна при дозревании на корню на госсортоучастке «Абинский рисовый». Показатели содержания целого ядра в крупе для зерна урожая с госсортоучастка «Белозерный» в 2021 г. были ниже у большинства сортов на 3,1 (сорт Родос)-22,6 % сорт (сорт Престиж), что приводит к значительному снижению качества крупы и, следовательно, снижению рентабельности выработки рисопродуктов.

Показатели содержания целого ядра в крупе для урожая госсортоучастка «Белозерный» в 2020 г. в отличие от 2021 г. были как выше (Олимп, Патриот, Романс, Азовский, Родос, Фаворит), так и ниже (Рапан 2, Аргамак, Утес, Восход, Престиж) по сравнению с госсортоучастком «Абинский рисовый». Такая закономерность может быть обусловлена различной реакцией сортов (явное и скрытое трещинообразование) на неблагоприятные условия дозревания (температура воздуха, ранний сброс воды).

По результатам исследования были рассчитаны средние значения показателей признаков качества зерна сортов, выращенных на каждом сортоучастке и на двух госсортоучастках (табл. 6).

Таблица 6. Средние значения показателей признаков качества сортов риса

Сорт	Крупность зерна, г	Стекловидность, %	Трещиноватость зерна, %	Содержание целого ядра в крупе, %
Рапан 2, ст.	24,5	**87**	19	84,9
Фаворит, ст.	29,0	72	19	80,4
Олимп	22,3	68	24	**88,4**
Азовский	22,5	72	18	83,6
Романс	25,1	75	25	**86,9**
Патриот	27,0	72	21	82,9
Утес	26,2	**86**	**12**	**86,6**
Восход	26,8	**86**	**13**	**87,0**
Престиж	29,5	72	32	76,2
Аргамак	25,7	77	20	**87,6**
Родос	32,1	56	**17**	**87,9**

Исходя из полученных результатов исследования одиннадцати сортов риса, находящихся на государственном сортоиспытании по качеству зерна были выделены лучшие сорта (от 3-х до 6 шт.) для каждого госсортоучастка: «Абинский рисовый» и «Белозерный» и двух госсортоучастков (табл. 6). Лучшими сортами по признакам качества зерна урожаев 2020 и 2021 гг. госсортоучастка «Абинский рисовый» признаны сорта : Рапан 2, Утес и Восход (стекловидность 85-86 %, трещиноватость 5-10 %, содержание целого ядра в крупе 87,8-92,1 %), Олимп, Родос по содержанию целого ядра в крупе – 87,7 и 87,8 % соответственно. Лучшими для госсортоучастка «Белозерный» по стекловидности - 86-88 % сорта Рапан 2, Утес, Восход, трещиноватости 16-22 % Утес, Восход, Родос, содержанию целого ядра в крупе 86,1-89,8 % Романс, Олимп, Родос. Лучшими одновременно для двух госсортоучастков по совокупности признаков качества являются сорта Утес и Восход (стекловидность 86 %, трещиноватость 12, 13 %, содержание целого ядра в крупе 86,6 и 87,0 %). Сорта Олимп, Родос и Аргамак, несмотря на сниженные остальные показатели, характеризовались высокими значениями важнейшего признака для выработки крупы - содержания целого ядра в крупе (88,4-87,6 %).

Сорта Утес и Восход характеризуются высокими признаками качества зерна и устойчивостью к различным условиям возделывания по стекловидности зерна. Можно рекомендовать их возделывание в условиях Абинского и Красноармейсткого районов при оптимальных условиях уборки; возможно ухудшение показателя содержания целого ядра в крупе при быстром снижении влажности зерна после сброса воды при высоких температурах воздуха. Рапан 2, Олимп и Родос также можно рекомендовать для возделывания в Абинском районе, но надо учитывать повышение трещиноватости при ухудшении условий вегетации и уборки, на снижение стекловидности для Олимпа и Родоса. Крупнозерный сорт Родос, несмотря на высокую массу зерновки и повышенную трещиноватость, был определен, как стабильный на «содержание целого ядра в крупе» 87,8 и 88,0 % для урожая сортоучастков «Абинский рисовый» и «Белозерный» соответственно. Нестабильными в изменяющихся условиях среды (сортоучасток «Белозерный) были признаны сорта Рапан 2 (в 2020 г. трещиноватость зерна была выше на 24 %, содержание целого ядра в крупе ниже на 22,9 %), Азовский (на 27 %, на 20,9 % соответственно). Престиж (на 42 %, на 22,6 % соответственно). У сорта Олимп, несмотря на резкое повышение трещиноватости (на 37 %), содержание целого ядра в крупе снизилось всего на 12,3 %; у сорта Аргамак при незначительном повышении трещиноватости (на 6 %) значение признака «содержание целого ядра» было существенно ниже – на 20,7 %.

Выводы

Исходя из полученных результатов исследования одиннадцати сортов риса, находящихся на государственном сортоиспытании селекции ФНЦ риса (г. Краснодар), ФГБНУ «Научный центр «Донской» (г. Зерноград Ростовской области), ООО «Зерновая компания «Полтавская» (Краснодарский край, Красноармейский район, х. Протичка) по качеству зерна были выделены лучшие сорта для каждого госсортоучастка: «Абинский рисовый» и «Белозерный», расположенных соответственно в Абинском и Красноармейском районах и двух этих госсортоучастков по средним значениям показателей технологических признаков зерна.

Лучшими сортами по признакам качества зерна урожаев 2020 и 2021 гг. госсортоучастка «Абинский рисовый» признаны сорта: Рапан 2, Утес и Восход (стекловидность 85-86 % трещиноватость 5-10 %, содержание целого ядра в крупе, 87,8-92,1 %), Олимп, Родос по содержанию целого ядра в крупе – 87,7 и 87,8 % соответственно. Лучшими для госсортоучастка «Белозерный» сорта Рапан 2, Утес, Восход - по стекловидности (86-88 %), Утес, Восход, Родос - трещиноватости (16-22 %), содержанию целого ядра в крупе - Романс, Олимп, Родос (86,1-89,8 %). Лучшими одновременно для двух госсортоучастков по совокупности признаков качества являются сорта Утес и Восход.

Работа выполнена в рамках госзадания № 075-01046-23-01; FGRG-2022-0009.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдулин, А. Унификация правовой охраны новых сортов растений в Европейском союзе // ИС. Промышленная собственность. - 2007. - № 4. - С.55-57.
2. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен и 1000 семян; введ. 1999-07-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, - Зерно. Методы анализа, 2009. – 7 с.
3. ГОСТ 10843-76. Метод определения пленчатости; введ. 1976-07-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2009. – 11 с.
4. ГОСТ 10987-76. Метод определения стекловидности; введ. 1977-06-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2009. – 53 с.
5. Дзюба, В.А. Многофакторный опыт и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба // Методические рекомендации (доп.). – Краснодар. – 2007. – 76 с.
6. Кумейко, Т.Б. Влияние азотных удобрений на технологические признаки качества сортов риса селекции ВНИИ риса, выращенных в Абинском районе Краснодарского края / Т.Б. Кумейко, Н.Г. Туманьян // Рисоводство. - № 4 (45).- 2019. – С. 95-101.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. // [Электронный ресурс]. Москва. – 2019 г. – 329 с. Переиздание. Дата обращения 07.03.2023 г. Режим доступа URLhttps://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_1.pdf/.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры // [Электронный ресурс]. Москва. – 1989 г. – 195 с. Переиздание. Дата обращения 07.03.2023 г. Режим доступа URL https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_2.pdf/
9. Сорта риса. Сорта и гибриды овощных и бахчевых культур: католог / ФГБНУ «ФНЦ риса»; сост. С.В. Гаркуша [и др.]. – Краснодар: «ЭДВИ», 2021. – 68 с.
10. Туманьян, Н.Г. Классификация цветных сортов риса (с красным и черным перикарпом зерновки), как объектов генетической коллекции на основе анализа количественных признаков качеств / Н.Г. Туманьян, Э.Ю. Папулова, Т.Б. Кумейко, Л.В. Есаулова, Г.Л. Зеленский, Н.В. Остапенко // Достижения науки и техники АПК. – Т. 30. - № 3. – 2016. – С. 57-61.
11. Федеральный закон от 30.12.2021 N 454-ФЗ (ред. от 29.12.2022) «О семеноводстве» // [Электронный ресурс]. Дата обращения 07.03.2023 г. Режим доступа URL https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_405425/407a6c37579248088e09594d2d723d8b 080ed2e6/.
12. ФГБУ «Госсортокомиссия». Организация и проведение испытаний. // [Электронный ресурс]. Дата обращения 07.03.2023 Режим доступа URL https://gossortrf.ru/organizaciya-i-provedenie-ispytaniy/.

REFERENCES

1. Abdulin, A. Unification of the legal protection of new plant varieties in the European Union / A. Abdulin // IS. Industrial property. - 2007. - № 4. - P.55-57.
2. GOST 10842-89. Grains of cereals and legumes and oilseeds. Method for determining the mass of 1000 grains and 1000 seeds; introduced 1999-07-01. - Moscow: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing house of standards, - Grain. Methods of analysis, 2009. - 7 p.
3. GOST 10843-76. Method for determining filminess; introduced 1976-07-01. - Moscow: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing House of Standards, 2009. - 11 p.
4. GOST 10987-76. Method for determining vitreousity; introduced 1977-06-01. - Moscow: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing House of Standards, 2009. - 53 p.
5. Dzyuba, V.A. Multifactorial experience and methods of biometric analysis of experimental data / V.A. Dziuba // Methodical recommendations (enlarged). - Krasnodar. - 2007. - 76 p.
6. Kumeiko, T.B. Influence of nitrogen fertilizers on the technological quality traits of rice varieties bred by All-Russian Rice Research Institute grown in the Abinsky district, Krasnodar region/ T.B. Kumeiko, N.G. Tumanyan // Rice growing. - № 4 (45). - 2019. - P. 95-101.
7. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue. 1. General part. // [Electronic resource]. Moscow. - 2019. - 329 p. Reissue. Reference date: 07.03.2023. Access mode URL https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_1.pdf/.
8. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue. 2. Cereals, legumes, corn and fodder crops // [Electronic resource]. Moscow. - 1989. - 195 p. Reissue. Reference date: 07.03.2023. Access mode URL https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_2.pdf/.
9. Rice varieties. Varieties and hybrids of vegetable and melon crops: catalog / FSBSI “Federal Scientific Rice Centre”; compiled by S.V. Garkusha [et al]. - Krasnodar: “EDVI”, 2021. - 68 p.
10. Tumanyan, N.G. Classification of colored rice varieties (with red and black grain pericarp) as objects of a genetic collection based on the analysis of quantitative traits / N.G. Tumanyan, E.Yu. Papulova, T.B. Kumeiko, L.V. Esaulova, G.L. Zelensky, N.V. Ostapenko // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. - V. 30. - №3. -2016. - P. 57-61.
11. Federal Law of December 30, 2021 N 454-FZ (as amended on December 29, 2022) “On seed production” // [Electronic resource]. Reference date: 07.03.2023. Access mode URL https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_405425/407a6c37579248088e09594d2d723d8b 080ed2e6/.
12. FSBI “Gossortokomissiya”. Organization and testing // [Electronic resource]. Reference date: 07.03.2023. Access mode URL https://gossortrf.ru/organizaciya-i-provedenie-ispytaniy/.

Наталья Георгиевна Туманьян
Заведующая лабораторией качества риса
E-mail: tngerag@yandex.ru

Сергей Валентинович Гаркуша
Директор
Тел.: (861)229-43-03, факс: (861)229-41-98
E-mail: arri_kub@mail.ru

Татьяна Борисовна Кумейко
Старший научный сотрудник
лаборатории качества риса
E-mail: tatkumejko@yandex.ru

Ольховая Кнарик Карапетовна
Младший научный сотрудник
лаборатории качества риса

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»
350921, Россия, Краснодар, Белозерный, 3
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Natalia Georgievna Tumanyan
Head of laboratory of rice quality
E-mail: tngerag@yandex.ru

Sergey Valentinovich Garkusha
Director
Tel.: (861)229-43-03, факс: (861)229-41-98
E-mail: arri_kub@mail.ru

Tatyana Borisovna Kumeyko
Senior researcher at the
rice quality laboratory
E-mail: tatkumejko@yandex.ru

Olkhovaya Knarik Karapetovna
Junior researcher of laboratory of rice quality

All: FSBSI «FSC of rice»
3, Belozerniy, Krasnodar, 350921, Russia
E-mail: arrri_kub@mail.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-23-28
УДК 631.45

Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, академик РАН,
Бондарева Т.Н., канд. с.-х. наук,
Харченко П.Н., д-р биол. наук, академик РАН,
Петрик Я.Б., аспирант
г. Краснодар, Россия

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ХЛОРОФИЛЛА ЛИСТЬЕВ РИСА

Приводятся результаты исследований влияния предпосевного обогащения семян риса цинком и медью на фотосинтетическую деятельность растений риса при выращивании на лугово-черноземной тяжелосуглинистой среднемощной слабогумусной почве зоны рисосеяния Республики Адыгея. Экспериментально доказано, что предпосевное обогащение семян риса цинком или медью является эффективным приемом воздействия на фотосинтетическую деятельность растений. Максимальное воздействие на интенсивность фотосинтеза оказывает предпосевная обработка семян риса 1,0 % водным раствором цинка и 0,5 % раствором меди. Предпосевное обогащение семян риса 1,0 % водным раствором цинка способствует повышению интенсивности фотосинтеза в фазе кущение на 21,9, выметывание – 17,5 и созревание – 12,8 %. В значительной степени это обусловлено повышением фотосинтетической активности хлорофилла, что подтверждается увеличением ассимиляционного числа на 0,9, 0,4 и 0,5 единиц соответственно в фазы кущение, выметывание и созревание. Аналогичное по степени влияние на фотосинтетическую деятельность растений оказывает медь. У растений из обогащенных медью семян интенсивность фотосинтеза повышалась в фазе кущение на 19,6 %, выметывание – 16,2 и созревание на 30,3 %. Ассимиляционное число, указывающее на фотосинтетическую активность хлоропластов, увеличивалось на 1,0, 0,5 и 2,5 единиц соответственно в фазы кущение, выметывание и созревание.

***Ключевые слова**: рис, микроэлемент, цинк, медь, интенсивность фотосинтеза, фотосинтетическая активность хлорофилла, ассимиляционное число.*

EFFECT OF MICROELEMENTS ON PHOTOSYNTHETIC RATE AND PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF RICE LEAVES CHLOROPHYLL

The article presents the results of studying the effect of pre-sowing enrichment of rice seeds with zinc and copper on the photosynthetic activity of rice plants when grown on meadow-chernozem heavy loamy medium-thick low-humus soil of the rice-growing zone of the Republic of Adygea. It has been experimentally proven that the pre-sowing enrichment of rice seeds with zinc or copper is an effective technique for influencing the photosynthetic activity of plants. The maximum effect on photosynthetic rate is provided by pre-sowing treatment of rice seeds with a 1.0 % aqueous solution of zinc and a 0.5% solution of copper. Pre-sowing enrichment of rice seeds with 1.0 % aqueous zinc solution increases the intensity of photosynthesis in the tillering phase by 21.9 %, heading – by 17.5 % and ripening – by 12.8 %. To a large extent, this is due to an increase in the photosynthetic activity of chlorophyll, which is confirmed by an increase in the assimilation number by 0.9, 0.4 and 0.5 units, respectively, in the tillering, heading and ripening phases. Copper has a similar effect on the photosynthetic activity of plants. In plants from seeds enriched with copper, the intensity of photosynthesis increased in the tillering phase by 19.6 %, heading - by 16.2 and ripening - by 30.3 %. The assimilation number, indicating the photosynthetic activity of chloroplasts, increased by 1.0, 0.5 and 2.5 units respectively in the tillering, heading and ripening phases.

***Key words**: rice, microelement, zinc, copper, photosynthetic rate, photosynthetic activity of chlorophyll, assimilation number.*

Введение

Интенсивность фотосинтеза – количество миллиграммов CO_2 усвоенное за 1 час 1 дм^2 листовой поверхности. Она возрастает с увеличением содержания в листьях растений хлорофилла. Однако прямой пропорциональной зависимости между этими двумя показателями нет. Еще в начале XX столетия Р. Вильштеттер и А. Штоль для оценки фотосинтетической активности хлорофилла ввели в физиологии растений понятие ассимиляционного числа – количество CO_2 в миллиграммах, усвоенное на единицу содержания хлорофилла в единицу времени [17].

Величина интенсивности фотосинтеза у растений из различных таксономических групп в естественных фитоценозах варьирует в широких пределах – от 4 до 70 мг CO_2/(дм^2·ч) и выше и обусловлена как видовыми особенностями, так и условиями произрастания. Она значительно изменяется как в течение дня, так и по ходу вегетации. Интенсивности

фотосинтеза <10 мг CO_2/дм^2·ч принято оценивать как низкую, 10-30 – средную и >30 мг CO_2/дм^2·ч – высокую. Растение риса обладает сравнительно высокой потенциальной интенсивностью фотосинтеза. В благоприятных условиях оно может ассимилировать около 60 мг CO_2/дм^2·ч [9, 12–14].

Интенсивность фотосинтеза определяется, с одной стороны, экологическими факторами – концентрацией углекислого газа в воздухе, притоком воды и элементов питания, температурой окружающей среды, интенсивностью и спектральным составом света и присутствием в воздухе поллютантов, ветровым режимом поля, а с другой – генетически обусловленными параметрами архитектоники и свойств растения – структурой листа, обеспеченностью пластидными пигментами и скоростью оттока ассимилятов, наличием участвующих в фотосинтезе ферментов, числом устьиц, степенью экологической приспособленности к условиям произрастания [4, 5, 8].

Элементы минерального питания влияют на интенсивность фотосинтеза прямо или косвенно, через обмен веществ и рост. Их действие на фотосинтез связано с тем, что они входят в состав ферментов и пластидных пигментов или непосредственно участвуют в процессе фотосинтеза в качестве активаторов. Кроме того, отдельные элементы минерального питания могут оказывать значительное влияние на фотосинтез, изменяя коллоидное состояние цитоплазмы. Сбалансированное минеральное питание является основным условием высокой фотосинтетической активности растений. В свою очередь очень высокая интенсивность фотосинтеза является необходимым условием для усиленного поглощения и усвоения элементов минерального питания [1, 2, 10, 11, 15, 16].

Цель исследований

Изучить влияние предпосевного обогащения семян риса цинком и медью на интенсивность фотосинтеза и фотосинтетическую активность хлорофилла ассимиляционного аппарата растений.

Материалы и методы

Исследования проведены в соответствии с общепринятыми методиками в полевом опыте на рисовой оросительной системе ООО «Адыгейский научно-технический центр по рису» (РА, Тахтамукайский р-н) на лугово-черноземной тяжелосуглинистой среднемощной слабогумусной почве со следующей агрохимической характеристикой: гумус общий – 3,7 %, азот аммонийный – 12,6 мг/кг, фосфор подвижный – 53,3 мг/кг, калий подвижный – 220 мг/кг, подвижный цинк – 0,84 мг/кг, подвижная медь – 0,83 мг/кг, реакция почвенного раствора нейтральная – pH 7,1.

Площадь делянок – 50 м^2, варианты размещались рендомизированно, повторность 4-х кратная. Предшественник – оборот пласта многолетних трав. Сорт риса Рапан. Посев проводился в первой декаде мая, рядовым способом на глубину 0,5–1,0 см, с нормой высева 7 млн всхожих зерен на 1 га. Режим орошения – укороченное затопление. Действие предпосевной обработки семян медью и цинком на фотосинтетическую активность растений изучали на фоне $N_{120}P_{80}K_{60}$. Для создания фона использовали аммофос, калий хлористый, карбамид. Обработку семян проводили полусухим способом (расход рабочего раствора 10 л/т семян) 0,5, 1,0, 1,5 % водными растворами цинка и 0,05, 0,5 и 1,0 % – меди. В качестве микроудобрений использовали сульфаты одноименных микроэлементов.

Интенсивность фотосинтеза определяли на верхних неотделенных от растений листьях по методике Бородулиной в модификации Шеуджена [3, 6, 7]. Сущность метода заключается в определении прибыли углерода в листьях растений за сутки. Для выявления величины оттока и расходования углерода на темновое дыхание проводили определение в освещенной и затемненной на время экспозиции частях листовой пластинки. Для затемнения использовали двухсторонний бумажный экран (черная бумага снизу и белая сверху). Его укрепляли на противоположный лист и противоположную половинку листа одновременно с взятием пробы с освещенного листа. После каждой экспозиции экран передвигали по листу или переносили на другие листовые пластинки. При каждом отборе измеряли освещенность, которая находилась в диапазоне 30–32 тыс. лк. Содержание пластидных пигментов в листьях определяли по методу Годнева в модификации Шеуджена, количество хлорофиллов рассчитывали по формулам Хольма-Ветштейна; фотосинтетическую активность хлорофиллов (ассимиляционное число, мг CO_2/мг хлорофиллов·ч) – по формуле Р. Вильшеттера и А. Штоля как отношение интенсивности фотосинтеза к содержанию суммы хлорофиллов в ассимиляционных органах [7].

Результаты и обсуждение

Цинк. Интенсивность фотосинтеза у растений риса, как уже отмечалось, зависит от многих внутренних и внешних факторов, в т. ч. от возраста. В начале онтогенеза она постепенно нарастает, достигая максимума в фазе выметывания, затем начинает снижаться до полного прекращения (рис. 1). Так, от фазы кущения к выметыванию риса интенсивность фотосинтеза у растений контрольного варианта возросла на 6,2 мг CO_2/дм^2·ч или на 16,1 %, а к созреванию снизилась на 11,1 мг CO_2/дм^2·ч или 24,9 % по сравнению с предшествующей фазой и даже на 4,9 мг CO_2/дм^2·ч или на 12,8 % относительно ее значения в фазе кущения. Уменьшение интенсивности фотосинтеза в конце вегетационного периода связано со старением и понижением метаболической активности растений.

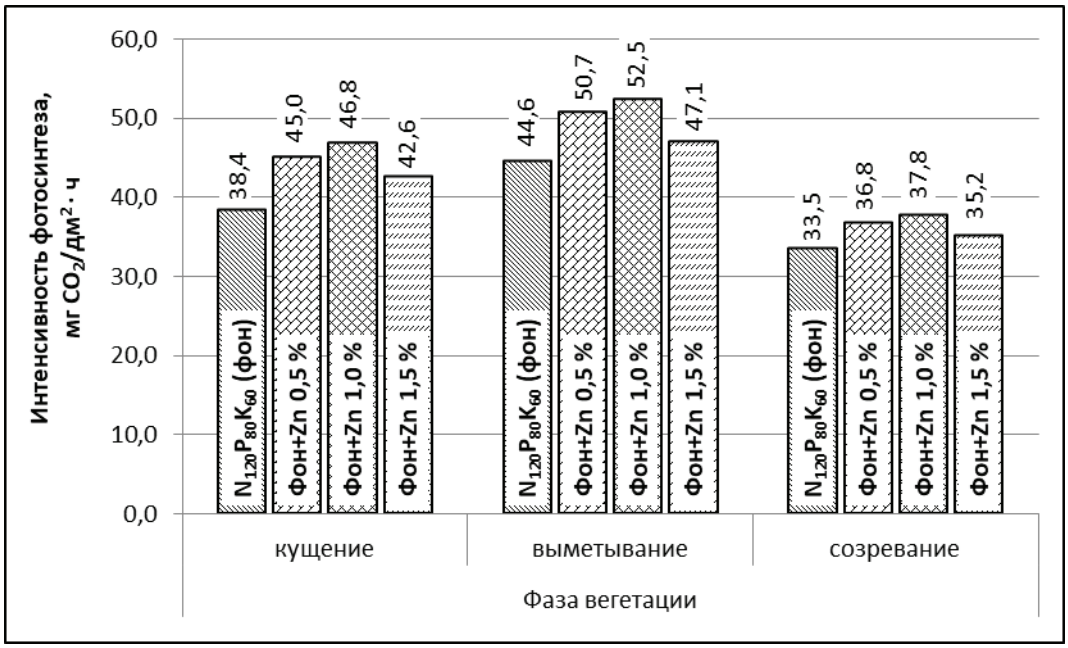


Рисунок 1. Интенсивность фотосинтеза растений риса при посеве семенами, обогащенными цинком

Предпосевное обогащение семян риса цинком увеличивало интенсивность фотосинтеза в фазы кущения, выметывания и созревания на 4,2–8,4 ($НСР_{05}$=2,5), 2,5–7,8 ($НСР_{05}$=2,5) и 1,7–4,3 мг CO_2/дм^2·ч ($НСР_{05}$=1,9) или 10,9–21,9, 5,6–17,5 и 5,1–12,8 %. Независимо от фазы вегетации растений наибольшей она была на варианте, где для предпосевной обработки семян использовали 1,0 % водный раствор микроэлемента.

Фотосинтетическая активность хлорофиллов была наиболее высокой в фазе выметывания растений риса. Это подтверждается ассимиляционным числом. Предпосевная обработка семян риса 1,0 % водным раствором цинка способствовала повышению фотосинтетической активности хлорофиллов **а+б**. На этом варианте ассимиляционное число было больше, чем в контроле в фазы кущения, выметывания и созревания соответственно на 5,5, 0,4 и 0,5 единиц (рис. 2).

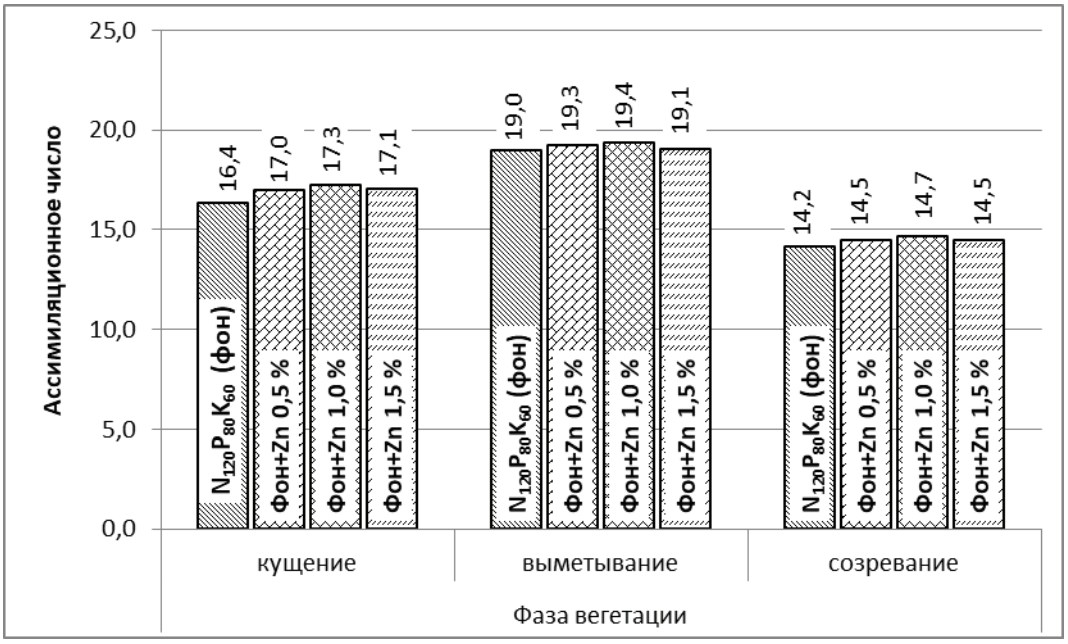


Рисунок 2. Фотосинтетическая активность хлорофилла растений риса при посеве семенами, обогащенными цинком

Медь. Оптимизация питания растений риса медью положительно сказывается на интенсивность фотосинтеза. В фазы кущение, выметывание и созревание интенсивность фотосинтеза у растений риса из обогащенных медью семян превышала этот показатель у контрольных растений на 2,1-8,0 ($НСР_{05}$=2,3), 1,8-7,6 ($НСР_{05}$=2,9) и 2,3-10,8 мг CO_2/дм^2·ч ($НСР_{05}$=2,3) или на 5,1-19,6 %, 3,8-16,2 и 6,4-30,3 % соответственно. Максимальные значения этого показателя во все фазы вегетации риса были у растений, выращенных из семян, обработанных 0,5 % водным раствором микроэлемента (рис. 3).

Повышение обеспеченности растений риса медью позитивно сказалось и на фотосинтетической активности хлорофиллов. Так, при предпосевной обработке семян риса 0,5 %-ным водным раствором микроэлемента ассимиляционное число в фазы кущение, выметывание и созревание возросло на 1,0, 0,5 и 2,5 единиц соответственно. Использование растворов других концентраций меди для предпосевной обработки семян было менее результативным: стимулирующий эффект уменьшался (рис. 4).

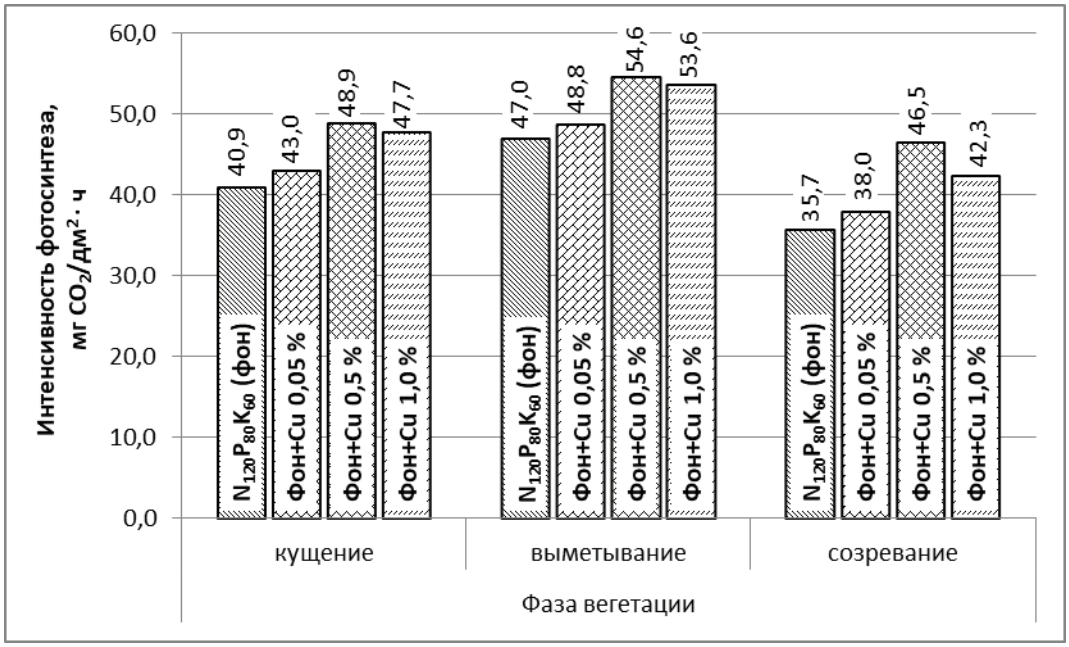


Рисунок 3. Интенсивность фотосинтеза растений риса при посеве семенами, обогащенными медью

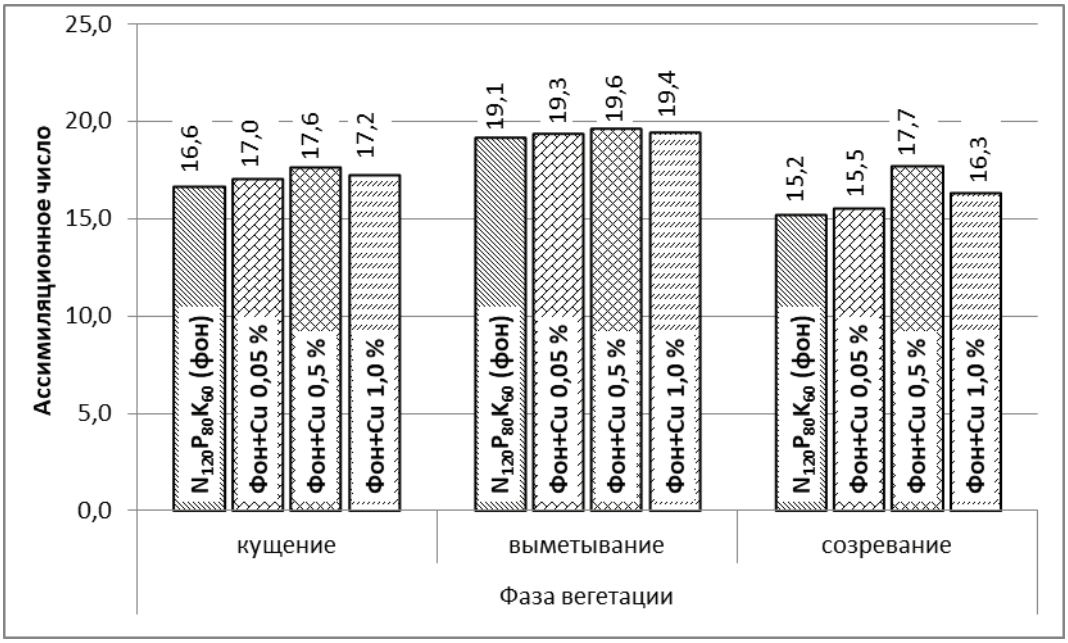


Рисунок 4. Фотосинтетическая активность хлорофилла растений риса при посеве семенами, обогащенными медью

Медь оказывает влияние на интенсивность фотосинтеза и ассимиляционное число в силу действия на ростовые процессы, синтез пластидных пигментов и углеводный обмен благодаря ее возможной роли в осуществлении окислительно-восстановительных реакций [5, 12].

Выводы

Предпосевное обогащение семян риса цинком или медью является эффективным приемом воздействия на фотосинтетическую активность растений. Максимальное воздействие на интенсивность фотосинтеза оказывает предпосевная обработка семян риса 1,0 % водным раствором цинка и 0,5 % раствором меди.

Предпосевное обогащение семян риса 1,0 % водным раствором цинка способствует повышению интенсивности фотосинтеза в фазе кущение на 21,9 %, выметывание – 17,5 и созревание – 12,8 %. В значительной степени это обусловлено повышением фотосинтетической активности хлорофилла, что подтверждается увеличением ассимиляционного числа на 0,9, 0,4 и 0,5 единиц соответственно в фазы кущение, выметывание и созревание.

У растений из обогащенных медью семян интенсивность фотосинтеза повышалась в фазе кущение на 19,6 %, выметывание – 16,2 и созревание на 30,3 %. Ассимиляционное число, указывающее на фотосинтетическую активность хлоропластов, увеличивалось на 1,0, 0,5 и 2,5 единиц соответственно в фазы кущение, выметывание и созревание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев, Д.А. Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание и продуктивность растений / Д.А. Алиев. Баку: Элм, 1974. – 336 с.
2. Анспок, П.И. Микроудобрения / П.И. Анспок. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
3. Баславская, С.С. Практикум по физиологии растений / С.С. Баславская, О.М. Трубецкова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964. - 125 с.
4. Битюцкий, Н.П. Необходимые микроэлементы растений / Н.П. Битюцкий. – СПб: Изд-во ДЕАН, 2005. – 256 с.
5. Битюцкий, Н.П. Микроэлементы высших растений / Н.П. Битюцкий. – СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2011. – 368 с.
6. Бородулина, Ф.З. Учет фотосинтеза по накоплению углерода в листьях / Ф.З Бородулина, Л.Г. Колобаева // Доклады АН СССР. - 1953. - Т. ХС. - № 5. - С 57–59.
7. Куркаев, В.Т. Агрохимия / В.Т. Куркаев, А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2000. – 552 с.
8. Мокроносов, А.Т. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты / А.Т. Мокроносов, В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 448 с.
9. Шеуджен, А.Х. Агрохимия и физиология питания риса / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. – 1012 с.
10. Шеуджен, А.Х. Агрохимия микроэлементов в рисоводстве / А.Х. Шеуджен, Е.М. Харитонов, Х.Д. Хурум, Т.Н. Бондарева. – Майкоп: Изд-во «Афиша», 2006. – 248 с.
11. Шеуджен, А.Х. Микроэлементы в системе удобрения рисового севооборота / А.Х. Шеуджен, Х.Д. Хурум. – Краснодар: «Просвещение – ЮГ», 2011. – 363 с.
12. Шеуджен, А.Х. Теория и практика применения микро – и ультрамикроудобрений в рисоводстве / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: «Полиграф – ЮГ», 2016. – 380 с.
13. Шеуджен, А.Х. Агрохимия цинка в рисовом агроценозе / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, Х.Д. Хурум, Я.Б. Петрик. – Майкоп: «Полиграф-ЮГ», 2019. – 164 с.
14. Шеуджен, А. Х. Агрохимия меди в рисовом агроценозе: монография / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, О. А. Гуторова, Я. Б. Петрик. – Майкоп: ОАО «Полиграф–Юг», 2021. – 144 с.
15. Школьник, М.Я. Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник. – Л.: Наука, 1974. – 324 с.
16. Ягодин, Б.А. Кольцо жизни / Б.А. Ягодин. – М.: НИЭиС, 2002. – 135 с.
17. Якушкина, Н.И. Физиология растений / Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005. – 463 с.

REFERENCES

1. Aliev, D.A. Photosynthetic activity, mineral nutrition and plant productivity / D.A. Aliev. Baku: Elm, 1974. - 336 p.
2. Anspock, P.I. Microfertilizers / P.I. Anspock. - L .: Agropromizdat, 1990. - 272 p.
3. Baslavskaya, S.S. Workshop on plant physiology / S.S. Baslavskaya, O.M. Trubetskov. M.: Publishing House of Moscow university, 1964. - 125 p.
4. Bityutsky, N.P. Necessary microelements of plants / N.P. Bityutsky. - St. Petersburg: Publishing house DEAN, 2005. - 256 p.
5. Bityutsky, N.P. Trace elements of higher plants / N.P. Bityutsky. - St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg. university, 2011. - 368 p.
6. Borodulina, F.Z. Accounting for photosynthesis by carbon accumulation in leaves / F.Z. Borodulina, L.G. Kolobaeva // Reports of the USSR Academy of Sciences. - 1953. - V. XC. - № 5. – p.57–59.
7. Kurkaev, V.T. Agrochemistry / V.T. Kurkaev, A.Kh. Sheudzhen. - Maykop: GURIPP “Adygea”, 2000. - 552 p.
8. Mokronosov, A.T. Photosynthesis. Physiological-ecological and biochemical aspects / A.T. Mokronosov, V.F. Gavrilenko, T.V. Zhigalova. - M.: Publishing Center “Academy”, 2006. - 448 p.
9. Sheudzhen, A.Kh. Agrochemistry and physiology of rice nutrition / A.Kh. Sheudzhen. - Maykop: GURIPP “Adygea”, 2005. - 1012 p.
10. Sheudzhen, A.Kh. Agrochemistry of microelements in rice growing / A.Kh. Sheudzhen, E.M. Kharitonov, Kh.D. Khurum, T.N. Bondareva. - Maykop: Publishing House “Afisha”, 2006. - 248 p.

11. Sheudzhen, A.Kh. Trace elements in the fertilizer system of rice crop rotation / A.Kh. Sheudzhen, Kh.D. Khurum. - Krasnodar: “Prosvschenie-Yug”, 2011. - 363 p.
12. Sheudzhen, A.Kh. Theory and practice of using micro - and ultramicrofertilizers in rice growing / A.Kh. Sheujen. - Maykop: “Polygraph - Yug”, 2016. - 380 p.
13. Sheudzhen, A.Kh. Agrochemistry of zinc in rice agrocenosis / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva, Kh.D. Khurum, Ya.B. Petrik. - Maykop: “Polygraph-Yug”, 2019. - 164 p.
14. Sheudzhen, A. Kh. Agrochemistry of copper in rice agrocenosis: monograph / A. Kh. Sheudzhen, T. N. Bondareva, O. A. Gutorova, Ya. B. Petrik. - Maykop: OAO “Polygraph-Yug”, 2021. - 144 p.
15. Shkolnik, M.Ya. Trace elements in plant life / M.Ya. Shkolnik. - L.: Nauka, 1974. - 324 p.
16. Yagodin, B.A. Ring of life / B.A. Yagodin. - M.: NIEiS, 2002. - 135 p.
17. Yakushkina, N.I. Plant physiology / N.I. Yakushkina, E.Yu. Bakhtenko. – M.: Humanitarian publishing center VLADOS, 2005. - 463 p.

Асхад Хазретович Шеуджен
Заведующий отделом прецизионных технологий ФГБНУ «ФНЦ риса», заведующий кафедрой агрохимии Кубанского ГАУ
E-mail: a_kh_sheudjen@mail.ru

Татьяна Николаевна Бондарева
Ведущий научный сотрудник отдела прецизионных технологий ФГБНУ «ФНЦ риса», доцент кафедры агрохимии Кубанского ГАУ
E-mail: bondarevatatjva@mail.ru

Петр Николаевич Харченко
Научный руководитель ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии», E-mail: iab@iab.ac.ru.

Ярослав Богданович Петрик
аспирант Кубанского ГАУ им. И.Т. Трубилина

ФГБНУ «ФНЦ риса»
350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3
E-mail: arrri_kub@mail.ru

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Askhad Khazretovich Sheudzen
Head of precise technologies department, FSBSI Federal Scientific Rice Centre, Head of agrochemistry department, KubSAU
E-mail: a_kh_sheudjen@mail.ru

Tatyana Nikolaevna Bondareva
Leading researcher of precise technologies department, FSBSI Federal Scientific Rice Centre, associate professor of agrochemistry department, KubSAU
E-mail: bondarevatatjva@mail.ru

Petr Nikolaevich Kharchenko
Research advisor, FSBSI “All-Russia Research Institute of Agricultural Biotechnology”,
E-mail: iab@iab.ac.ru.

Yaroslav Bogdanovich Petric,
Post-graduate student, KubSAU named after I.T. Trubilin

FSBSI Federal Scientific Rice Centre
3, Belozerniy, Krasnodar, 350921, Russia
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»
13, Kalinina st., Krasnodar, 350044, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-29-36
УДК: 633.18: 631.524.022

Остапенко Н.В., канд.с.-х. наук,
Чинченко Н.Н., канд. с.-х. наук,
Джамирзе Р.Р., канд. с.-х. наук
г. Краснодар, Россия

СЕЛЕКЦИЯ И ПЕРВИЧНОЕ СЕМЕНОВОДСТВО РИСА И ДРУГИХ КУЛЬТУР (ОБЗОР)

Селекция и семеноводство занимают ведущее место в научно обоснованной технологической системе возделывания сельскохозяйственных растений. Они способны реализовать и обеспечить наиболее мощные, экономически выгодные, дешевые и экологически безвредные пути увеличения продуктивности и качества растениеводческой продукции. Новый сорт всегда был, есть и будет оставаться наиболее доступным, наиболее эффективным и недорогим фактором стабилизации и увеличения, как объемов производства зерна, так и повышения его качества. Семеноводство призвано решать взаимосвязанные между собой очень важные задачи: размножение высококачественных семян новых сортов, рекомендуемых производству, при сохранении сортовых и урожайных признаков семян. Через систему первичного семеноводства реализуются достижения селекции. Первичное семеноводство сорта само по себе является логическим продолжением селекционной работы. С экономической точки зрения, правильное ведение первичного и промышленного семеноводства всегда оправдано. На данном этапе развития отрасли сельского хозяйства России обозначилась проблема, когда семена важнейших стратегических видов сельскохозяйственных растений ввозились из-за рубежа (сахарная свекла, подсолнечник, кукуруза и др.). Но при этом российские селекционеры занимают прочные позиции в стране по количеству созданных сортов и высеваемых семян риса, пшеницы, ячменя, ржи и овса.

Ключевые слова: *селекция, семеноводство, первичное семеноводство, схема первичного семеноводства, сортосмена, сорт, рис.*

BREEDING AND PRIMARY SEED PRODUCTION OF RICE AND OTHER CROPS (REVIEW)

Breeding and seed production occupy a leading place in a scientifically based technological system for the cultivation of agricultural plants. They are able to implement and provide the most powerful, cost-effective, cheap and environmentally friendly ways to increase the productivity and quality of crop products. The new variety has always been, is and will remain the most accessible, most effective and inexpensive factor in stabilizing and increasing both grain production volumes and improving its quality. Seed production is meant to solve very important interrelated tasks: the reproduction of high-quality seeds of new varieties recommended for production, while maintaining the varietal and yield characteristics of seeds. Breeding achievements are realized through the system of primary seed production. Primary seed production of a variety is in itself a logical continuation of breeding work. From an economic point of view, the correct conduct of primary and industrial seed production is always justified. At this stage in the development of the Russian agricultural sector, a problem emerged when the seeds of the most important strategic types of agricultural plants were imported from abroad (sugar beet, sunflower, corn, etc.). But at the same time, Russian breeders occupy a strong position in the country in terms of the number of developed varieties and sown seeds of rice, wheat, barley, rye and oats.

Key words: *breeding, seed production, primary seed production, primary seed production scheme, variety changing, variety, rice.*

Введение

В современных условиях селекция и семеноводство являются основными, наиболее существенными, составляющими инновационного развития растениеводства. Особо отмечается значительный вклад селекции (до 70 %) в повышении урожайности важнейших сельскохозяйственных культур [12].

Главная задача селекции и семеноводства – это обеспечение роста адаптивного потенциала за счет генетически разнообразных сортов. Внедрение этой задачи заключается в создании новых сортов с разными сроками вегетации, различными типами развития, фотопериодической реакции, их адресного использования, быстрой сортосменой, правильной сортовой политикой [17, 27].

Самым низко затратным и эффективным фактором стабилизации, повышения объемов производства зерна и увеличение его качества, был и остается новый сорт. Повысить эффективность использования его генетического потенциала можно через улучшение организации семеноводства и совершенствование технологии возделывания. Повышению валовых сборов продукции растениеводства способствует использование высококачественных семян и более продуктивных сортов [23, 24].

Важное место при этом отводится первичному семеноводству новых сортов, которое является продолжением селекционной работы с ними. Существенное значение имеет усовершенствование технологии получения оригинальных семян новых сортов на этапе конкурсного испытания (КСИ) и после передачи их на государственное испытание (ГСИ), проведение ускоренного их размножения с целью увеличения объема производства семян [9].

Повышение эффективности отрасли рисоводства в России и в Краснодарском крае проводится путем внедрения в производство новых достижений селекции: высокопродуктивных сортов с превосходными потребительскими качествами. При этом семеноводство обеспечивает массовое производство семян при сохранении их сортовых особенностей, сочетающихся с высокими посевными качествами [14].

Сортосмена в Краснодарском крае в последние годы ведется высокими темпами по многим культурам, в том числе и в отрасли рисоводства. Ежегодно передаются на Государственное испытание селекционерами ФНЦ риса 4-5 новых сортов с улучшенными характеристиками. По результатам испытаний в Госреестр вносят 2-3 из них [11].

Цель исследований

Обобщить имеющиеся отечественные и мировые достижения в области селекции и первичного семеноводства различных культур и риса (в частности), выявить нерешенные проблемы и обозначить перспективы.

Материалы и методы

В работе использованы описательный и сравнительный методы исследований.

Результаты и обсуждение

Семеноводство. Обеспечение сельскохозяйственного товаропроизводителя качественными семенами новых сортов для получения стабильных урожаев культур – основная задача семеноводства, которое является промежуточным звеном между селекцией и производством.

Система семеноводства обязана своевременно обеспечить необходимым количеством семян всех производителей товарного зерна. При этом семена должны соответствовать требованиям и иметь экономически обоснованную цену, как для производителей семян, так и для их покупателей. Для этого необходимо решить две взаимосвязанные задачи: организация сортообновления и обеспечение эффективной сортосмены. Именно ускоренной сортосмене рекомендовано уделять особое внимание, как более приоритетному направлению, позволяющему быстрее окупить затраты на создание новых сортов и полнее реализовывать их продуктивный потенциал [23].

Сортосмена – внедрение новых сортов в производство. Быстрое проведение процесса сортосмены позволяет наиболее полно реализовать генетический потенциал продуктивности культуры, обеспечивает повышение урожайности на 20-30 %, выявляет преимущество вновь созданных сортов. Например, смена сортов риса Краснодарский 424, Спальчик и Лиман на сорт Рапан в начале 2000-х годов привела к значительному росту урожайности риса и его качеству.

При проведении сортообновления и сортосмены особое внимание должно быть уделено технике для производства семян элиты, организации и методикам проведения работ, т. к. это способствует решению задач сохранения и улучшения хозяйственно-ценных свойств и биологических особенностей сортовых семян и их качества.

Новый сорт и высококачественные семена риса обеспечивают получение прибавки валового производства зерна до 15-20 %, являются наиболее доступным, эффективным и недорогим фактором стабилизации устойчивости растениеводческой отрасли [6].

По своим потенциальным возможностям новые отечественные сорта риса в состоянии обеспечить средние прибавки урожая не менее 7-10 ц/га. Только за счет замены менее урожайных сортов более продуктивными в целом по стране можно получать существенную прибавку урожая ежегодно. Особенно если семена новых сортов произведены для конкретных агроклиматических зон [5].

Новые сорта и гибриды сельскохозяйственных культур обладают конкурентными преимуществами по продуктивности, качеству и устойчивости к различным неблагоприятным факторам внешней среды. Но проявить свои особенности и инновационный потенциал вновь созданный материал может только при стабильном развитии семеноводства. И в этом случае семеноводство является важным фактором повышения урожайности зерновых культур, устойчивости производства зерна и улучшения его качества.

Медленное внедрение новых сортов зерновых культур – одна из проблем в семеноводстве. Иногда сроки внедрения новых сортов почти вдвое превышают сроки их создания. Как показала практика, большинство сортов только спустя шесть лет после их районирования занимают максимальные посевные площади в своём регионе, а это значительно снижает продуктивность зерна [2].

От качества семян зависят густота стояния растений, однородность посевов, дружное прохождение растениями риса фаз вегетации. В связи с этим, семеноводство риса охватывает целый комплекс задач, как чисто агрономического характера, так и организационного, требующих от специалистов принятия своевременного решения. Как и у других культур необходимо получение семян новых сортов высоких посевных кондиций в необходимом объёме, сохра-

нение их сортовых качеств, безопасное хранение семенного материала и контроль за ним [3].

Интенсификация растениеводства без четко функционирующего современного семеноводства невозможна. Точечное земледелие, нанотехнологии и другие меры не дадут эффект на посевах, где используются семена плохого качества. Никакие самые эффективные агротехнические мероприятия или современные пестициды не предназначены улучшить качество семян.

На данном этапе в отрасли селекции и семеноводства решаются задачи по разработке эффективных, безопасных для окружающей среды, зональных технологий первичного и промышленного семеноводства, обеспечивающих производство высококачественных семян, ускоренное внедрение и освоение новых сортов и гибридов в производстве [20].

В современных условиях развития отрасли сельского хозяйства России, к сожалению, значительное количество сортов и семенной продукции важнейших стратегических видов сельскохозяйственных растений ввозится из-за рубежа. Но, несмотря на общую негативную тенденцию, отмечены определенные успехи отечественной селекции и семеноводства. Российские селекционеры занимают прочные позиции в стране по количеству высеваемых семян риса, пшеницы, ржи и овса [12].

В условиях рыночной экономики сорт и семена зерновых культур становятся специфическим товаром. И, соответственно, как и любому товару, ему присущи спрос, цена, предложение и конкуренция. Рынок развивается по своим собственным законам. Увеличение оборота зерна и семян требует решения проблемы улучшения семеноводства, что является одним их важнейших факторов повышения эффективности, как производства сортовых семян, так и зернового хозяйства в целом.

В мировом масштабе рынок семян продолжает интенсивно расти и развиваться. Селекция и семеноводство остаются существенным сегментом сельского хозяйства. В 1975 году общий объем этого сегмента составлял около 12 млрд. долларов США. В 2020 году, при дальнейшем постоянном увеличении, достиг 85 млрд. долларов со среднегодовым темпом роста в 12 %. Внутренний рынок семян в России считается одним из крупнейших в мире. Мы наблюдаем сильную заинтересованность иностранных представителей и наших производителей для международной торговли [15].

В России высокая обеспеченность земельными ресурсами (1712,5 млн. га), в т.ч. 382,5 млн. га земель сельскохозяйственного назначения. В виду того, что в России в наличии значительное генетическое разнообразие растительных ресурсов (более 11 тыс. видов), у нас есть все предпосылки для успешного развития селекции и семеноводства [4].

Первичное семеноводство. Через систему первичного семеноводства реализуются достижения селекции**.** Начало создания нового сорта ведут от года скрещивания. Затем образец проходит изучение и испытание в целом ряде питомников. При этом бывает сортообразец неоднократно переходит из одного питомника в другой. В последние 2-3 года изучения уже происходит превращение перспективного сортообразца в кандидата для передачи в Государственное испытание. Это время обычно совпадает с закладкой питомников первичного семеноводства, обязательных на данном этапе.

В общей сложности посчитано, что на создание нового сорта сельскохозяйственных культур уходит в среднем 10-13 лет. Регистрации в РФ длится 3 года. Однако с 2019 года испытания проводятся 2 года. После регистрации время хозяйственного использования сорта в среднем 13 лет. Таким образом, полный цикл существования сорта теоретически составляет 26-29 лет [6].

С экономической точки зрения, правильное ведение первичного и промышленного семеноводства обеспечивает в течение длительного времени сохранение и поддержание высоких сортовых и посевных качеств семян [7]**.**

Новые сорта обладают целым рядом ценных хозяйственных признаков и преимуществ по сравнению с предыдущими. Но в производственных условиях, без хорошо налаженной системы семеноводства, сорт достаточно быстро теряет свои положительные качества и свойства, и в течение 3-5 лет он может «исчезнуть». Даже если при этом учитываются биологические особенности культуры, методы отбора и конкретные условия зоны выращивания [14, 25].

При длительном размножении и возделывании сортов, качество их семенного материала, их генетическая чистота, может ухудшаться по различным причинам, одной из которых для самоопылителей является перекрестное опыление. В основе проблемы стоит тот факт, что хазмогамное (открытое) цветение свойственно даже таким строгим самоопылителям, как рис. Как результат, это приводит к перекрестному опылению, которое, в свою очередь, обусловливает появление новых линий (гибридов) в сорте (посеве) [1, 18].

Первичным и промышленным семеноводством занимается целый ряд организаций, в задачу которых входит производство оригинальных, элитных и репродукционных семян сельскохозяйственных культур. В сфере научно-исследовательских институтов и станций имеется достаточный научный потенциал, который способен обеспечить инновационное развитие семеноводческой отрасли России. Большая сеть высших и средних образовательных учреждений обеспечивают необходимыми кадрами. На территории страны существует гро-

мадное разнообразие агроклиматических условий (горные территории, тундровая, лесотундровая, лесная, степная, лесостепная и полупустынная зоны), благоприятных для семеноводства большинства возделываемых в России сельскохозяйственных культур, а также имеются возможности для производства средств защиты растений, минеральных удобрений, других энергетических и сырьевых ресурсов [20].

Научно-исследовательские учреждения стремятся провести экологическое или производственное испытание в рисосеющих предприятиях в самые короткие сроки. Это во многом позволяет ускорить внедрение новых сортов риса ещё на этапе прохождения сортоиспытания в в системе государственного сортоиспытания .

Как видим, роль сорта существенно повысилась, но при этом требования к посевным и сортовым качествам, урожайным свойствам семян сохранились, т.к. семена являются главными носителями всех основных хозяйственных признаков растений.

Схемы первичного семеноводства. Существуют определенные схемы, на основании которых происходит сам процесс первичного семеноводства. Эти схемы фактически являются продолжением селекции. Следовательно, элитные семена сорта – это продукт селекции.

По способу создания семян элиты, схемы семеноводства могут быть поддерживающими и улучшающими.

Задачей поддерживающей схемы семеноводства является необходимость периодического обновления семян: т. е. замена семян низких репродукций, находящихся в производстве, семенами высших репродукций. В результате происходит поддержка сортопопуляции с определенным для нее соотношением биотипов, чтобы не допустить ухудшения сортовых качеств семян в процессе их размножения [13].

Улучшающее семеноводство включает не только размножение и сохранение сортовых и качеств районированных сортов, но и улучшение их по комплексу или отдельным признакам [8].

Семеноводческая работа основывается на постоянном улучшающем отборе растений, выращиваемых на семена, жесткой браковке всех нетипичных, отклоняющихся форм и обогащении наследственной основы сорта. В этих целях на семеноводческих посевах создаются условия высокой агротехники для получения максимальных урожаев и проявления потенциальных возможностей продуктивности растений [18, 26].

Проблему высокого содержания в масле подсолнечника олеиновой кислоты удалось решить, разработав схему улучшающего отбора по признаку.

Использование в системе ведения семеноводства твердой озимой пшеницы комплексной оценки по электрофорезу глиадинов, морфологическим, биологическим признакам позволяет сохранять высокую чистосортность семенного материала по каждому сорту и поддерживать все ценные хозяйственно-полезные свойства.

Метод электрофореза также может быть рекомендован в качестве первичного теста для оценки внутрисортовой изменчивости в питомниках первичного семеноводства, и для контроля состава биотипов сортов (как пшеницы, так и др. культур) по качеству зерна с целью сохранения этого типа в процессе размножения [21].

Одни исследователи считают, что при высоком агрофоне неодинаковые по продуктивности биотипы сорта заметно изменяют элементы структуры урожая, и их нужно использовать в практике первичного семеноводства. А другие утверждают, что правильный и удачный отбор элитных растений позволяет сохранить в длинном ряду поколений их семенную продуктивность на достаточно высоком уровне.

Использование определённой схемы семеноводства признано всеми производителями семян, в том числе и в Федеральном научном центре риса: 1) отбор элитных растений сорта; 2) питомник испытания потомств – П-1; 3) питомник испытания потомств – П-2; 4) питомник размножения – ПР; 5) суперэлита; 6) элита**.**

В значительной мере вся работа осуществляется методом индивидуально-семейного отбора с одно (или двух) годичной проверкой по потомству. Проверка отобранных растений ведется в питомнике испытания потомств первого года (П-1), который является одним из наиболее ответственных звеньев при производстве семян элиты, и затем в питомнике испытания потомств второго года (П-2) (у молодых сортов по необходимости) [10].

Особое значение в первичном семеноводстве придается использованию малогабаритной селекционной техники: кассетные и порционные сеялки, селекционные комбайны, в значительной степени способствующей повышению эффективности первичного семеноводства, повышающей производительность и снижающей затраты ручного труда.

Процесс первичного семеноводства, схемы закладки питомников имеют много общего, хотя каждая культура специфична [19, 24]. В качестве примера можно привести просо, имеющее высокий коэффициент размножения при небольшой норме высева семян на 1 гектар. Это позволяет применять для посева проса сокращенную семеноводческую схему [16]. Семеноводы-рисоводы рекомендуют использовать индивидуальную схему посева питомников для каждого сорта [14]. Хотя при этом существуют виды работ, которые являются обязательными для всех. Их необходимо осуществлять, иначе не получишь чистых семян. Например, на семеновод-

ческих посевах риса (особенно высших категорий качества) сортовая прополка должна проводиться два раза в обязательном порядке. Благодаря этому, наблюдается значительное повышение сортовой чистоты и посевных качеств семян риса.

Главная задача первичного семеноводства при промышленном производстве сортовых семян – быстрое размножение новых районированных сортов при полном сохранении их морфологических особенностей и продуктивности. Успешное решение ее зависит, прежде всего, от эффективности отборов, так как это определяет запасы и качество родоначальных семян в первичных звеньях. Основной критерий отбора исходных растений в первичном семеноводстве – их типичность по главным морфологическим признакам.

По генетически выровненным сортам оценку и отбор элитных растений можно проводить по комплексу количественных признаков, которые подвержены сильной модификационной изменчивости [10].

Питомник испытания потомств первого года закладывают семенами индивидуально отобранных растений. Для питомника испытания потомств второго года (П-2) отбирают семьи из питомника испытания первого года. Лучшие семьи убирают отдельно, анализируют по урожайности. После анализа урожайности, лабораторной оценки типичности и качества семян лучшие семьи объединяют и используют для посева в питомнике размножения.

Некоторые исследователи считают, что в П-1 необходимо проводить жесткую браковку по апробационным признакам, а не по урожайности. При оценке таких линий необходимо делать основной упор на их типичность, удалять растения с наследственными изменениями и пораженные болезнями и вредителями. Урожайность линий из-за сильной изменчивости в качестве критерия оценки использовать нецелесообразно [10].

Проведение первичного семеноводства новых сортов риса, начиная с последних лет конкурсного испытания, с использованием индивидуально-семейного отбора, позволяет поддержать их высокую сортовую чистоту, производить оригинальные семена в количестве, достаточном для выполнения разнарядки Госкомиссии по сортоиспытанию [22].

В этой связи представляется целесообразным на этапе конкурсного сортоиспытания проводить посемейный отбор с целью улучшения биологических, агрономических, иммунологических характеристик, а также учитывать стабильность значений признаков качества зерна и крупы новых сортов риса [19].

Индивидуально-семейный отбор (ИСО) с двухгодичной проверкой по потомству в практическом семеноводстве хотя и удлиняет процесс получения оригинальных семян на один год, но зато он позволяет тщательно изучить и проверить потомство (семью) отобранных элитных растений. При этом сокращается на 1 год процесс получения элитных семян. Этот метод можно использовать при работе с хорошо отселектированными сортами. А также при работе с сортами гибридного происхождения в случаях, если в сорте еще идет формообразовательный процесс или частичное расщепление, а также при работе с сортами, вновь внесенными в Государственный реестр селекционных достижений [10].

Индивидуально-семейный отбор с одногодичной проверкой по потомству позволяет оценить потомство отобранных родоначальных растений. При этом происходит получение исходного материала с высокой генетической чистотой и сохранением всех ценных признаков и свойств. В тех случаях, когда сорт представляет собой популяцию, то при направленном индивидуально-семейном отборе вполне возможно улучшение его отдельных хозяйственно-биологических свойств [22].

Использование массового отбора (МО) бывает очень редко, в исключительных случаях. Считается, что массовые отборы целесообразно использовать (несмотря на их дороговизну), когда необходимо получить чистосортный материал в небольшом количестве в короткий срок.

Применение массового отбора более оправдано к тем сортам, на посевах которых нет необходимости проводить сортовые и видовые прополки и прочистки. В этом случае процесс отбора происходит в следующем порядке: на посевах суперэлиты или ПР сначала отбирают по несколько тысяч типичных растений. Затем проводят их анализ и отбраковывают в лаборатории и индивидуально обмолачивают каждое. Далее отобранный материал объединяют и высевают в поле для получения оригинальных семян. Использование такого метода позволяет сохранить все признаки сорта и получить необходимое количество семян

Урожайные качества оригинальных семян риса, полученных методами индивидуально-семейного и массового отборов, практически не различаются, но экономически более выгодным является индивидуально-семейный отбор [10].

Кроме индивидуально-семейного (ИС) и массового отборов (МО), в первичном семеноводстве применяют негативный отбор (НО). Он необходим при выращивании сортов, которые пользуются спросом в производстве и уже давно внесены в Государственный реестр селекционных достижений. Преимущество этого метода заключается в том, что он позволяет выращивать оригинальные семена на небольших по площади участках [21].

Факты появления в сортах риса гибридного происхождения растений с наследственными изменениями подтверждают необходимость тщательного контроля за потомством растений, отобранных для воспроиз-

водства сорта. В случае обнаружения в линии растений, отклоняющихся по типичности от сортотипа, необходимо выбраковать всю линию.

Как видим, признавая неоспоримую важность первичного семеноводства в получении чистых оригинальных семян, исследователи применяют различные подходы, приемы, способы изучения материала в зависимости от поставленных целей, культуры, региона, и даже требуемых объемов. И при этом отмечается целый ряд нерешенных проблем в первичном семеноводстве, в том числе и риса.

Выводы

Селекция и семеноводство являются существенным сегментом сельского хозяйства.

Значение сорта в формировании устойчивости растениеводческой отрасли огромно. Новый сорт риса и высококачественные семена обеспечивают получение прибавки валового производства зерна до 15-20 %.

Залогом получения конкурентоспособных и высококачественных семян является грамотно организованное первичное семеноводство. Проведение первичного семеноводства новых сортов риса, начиная с последних лет конкурсного испытания, позволяет поддержать их высокую сортовую чистоту, производить оригинальные семена в количестве, достаточном для выполнения плана-заказа Госкомиссии по сортоиспытанию.

Урожайные качества оригинальных семян риса, полученных методами индивидуально-семейного и массового отборов, практически не различаются, но экономически более выгодным является индивидуально-семейный, нежели массовый отбор. Российские селекционеры занимают прочные позиции в стране по количеству высеваемых семян риса, пшеницы, ржи и овса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин, Е.П. Рис/Е.П. Алешин, Н.Е.Алешин // Москва. –1993. – 504 с.
2. Алтухов, А.И. Развитие российского семеноводства зерновых культур / А.И. Алтухов // Пути повышения конкурентоспособности отечественных сортов, семян, посадочного материала и технологий в условиях мирового рынка: материалы международной научно-практической конференции. - Труды «КубГАУ». – № 3 (54). – Ялта, 2015. – С. 13-20.
3. Апрод, А.И. Научные основы производства семян/Автореф.дисс. … докт. с.-х. наук//А.И. Апрод. – Харьков, 1982-1. – 32 с.
4. Босалаева, Е.В. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году / Е.В. Босалаева, Ж.Ю. Захарова // Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. – Москва, 2020. – 206 с.
5. Воробьев, Н.В. К физиологическому обоснованию моделей сортов риса /Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, В.С. Ковалев. – Краснодар, 2001. – 120 с.
6. Гончаров, С.В. Роль сорта в эффективности производственно-сбытовой цепочки / С.В. Гончаров // Пути повышения конкурентоспособности отечественных сортов, семян, посадочного материала и технологий в условиях мирового рынка: материалы международной научно-практической конференции. - Труды «КубГАУ». - № 3 (54). – Ялта. – 2015. – С. 21-24.
7. Гуляев, Г.В. Селекция и семеноводство / Г.В. Гуляев, А.П. Дубинин. – М.: Агропромиздат, 1987. – 352 с.
8. Децына, А.А. Особенности первичного семеноводства сортов подсолнечника, обладающих качественно новыми признаками: Диссертация представленная на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: 06.01.05: защищена 2011 г. / А.А. Децына. – Краснодар, 2011. – 144 с.
9. Ефремова, В.В. Задачи и современное состояние семеноводства полевых культур / В.В. Ефремова, Е. Г. Самелик // Научный журнал КубГАУ. – 2015. - № 106 (02) г. – С. 1-22.
10. Зеленский, Г.Л. Урожайность линий – как критерий оценки в питомниках первичного семеноводства / Г.Л. Зеленский // Бюллетень научно-технической информации Всесоюзного НИИ риса. - Выпуск № 35. - 1986-1. – С. 14-16.
11. К 29. Сорта риса. Сорта и гибриды овощных и бахчевых культур: каталог/ФГБНУ «ВНИИ риса»; сост. С.В. Гаркуша [и др.]. – Краснодар: [ИП Профатилов.]. – 2018. – 60 с.
12. Лачуга, Ю.Ф. Предисловие / Ю.Ф. Лачуга, А.И. Трубилин, Л.А. Беспалова, А.И. Алтухов и др.// Пути повышения конкурентоспособности отечественных сортов, семян, посадочного материала и технологий в условиях мирового рынка: материалы международной научно-практической конференции. - Ялта, 2015 г. - Труды «КубГАУ».- № 3 (54).– С. 4-6.
13. Лудилов, В.А. Семеноведение овощных и бахчевых культур / В.А. Лудилов // М: ФГНУ «Росинформагротек», 2005. – 392 с.
14. Малышева, Н.Н. Состояние и перспективы развития семеноводства риса в Краснодарском крае / Н.Н. Малышева, Д.А. Пищенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016-1. – №07(121). - С. 459 – 474. – IDA [article ID]: 1211607019. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/19.pdf.
15. Малько, А.М. Тенденции мирового рынка семян и современное место России в нем / А.М. Малько// Пути повышения конкурентоспособности отечественных сортов, семян, посадочного материала и технологий в условиях мирового рынка: материалы международной научно-практической конференции. - Ялта, 2015 г. - Труды «КубГАУ».- № 3 (54). - С. 39-43.
16. Мухитов, Л.А. Современное состояние и перспективы семеноводства проса посевного в Оренбургской области / Л.А. Мухитов, А.А. Зоров // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 2. – С. 16-19.
17. Моисеев, В.В. К вопросу о повышении экономической эффективности выращивания зерновых культур в Краснодарском крае путем развития селекции и семеноводства / В.В Моисеев // Развитие АПК. – 7 (46). – 2007. – С. 139-144.

18. Натальин, Н.Б. Рисоводство / Н.Б. Натальин // М.: Колос. – 1973. – 280 с.
19. Остапенко, Н.В. Повышение устойчивости растений риса к пирикуляриозу и улучшение технологических характеристик крупы в процессе первичного семеноводства/Н.В. Остапенко, Р.Р. Джамирзе, Т.Н. Лоточникова, Н.Н. Чинченко// Пути повышения конкурентоспособности отечественных сортов, семян, посадочного материала и технологий в условиях мирового рынка: материалы международной научно-практической конференции. - Ялта, 2015 г. - Труды «КубГАУ».- № 3 (54). – С. 235-240.
20. Савченко, И.В. Научное обеспечение селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур/ И.В. Савченко// Садоводство и виноградарство. – 2011. – № 4.– С. 4-7.
21. Тоболова, Г.В. Изучение семеноводческих питомников сорта мягкой пшеницы Чернява 13 в ОПХ «Ишимское» Тюменской области / Г.В. Тоболова // Аграрный вестник Урала. – № 3 (95). – 2012. – С. 4-7.
22. Фирсова, Т.И. Сортовые и урожайные качества семян озимой пшеницы в первичных звеньях семеноводства в зависимости от приемов отбора элитных растений /Дисс. ... канд. с.-х. наук//Т.И. Фирсова. – 2006. – 140 с.
23. Храмцов, И.Ф. Повышение эффективности системы семеноводства зерновых культур в Западной Сибири / И.Ф. Храмцов, П.В. Поползухин, В.Д. Василевский // Аграрный вестник Юго-Востока. – № 1-2. – 2014 г. – С. 16-18.
24. Geoffrey, Onaga Rice Seed Production / Onaga Geoffrey, Anthony Phiri Noah, Kimani Karanja Daniel // National Crops Resources Research Institute (NaCRRI) and CABI Africa. – 2010. – 86 p.
25. Hernander, J.E. Oryza / J.E. Hernander, G.S. Kush. – 1981. - № 18. – P. 44-50.
26. Judit, Johny Rice seed production: What happens in the field? /Judit Johny, Prakashan Chellatan Veettil, Aldas Janaiah// Rice Today. - January-March 2018. – Vol. 17. – № 1. – P. 39-41.
27. Takeda, K. Breed / K. Takeda // Japan. J. – 1982. – V. 34. – № 4. – P. 353-364.

REFERENCES

1. Aleshin, E.P. Rice /E.P. Aleshin, N.E. Aleshin // Moscow. –1993. – 504 p.
2. Altukhov, A.I. Development of Russian seed production of grain crops / A.I. Altukhov // Ways to improve the competitiveness of domestic varieties, seeds, planting material and technologies in the conditions of the world market: materials of the international scientific and practical conference. - Proceedings of “KubGAU”. - № 3 (54). - Yalta, 2015. - P. 13-20.
3. Aprod, A.I. Scientific foundations of seed production / Abstract of diss. … doc. s.-x. Sciences // A.I. Approd. - Kharkov, 1982-1. – 32 p.
4. Bosalaeva, E.V. State (national) report on the state and use of land in the Russian Federation in 2019 / E.V. Bosalaeva, Zh.Yu. Zakharova // Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography. - Moscow, 2020. - 206 p.
5. Vorobyov, N.V. To the physiological substantiation of models of rice varieties / N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik, V.S. Kovalev. - Krasnodar, 2001. - 120 p.
6. Goncharov, S.V. The role of variety in the efficiency of the value chain / S.V. Goncharov // Ways to improve the competitiveness of domestic varieties, seeds, planting material and technologies in the global market: materials of the international scientific and practical conference. - Proceedings of “KubGAU”. - № 3 (54). – Yalta. -2015. - P. 21-24.
7. Gulyaev, G.V. Breeding and seed production / G.V. Gulyaev, A.P. Dubinin. – M.: Agropromizdat, 1987. – 352 p.
8. Detsyna, A.A. Features of the primary seed production of sunflower varieties with qualitatively new features: Dissertation submitted for the degree of Cand. s.-x. Sciences: 06.01.05: defended in 2011 / A.A. Decyn. - Krasnodar, 2011. - 144 p.
9. Efremova, V.V. Tasks and the current state of seed production of field crops / V.V. Efremova, E. G. Samelik // Scientific journal of KubSAU. - 2015. - № 106 (02) - P. 1-22.
10. Zelensky, G.L. Productivity of lines - as an evaluation criterion in nurseries of primary seed production / G.L. Zelensky // Bulletin of Scientific and Technical Information of the All-Union Research Institute of Rice. - Issue No. 35. - 1986-1. - P. 14-16.
11. K 29. Varieties of rice. Varieties and hybrids of vegetable and melon crops: catalogue/FGBNU “VNII Rice”; comp. S.V. Garkusha [i dr.]. - Krasnodar: [IP Profatilov.]. - 2018. - 60 p.
12. Shack, Yu. F. Foreword / Yu. F. Shack, A. I. Trubilin, L. A. Bespalova, A. I. Altukhov et al.// Ways to improve the competitiveness of domestic varieties, seeds, planting material and technologies in the global market: materials of the international scientific and practical conference. - Yalta, 2015 - Proceedings of “KubGAU” .- № 3 (54). - P. 4-6.
13. Ludilov, V.A. Seed science of vegetable and melon crops / V.A. Ludilov // M: FGNU “Rosinformagrotek”, 2005. - 392 p.
14. Malysheva, N.N. Status and prospects for the development of rice seed production in the Krasnodar Territory / N.N. Malysheva, D.A. Pishchenko // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (Scientific journal of KubGAU) [Electronic resource]. - Krasnodar: KubGAU, 2016-1. - № 07 (121). - P. 459 - 474. - IDA [article ID]: 1211607019. - Access mode: http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/19.pdf.
15. Malko, A.M. Trends in the global seed market and Russia’s modern place in it / A.M. Malko // Ways to improve the competitiveness of domestic varieties, seeds, planting material and technologies in the global market: materials of the international scientific and practical conference. - Yalta, 2015 - Proceedings of “KubGAU” .- № 3 (54). - P. 39-43.
16. Mukhitov, L.A. Current state and prospects of seed production of millet in the Orenburg region / L.A. Mukhitov, A.A. Zorov // Grain economy of Russia. - 2016. - № 2. - P. 16-19.
17. Moiseev, V.V. On the issue of increasing the economic efficiency of growing grain crops in the Krasnodar Territory through the development of selection and seed production / V.V. Moiseev // Razvitie APK. - 7 (46). - 2007. - P. 139-144.
18. Natal’in, N.B. Rice growing / N.B. Natalin // M.: Kolos. - 1973. - 280 p.
19. Ostapenko, N.V. Increasing the resistance of rice plants to blast and improving the technological characteristics of cereals in the process of primary seed production / N.V. Ostapenko, R.R. Jamirze, T.N. Lotochnikova, N.N. Chinchenko // Ways to improve the competitiveness of domestic varieties, seeds, planting material and technologies in the global market: materials of the international scientific and practical conference. - Yalta, 2015 - Proceedings of “KubGAU” .- № 3 (54). - P. 235-240.

20. Savchenko, I.V. Scientific support of selection and seed production of agricultural crops / I.V. Savchenko // Horticulture and viticulture. - 2011. - № 4. - P. 4-7.
21. Tobolova, G.V. The study of seed nurseries of the soft wheat variety Chernyava 13 in the Ishimskoye OPH of the Tyumen Region / G.V. Tobolov // Agrarian Bulletin of the Urals. - № 3 (95). - 2012. - P. 4-7.
22. Firsova T.I. Varietal and yield qualities of winter wheat seeds in the primary links of seed production, depending on the methods of selection of elite plants / Diss. ... cand. s.-x. Sciences // T.I. Firsov. - 2006. - 140 p.
23. Khramtsov, I.F. Improving the efficiency of the system of seed production of grain crops in Western Siberia / I.F. Khramtsov, P.V. Popolzukhin, V.D. Vasilevsky // Agrarian Bulletin of the South-East. - № 1-2. – 2014. - P. 16-18.
24. Geoffrey, Onaga Rice Seed Production / Onaga Geoffrey, Anthony Phiri Noah, Kimani Karanja Daniel // National Crops Resources Research Institute (NaCRRI) and CABI Africa. – 2010. – 86 p.
25. Hernander, J.E. Oryza / J.E. Hernander, G.S. Kush. – 1981. - № 18. – P. 44-50.
26. Judit, Johny Rice seed production: What happens in the field? /Judit Johny, Prakashan Chellatan Veettil, Aldas Janaiah// Rice Today. - January-March 2018. – Vol. 17. – № 1. – P. 39-41.
27. Takeda, K. Breed / K. Takeda // Japan. J. – 1982. – V. 34. – № 4. – P. 353-364.

Надежда Васильевна Остапенко
Ведущий научный сотрудник отдела селекции
E-mail: ostapenko30071954@yandex.ru

Наталья Николаевна Чинченко
Старший научный сотрудник отдела селекции

Руслан Рамазанович Джамирзе
Старший научный сотрудник отдела селекции

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»
350921, Россия, Краснодар, Белозерный, 3
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Nadezhda Vasilievna Ostapenko
Leading researcher of breeding department
E-mail: ostapenko30071954@yandex.ru

Natalia Nikolaevna Chinchenko
Senior scientist of breeding department

Ruslan Ramazanovich Dzhamirze
Senior scientist of breeding department

All: FSBSI «Federal Scientific Rice Centre»
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia
E-mail: arrri_kub@mail.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-37-43
УДК 631.8:633.18

Белоусов И.Е., канд. с.-х. наук
г. Краснодар, Россия

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДОРОДИЯ РИСОВЫХ ПОЧВ ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМЫ ИНДЕКСОВ

Выращивание сельскохозяйственных культур сопровождается изменением уровня плодородия почвы. Возделывание риса оказывает существенное влияние на трансформацию почвенного плодородия, которое наиболее активно происходит в первые годы после начала выращивания этой культуры, что обуславливается резкой сменой окислительно-восстановительных условий и активизацией почвообразовательных процессов, ранее для данных почв нетипичных. В последующем происходит стабилизация плодородия рисовых почв, что может быть определено с помощью оценочных показателей. Этому способствует соблюдение технологии возделывания культуры, выращивание ее в научно-обоснованных рисовых севооборотах с насыщенностью рисом не более 62 %. В условиях стационарного опыта изучали изменение содержания показателей, характеризующих эффективное плодородие почвы, в зависимости от насыщенности севооборота рисом и наличия в нем клина многолетних трав. Установлено, что в богарном звене рисового севооборота происходит активное пополнение почвы легкогидролизуемыми формами азота и подвижными формами фосфора, в то время, как при выращивании риса наблюдается резкое снижение их содержания. Данные изменения могут быть описаны с помощью системы индексов, которые являются качественной характеристикой степени изменения эффективного плодородия. Предложены предварительные градации, которые будут уточнены после завершения ротации рисовых севооборотов. Они могут быть использованы для корректировки доз минеральных удобрений по полям рисового севооборота в зависимости от обеспеченности почвы.

***Ключевые слова**: рис, почва, плодородие, минеральное питание, рисовый севооборот, обеспеченность, индексы изменения показателей плодородия.*

EVALUATION OF CHANGES IN THE EFFECTIVE FERTILITY OF RICE SOILS USING THE SYSTEM OF INDEXES

The production of agricultural crops is accompanied by a change in the level of its fertility. Rice cultivation has a significant impact on the transformation of soil fertility, which most actively occurs in the first years after the beginning of the cultivation of this crop, which is caused by a sharp change in redox conditions and the activation of soil-forming processes that were previously atypical for these soils. Subsequently, the fertility of rice soils stabilizes, which can be determined using estimated indicators. This is facilitated by the observance of the technology of cultivation of the crop, its cultivation in science-based rice crop rotations with rice saturation of no more than 62%. Under the conditions of a stationary experiment, we studied the change in the content of indicators characterizing the effective fertility of the soil, depending on the saturation of the rice crop rotation and the presence of a wedge of perennial grasses in it. It has been established that in the rainfed part of the rice crop rotation there is an active replenishment of the soil with easily hydrolysable forms of nitrogen and mobile forms of phosphorus, while a sharp decrease in their content is observed when growing rice. These changes can be described using a system of indices, which are a qualitative characteristic of the degree of change in effective fertility. Proposed preliminary gradations, which will be specified after the completion of the rotation of rice crop rotations. They can be used to adjust the doses of mineral fertilizers in the fields of rice crop rotation, depending on the availability of the soil.

Keywords: *rice, soil, fertility, mineral nutrition, rice crop rotation, provision, indices of changes in fertility indicators.*

Введение

Возделывание риса связано с разносторонними антропогенными нагрузками на почву, которые ведут к изменению практически всего комплекса свойств и режимов, характеризующих каждую почву как самостоятельный природный организм и ее главное свойство - плодородие. Уровень плодородия любой почвы определяется, в первую очередь, ее генезисом, он формируется в течение многовековой эволюции. Однако в результате деятельности человека в процессе сельскохозяйственного производства, он может изменяться в ту или иную сторону [5, 12, 13, 14].

Почвы, вовлеченные под культуру риса, с момента освоения вступают в фазу изменения вне зависимости от их генензиса. Это определяется, главным образом, установлением специфического водного режима, приводящего к преобразованию направленности и интенсивности почвообразовательных процессов, свойственных почве до ее введения под культуру риса. Таким образом, под воздействием режима орошения на рисовом поле

формируется, отличный от естественного, новый тип антропогенных «рисовых» почв [9].

Изменение окислительно-восстановительного режима рисовых почв при затоплении меняет характер и направленность биологических, химических, физико-химических превращений, развиваются процессы, которые не были свойственны исходным почвам или обладали иной степенью выраженности и формой проявления. В частности, в результате длительного затопления и чередования окислительных и восстановительных условий уменьшается содержание гумуса в пахотном горизонте и ухудшается его качественный состав.

Возделывание риса оказывает существенное влияние на почву и её важнейшее свойство – плодородие. Уровень плодородия почвы характеризуется содержанием химических элементов и физических характеристик, их соотношением, формой связей между ними. Производительная способность почв за короткие промежутки времени (эффективное плодородие) или за более длительный период (потенциальное плодородие) может быть определена на основании свойств и режимов почв и описана с помощью оценочных показателей.

Изменение показателей потенциального плодородия происходит крайне медленно (при условии соблюдения технологии возделывания сельскохозяйственных культур) и может быть выявлено при анализе многолетних данных в условиях стационарного опыта. Поэтому изучение направленности изменения эффективного плодородия почв, которое можно проследить в годовом цикле и корректировать при помощи технологических приемов, более информативно для оценки его текущего состояния. Наиболее объективные результаты дает изучение их изменения в условиях рисового севооборота в многолетнем цикле (не менее одной ротации). Такой подход обладает следующими преимуществами: изменение показателей эффективного плодородия прослеживается в динамике на одних и тех же участках на протяжении нескольких лет. При этом можно определить качественные и количественные изменения как в рисовом, так и богарном звене севооборота, т.е. определить влияние насыщенности севооборота рисом с последующей сменой окислительно-восстановительных условий при возделывании суходольных культур [5].

Проведенными ранее исследованиями установлено, что обеспеченность полей рисового севооборота необходимыми для питания растений риса формами элементов минерального питания и их соединениями, меняется не только от типа почвы, но и предшественника риса [2-6]. Однако, при этом определяются в основном количественные изменения и их направленность, что позволяет установить определенные закономерности, но не показывает их интенсивность. Поэтому, для оценки интенсивности процессов изменения показателей эффективного плодородия предлагается использовать систему индексов, на основании которых можно будет разработать градации.

Цель исследований

Определить интенсивность изменения показателей эффективного плодородия в севооборотах с разной степенью насыщенности рисом.

Материалы и методы

Исследования проводили на рисовой оросительной системе ФГБУ ЭСОС «Красная». Для изучения изменения показателей эффективного плодородия рисовой почвы под стационарные опытные участки выбраны карты (чеки) в севооборотах с разной степенью насыщенности рисом № 1 – 50 % (ОЛ-4, к.15, чек 2) и № 2 – 62,5 % (ОЛ-2, к.8, чек 1). Для получения более информационно-репрезентативной выборки каждый чек разбит на три равных участка.

Почвенные пробы отбирали два раза в год (весной и осенью) из слоя почвы 0-20 см. тростевым буром. Методика отбора почвенных проб адаптирована для рисовой системы (смешанная проба с каждого участка, маршрут отбора учитывает пестроту плодородия). В них определяли:

- азот легкогидролизуемый по методу Тюрина и Кононовой в модификации Кудеярова [10];
- обменный аммоний – феноловым методом в модификации Кудеярова [11];
- нитраты по методу Грандваль-Ляжу [7];
- фосфор подвижный по Чирикову [7];
- калий подвижный по Чирикову [7];

На основании результатов анализа почвенных проб рассчитывали индексы изменения обеспеченности почвы соединениями азота и фосфора.

Результаты и обсуждение

Минеральное питание растений риса представляет собой сложный процесс поглощения питательных элементов и их распределения. Оно обусловливает физико-химические изменения различных компонентов клеток, обмена веществ и превращения энергии, роста и развития, продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды, урожайность и качество зерна. Следовательно, для получения высоких урожаев риса важно своевременное удовлетворение потребности растений в необходимых элементах минерального питания [10].

Растения риса могут поглощать азот из почвы, как в аммонийной, так и нитратной формах. В силу высокой подвижности этих соединений по их содержанию нельзя судить о степени обеспеченности почвы азотом. В основном, почвенный азот находится в форме органических веществ. При благоприятных условиях часть органического азота минерализуется и пополняет запас усвояемого растениями форм этого элемента в почве. Содержание легкогидролизуемого азота (минеральный и

легкоминерализующийся органический азот) зависит, в первую очередь, от наличия в почве гумуса и общего азота и слабо изменяется под воздействием внешних факторов в межвегетационный период. Поэтому этот показатель служит критерием обеспеченности почв усвояемыми формами азота [10].

Преобладающее количество фосфора в почве содержится в виде минеральных соединений, главным образом фосфорнокислых солей кальция, магния, алюминия и железа. Различные фосфаты имеют неодинаковую доступность для усвоения растениями. Наиболее доступны одно- и двузамещенные фосфаты щелочных и щелочноземельных металлов. Менее усвояемы фосфаты полуторных окислов и трикальцийфосфат [1]. Степень доступности соединений фосфора зависит от биологических особенностей культуры, реакции почвенного раствора, влажности почвы, содержания и соотношения в ней различных катионов и анионов [9]. С учетом периодической смены окислительно-восстановительных условий в рисовом севообороте обеспеченность почвы фосфором меняется в широких пределах, что позволяет использовать его содержание в качестве критерия оценки [3, 6].

Применяемые в настоящее время в рисосеющих хозяйствах схемы севооборотов сильно различаются между собой как по насыщенности севооборота рисом (от 50 до 75 % и более), так и по ассортименту парозанимающих культур. Наиболее часто встречающаяся схема включает в себя звено из 2-3 полей риса, за которыми следует парозанимающая культура (многолетние травы, соя, озимая пшеница) или агромелиоративное поле (чистый пар), которое используется, как правило, для выполнения капитальной планировки. Соответственно, интенсивность изменения показателей эффективного плодородия будет различаться в зависимости как от степени насыщенности севооборота риса, так и ассортимента возделываемых парозанимающих культур. Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание гумуса и форм азота в почве при различной степени насыщения севооборота рисом

Вариант	Год	Срок отбора	Культура	Содержание, мг/100 г			
				$N_{лг}$	NH_4	NO_3	P_2O_5
1	2020	весна	рис	5,8	0,57	0,45	6,82
		осень		4,2	0.45	0,11	4,70
	2021	весна	соя	4,4	0,46	0,15	10,06
		осень		7,5	0,39	2,28	10,79
	2022	весна	озимая пшеница	11,3	0,57	0,92	2,76
		осень		10,1	0,22	2,15	9.50
2	2020	весна	люцерна 1 год	5,7	0,62	0,57	7,14
		осень		8,8	0,37	0,86	8,55
	2021	весна	люцерна 2 год	9,2	0,43	0,06	10,29
		осень		10,1	0,34	1,35	10,96
	2022	весна	рис	11,5	0,51	0.48	3,52
		осень		7,0	0.78	Сл.	2,70

Как следует из полученных результатов, количество легкогидролизуемого азота, являющегося основным источником пополнения запасов минеральных соединений в почве, характеризовалось сезонными изменениями. При выращивании риса наблюдалось резкое снижение содержания легкогидролизуемых форм азота за вегетационный период, что связано с его активным потреблением растениями [2, 4].

Накопление легкогидролизуемых форм азота в почве отмечено после выращивания сои. За межвегетационный период отмечен рост содержания этих форм с 7,5 до 11,3 мг/100 г почвы или на 50,7 % за счет минерализации части послеуборочных остатков. В результате возделывания озимой пшеницы отмечено небольшое снижение запасов легкогидролизуемых форм азота (с 11,3 до 10,1 мг/100 г почвы или на 11,9 %) за счет потребления их растениями для формирования урожая. При этом следует учитывать, что их содержание в почве также увеличится за счет частичной минерализации поукосных остатков за межвегетационный период.

При выращивании люцерны были отмечены похожие закономерности. В богарном звене севооборота активизируется микробиологическая активность в почве, что стимулирует процесс минерализации органических остатков и способствует увеличению запасов этих соединений. За 2 года выращивания люцерны содержание легкогидролизуемого азота увеличилось с 5,7 до 10,1 мг/100 г почвы, т.е. практически в 2 раза. За межвегетационный период их количество дополнительно увеличилось до 11,5 мг/100 г почвы. Таким образом, пополнение почвы легкогидролизуемыми соединениями азота происходит в основном в богарном звене рисового севооборота.

Возделывание риса обусловило значительное снижение запасов в почве легкогидролизуемых форм азота. Это связано с потреблением их растениями риса и отсутствием пополнения запасов в силу преобладания в почве восстановительных процессов, при которых активность аэробной микрофлоры минимальна. В целом за рассматриваемый период содержание снизилось на 4,5 мг/100 г почвы (39,1 %), что подтверждает ранее выявленные закономерности [2, 4].

Содержание нитратного азота характеризовалось сезонной динамикой. В весенний срок отбора его количество в почве обеих участков было невысоко (0,42-0,92 мг/100 г), а содержание нитратов в почве осенью зависело от выращиваемой культуры. Так, в почве после озимой пшеницы их количество возросло до 2,15 мг/100 г (т.е. более чем в 2 раза), чему способствовали аэробные условия на чеке, а также отсутствие потребления растениями после их уборки. Наоборот, после возделывания риса нитратный азот обнаруживался в следовых количествах, т.к. после сброса воды почва оставалась переувлажненной и в ней продолжали преобладать восстановительные процессы.

Количество аммонийного азота в почве также определялось сезонной динамикой. После люцерны и сои его содержание было невысоким: 0,51-0,57 мг/100 г весной. В осенний срок наблюдений количество аммонийного азота в почве определялось выращиваемой культурой. Так, после озимой пшеницы их содержание не превышало 0,22 мг/100 г почвы в то время как после риса оно было почти в 4 раза выше (0,78 мг/100 г), что с учетом высокого потребления аммонийного азота растениями в период вегетации можно считать достаточно высоким. В целом содержание подвижных форм азота определялось выращиваемой культурой: в рисовом звене больше содержится аммония, в паровом – нитратов.

Содержание подвижных форм фосфора в почве определялось сезонной динамикой и потреблением сельскохозяйственными растениями. В богарном звене севооборота наблюдалось увеличение содержания доступных фосфатов в почве. Так, за 2 года выращивания люцерны оно увеличилось с 7,14 до 10,96 мг/100 г, что связано с активным просушиванием почвы и улучшением условий ее аэрации. Такие же закономерности отмечены и при выращивании сои.

Уменьшение содержания подвижных соединений фосфора в цикле осень-весна определялось их активным потреблением растениями озимой пшеницы. Повышение температуры воздуха и уборка озимой пшеницы способствовали усилению окислительных процессов в почве и сопровождалось увеличением содержания в ней подвижных фосфатов. В осенний срок наблюдения их количество составило 9,50 мг/100 г почвы, что в 3,5 раза выше по сравнению с предыдущим определением. В целом, в богарном звене севооборота происходит увеличение содержания доступных фосфатов в почве.

Как было отмечено ранее, в результате выращивания риса содержание подвижного фосфора снижается [3]. После сброса воды и начала смены восстановительных условий на окислительные, в условиях переувлажнения почвы и недостатка в ней кислорода количество подвижного фосфора снизилось до 2,70 мг/100 г, т.е. 23,4 %.

Таким образом, на основании полученных данных можно рассчитать изменение показателей эффективного плодородия в системе рисового севооборота как в коротком («осень-весна», «весна-осень»), так и в длинном («осень-осень») циклах. Короткий цикл характеризует процессы, проходящие при возделывании практически всех культур рисового севооборота от начала их вегетации и до уборки, а длинный – изменения в годичном цикле как при чередовании культур (например, звено «пшеница – рис»), так и происходящие в межвегетационный период. Изменения содержания рассчитывали по сравнению с предыдущим сроком отбора почвенных проб в коротком цикле и за год (цикл «осень-осень»). Индекс определяли как сотую долю процента изменения содержания. Полученные результаты приведены в таблицах 2, 3.

Таблица 2. Изменение содержания легкогидролизуемого азота в почве рисового севооборота при различной степени насыщенности его рисом

Вариант	Срок отбора	Культура	$N_{лг}$			
			изменение содержания, ±			
			за 6 месяцев		за 12 месяцев	
			мг/100 г	индекс	мг/100 г	индекс
1	весна	рис 2-й год	- 0,6	- 0,094	- 2,2	- 0,344
	осень		- 1,6	- 0,276		
	весна	соя	+ 0,2	+ 0,048	+ 6,5	+ 1,548
	осень		+ 3,3	+ 0,704		
	весна	озимая пшеница	+ 3,8	+ 0,507	- 0,6	- 0,056
	осень		- 1,2	- 0,106		

Продолжение таблицы 2

Вариант	Срок отбора	Культура	$N_{лг}$			
			изменение содержания, ±			
			за 6 месяцев		за 12 месяцев	
			мг/100 г	индекс	мг/100 г	индекс
2	весна	люцерна 1-й год	+ 3,1	+ 0,544	+ 0,7	+ 0,123
	осень		- 2,4	- 0,273		
	весна	люцерна 2-й год	+ 2,8	+ 0,438	+ 5.3	+ 0,828
	осень		+ 2,5	+ 0,272		
	весна	рис	- 0,2	- 0,017	- 4,7	-0,402
	осень		- 4,5	- 0,392		

Полученные данные показывают, что направленность изменений в рисовом севообороте может быть, как положительной, так и отрицательной. При этом, наиболее интенсивные изменения происходили в коротком цикле, как правило, при смене окислительно восстановительных условий. Можно предварительно выделить следующие градации: очень низкая – до 0,2, низкая – 0,2-0,4, средняя – 0,4-0,7, повышенная – 0,7-1,0, высокая – свыше 1,0. Данные градации могут быть уточнены после завершения ротации севооборота. Так, при выращивании риса по рису изменение содержания легкогидролизуемого азота является очень низким (в межвегетационный период) или низким (за вегетацию), хотя отрицательная тенденция сохраняется. В тоже время при возделывании риса после парозанимающей культуры (люцерна) наблюдается средняя степень снижения обеспеченности этим элементом в годовом цикле.

Выращивание парозанимающих культур, наоборот, способствует положительным изменениям, степень которых меняется в зависимости от культуры. Так, при выращивании люцерны в первый год степень обеспеченности почвы меняется слабо. Однако за 2 года ее возделывания накопление легкогидролизуемого азота характеризуется уже как повышенное (0,828). В свою очередь, в звене «соя-озимая пшеница» уже в первый год наблюдается очень высокое накопление этих соединений, в то время, как последующее выращивание озимой пшеницы сопровождается незначительным снижением их содержания за счет потребления растениями.

Таблица 3. Изменение содержания подвижного фосфора в почве рисового севооборота при различной степени насыщенности его рисом

Вариант	Срок отбора	Культура	подвижный фосфор			
			изменение содержания, ±			
			за 6 месяцев		за 12 месяцев	
			мг/100 г	индекс	мг/100 г	индекс
1	весна	рис 2-й год	+ 3,40	+ 0,994	+ 1,28	+ 0,374
	осень		- 2,12	- 0,311		
	весна	соя	+ 5,36	+ 1,141	+ 6,08	+ 2,296
	осень		+ 0,72	+ 0,073		
	весна	озимая пшеница	- 8,03	- 3,909	- 1,29	- 0,136
	осень		+ 6,74	+ 3,442		
2	весна	люцерна 1-й год	+ 4,95	+ 3,260	+ 6,36	+ 3,904
	осень		+ 1,41	+ 0,198		
	весна	люцерна 2-й год	+ 1,74	+ 0,204	+ 2,41	+ 0,284
	осень		+ 0,67	+ 0,065		
	весна	рис	- 7,44	- 0,679	- 8,26	- 4,069
	осень		- 0,82	- 0,023		

Аналогичные результаты получены при анализе изменения содержания подвижного фосфора (табл. 3). Однако в отличие от изменения содержания легкогидролизуемого азота, по фосфору почти все индексы положительными. Отрицательный индекс наблюдается там, где изменение количеств подвижного фосфора связано с потреблением его растениями (озимая пшеница) или же при смене окислительных условий на восстановительные (рис по пласту трав).

Выводы

1. Двухлетнее возделывание многолетних трав, а также выращивание сои способствовало активному пополнению почвы легкогидролизуемыми формами азота, что улучшает условия минерального питания выращиваемых сельскохозяйственных культур. За межвегетационный период их количество увеличилось за счет частичной минерализации пожнивных и поукосных остатков. В результате возделывания озимой пшеницы отмечено не-

большое снижение запасов легкогидролизуемых форм азота за счет потребления их растениями для формирования урожая. Возделывание риса обусловило значительное снижение запасов в почве легкогидролизуемых форм азота.

2. Содержание подвижных форм фосфора в почве определялось сезонной динамикой и потреблением сельскохозяйственными растениями. В богарном звене севооборота наблюдалось увеличение содержания доступных фосфатов в почве. Так, за 2 года выращивания люцерны оно увеличилось с 5,7 до 10,1 мг/100 г, что связано с активным просушиванием почвы и улучшением условий ее аэрации. Такие же закономерности отмечены и при выращивании сои. При выращивании озимой пшеницы отмечено снижение количества подвижных соединений фосфора в цикле осень-весна в связи с активным потреблением их растениями. После уборки урожая, напротив, наблюдалось увеличение их содержания в почве. В результате выращивания риса содержание подвижного фосфора снижается. После сброса воды и начала смены восстановительных условий на окислительные, в условиях переувлажнения почвы и недостатка в ней кислорода количество подвижного фосфора снизилось на 23,4 %.

3. Изменение содержания показателей эффективного плодородия может быть описано системой индексов. Предложены предварительные градации степени их изменения, которые будут уточнены после завершения ротации рисовых севооборотов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов, И.Е. Фосфатный режим лугово-черноземных почв Кубани, используемых под рис /И.Е. Белоусов, С.А. Рябцова, Ю.А. Кузнецов // Почвоведение. - 1993. - № 2 - С.133-137

2. Белоусов, И.Е. Обеспеченность рисовых почв легкогидролизуемым азотом в зависимости от предшественника риса /И.Е. Белоусов, Н.М. Кремзин //Научно-практическая конференция, посвященная году экологии в России «Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия» - г. Курск, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии», 20 апреля 2018 г. – С. 58-63

3. Белоусов, И.Е. Обеспеченность рисовых почв подвижным фосфором в зависимости от предшественника риса /И.Е. Белоусов, Н.М. Кремзин //Рисоводство. - 2019. – № 3 (44). – С. 84-87

4. Белоусов, И.Е. Азотный режим лугово-черноземной рисовой почвы в паровом звене рисового севооборота /И.Е. Белоусов //Научно-практическая конференция, посвященная году экологии в России «Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия» г. Курск, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии», 24-25 апреля 2019 г. – С.52-56

5. Белоусов, И.Е. Изменение эффективного плодородия рисовых почв и их обеспеченности элементами минерального питания при возделывании риса в севообороте / И.Е. Белоусов // Рисоводство. - 2020. – № 3 (48). – С. 38-44

6. Белоусов, И.Е. Изменение показателей эффективного плодородия почвы в рисовом севообороте - /И.Е. Белоусов //Рисоводство. - 2021. – № 3 (52). – С. 47-52

7. Кидин, В.В. и др. Практикум по агрохимии. - М., Колос, 2008. - 600 с.

8. Сдобникова, О.В. Фосфорные удобрения и урожай - /О.В. Сдобникова – М. Агропромиздат. 1985.- 110 с.

9. Система рисоводства Российской Федерации /под редакцией С.В. Гаркуши/ – Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса»: Просвещение-Юг, 2022. – 368 с.

10. Шеуджен, А.Х. Агрохимия и физиология питания риса /А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. - 1012 с.

11. Шеуджен, А.Х. Агрохимия. ч. 2 Методика агрохимических исследований / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ. 2015. – 703 с.

12. Doberman, A. Rice: Nutrient Disorders& nutrient Management / A. Doberman, T.H. Fairhurst // Manila: IRRI, 2000. - 192 p.

13. Maruyama, K. Breeding for high yielding rice cultivars in Japan /K. Maruyama //Tropical agriculture research ser. – 1988. – V. 21. – P. 277

14. Champpiny, M.L. Relation entre photosynthesis et nutrition azotes mineral / M.L. Champpiny //C.r. Acad. Agr. – 1982. – V. 30. – № 11. – P. 883-891

REFERENCES

1. Belousov, I.E. Phosphate regime of meadow-chernozem soils of the Kuban used for rice /I.E. Belousov, S.A. Ryabtsova, Yu.A. Kuznetsov // Soil science. - 1993. - № 2 -P.133-137

2. Belousov, I.E. Provision of rice soils with readily hydrolysable nitrogen depending on the rice precursor /I.E. Belousov, N.M. Kremzin // Scientific and practical conference dedicated to the year of ecology in Russia “Actual problems of soil science, ecology and agriculture” - Kursk, All-Russian Research Institute of Agriculture and Soil Protection from Erosion, April 20, 2018. - P. 58 -63

3. Belousov, I.E. Provision of rice soils with mobile phosphorus depending on the predecessor of rice - /I.E. Belousov, N.M. Kremzin // Rice growing. - 2019. - № 3 (44). – P. 84-87

4. Belousov, I.E. Nitrogen regime of meadow-chernozem rice soil in the fallow link of rice crop rotation /I.E. Belousov // Scientific and practical conference dedicated to the year of ecology in Russia “Agroecological problems of soil science and agriculture”, Kursk, All-Russian Research Institute of Agriculture and Soil Protection from Erosion”, April 24-25, 2019. - P. 52- 56

5. Belousov, I.E. Changes in the effective fertility of rice soils and their provision with mineral nutrition elements during rice cultivation in crop rotation / I.E. Belousov // Rice growing. - 2020. - № 3 (48). – P. 38-44

6. Belousov I.E. Changes in indicators of effective soil fertility in rice crop rotation /I.E. Belousov // Rice growing. - 2021. - № 3 (52). – P. 47-52
7. Kidin, V.V. etc. Workshop on agrochemistry. - M., Kolos, 2008. - 600 p.
8. Sdobnikova O.V. Phosphorus fertilizers and harvest / O.V. Sdobnikova - M. Agropromizdat. 1985.- 110 p.
9. Rice growing system of the Russian Federation / edited by S.V. Garkushi / Krasnodar: Federal State Budgetary Institution "FNTs Rice": Education-South, 2022. - 368 p.
10. Sheudzhen, A.Kh. Agrochemistry and physiology of rice nutrition / A.Kh. Sheujen. - Maykop: GURIPP "Adygea", 2005. - 1012 p.
11. Sheudzhen, A.Kh. Agrochemistry. Part 2 Methods of agrochemical research / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondarev. - Krasnodar: KubGAU. 2015. - 703 p.
12. Doberman, A. Rice: Nutrient Disorders& nutrient Management / A. Doberman, T.H. Fairhurst // Manila: IRRI, 2000. - 192 p.
13. Maruyama, K. Breeding for high yielding rice cultivars in Japan /K. Maruyama //Tropical agriculture research ser. – 1988. – V. 21. – P. 277
14. Champpiny, M.L. Relation entre photosynthesis et nutrition azotes mineral / M.L. Champpiny //C.r. Acad. Agr. – 1982. – V. 30. – № 11. – P. 883-891

Игорь Евгеньевич Белоусов
Старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения
E-mail: igor_bel06@mail.ru
ФГБНУ «ФНЦ риса»
350921, Россия, Краснодар, Белозерный, 3,

Igor Evgenievich Belousov
Senior Researcher Laboratory of Agrochemistry and Soil Science,
E-mail: igor_bel06@mail.ru
FGBNU «FSC Rice»
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-44-47
УДК: 632.935.45

Дорн Ю.А.,
Лой Н.Н., канд. биол. наук,
Павлов А.Н., канд. биол. наук,
Санжарова Н.И., д-р биол. наук, профессор, член-корреспондент РАН,
Чиж Т.В.
г. Обнинск, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ РИСОВОГО ДОЛГОНОСИКА

В работе представлены результаты исследования радиочувствительности рисового долгоносика в зависимости от стадии развития насекомого (имаго), поглощенной дозы гамма-излучения и ее мощности, а также оценены показатели качества облучаемой продукции, а именно: содержание золы, протеинов, жира, клетчатки, сухого вещества. Зерно, намеренно зараженное насекомым-вредителем, облучали на стационарной промышленно-исследовательской гамма-установке ГУР-120 (ФБГНУ ВНИИРАЭ, Обнинск) с источником γ-излучения – изотопом кобальт-60 в диапазоне поглощенных доз 100-900 Гр. Показано, что гамма-облучение рисового долгоносика в стадии имаго дозами 700-800 Гр (мощность поглощенной дозы – 95 Гр/ч) приводит к полной гибели популяции вредителя на 11 сутки после облучения. При мощности дозы 500 Гр/ч скорость отмирания насекомых в стадии имаго увеличивается: в диапазоне доз 700-800 Гр полная гибель рисового долгоносика наступила на 4 сутки. Установлено, что диапазон поглощенных доз гамма-излучения 700-800 Гр может быть использован для дезинсекции зерна и зернопродуктов зараженных данным видом вредителя. Выявлено, что гамма-облучение риса в дозах 200-300 Гр при мощности дозы 95 Гр/ч способствовало статистически значимому росту содержания золы (на 57 % и 54 % соответственно), а при дозах 400 и 700 Гр - снижению количества жира, при 800 Гр — достоверному снижению содержания клетчатки. Отмечено, что облучение в дозах 200, 300 Гр, а также 600-800 Гр достоверно снижало количество жира и способствовало статистически значимому росту содержания белков при поглощенной дозе 400 Гр.

Ключевые слова: *гамма-облучение, рисовый долгоносик, радиочувствительность.*

STUDY OF THE EFFECT OF GAMMA RADIATION ON THE RADIOSENSITIVITY OF RICE WEEVIL

The paper presents the results of a study of the radiosensitivity of the rice weevil depending on the stage of development of the insect (imago), the absorbed dose of gamma radiation, and its power. We assessed the quality indicators of the irradiated products, namely the content of ash, proteins, fat, fiber, and dry matter. Grain deliberately infested with pests was irradiated on GUR-120 (RIRAE, Obninsk), a stationary industrial-research gamma-ray facility, with a source of γ-radiation: the cobalt-60 isotope in the range of absorbed doses of 100–900 Gy. The research shows that gamma irradiation of rice weevil in the imago stage with doses of 700–800 Gy (absorbed dose rate of 95 Gy/h) leads to complete death of the pest population on the 11th day after irradiation. At a dose rate of 500 Gy/h, the rate of insect death in the imago stage increases: in the dose range of 700–800 Gy, the complete death of the rice weevil occurred on the 4th day. Besides, we established that the range of absorbed doses of gamma radiation of 700–800 Gy can be used for disinfestation of grain and grain products infected with this type of pest. We found that gamma irradiation of rice at doses of 200–300 Gy with an absorbed dose rate of 95 Gy/h contributed to (1) a statistically significant increase in ash content (by 57% and 54%, respectively), (2) a decrease in the amount of fat and at doses of 400–700 Gy, and (3) a significant decrease in the content of fiber at doses of 800 Gy. We noted that irradiation at doses of 200–300 Gy and 600–800 Gy significantly reduced the amount of fat and contributed to a statistically significant increase in protein content at an absorbed dose of 400 Gy.

Keywords: *gamma radiation, rice weevil, radiosensitivity.*

Введение

Радиационная обработка сельскохозяйственных продуктов является перспективным направлением развития методов борьбы с насекомыми-вредителями сельскохозяйственных продуктов как в России, так и во всем мире. Актуальность исследований основана на экономической эффективности, экологической безопасности при сохранении качества продукции, в отличие от распространенного на сегодняшний день метода обработки продукции – фумигации [4, 6]. Основным поражающим фактором при радиационной обработке является поглощенная доза излучения [7]. Дозы, необходимые для подавления жизнедеятельности или контроля различных вредителей, зависят от многих факторов: вид вредителя и стадия его развития, мощность по-

глощенной дозы излучения, температурные условия обитания насекомых, газовый состав среды, режим питания и характер потребления пищи [3, 9].

Цель исследований

Изучить влияние гамма-излучения на жизнеспособность рисового долгоносика (*Sitophilus oryzae* L.).

Материалы и методы

Объектом исследования являлся вид насекомых-вредителей — рисовый долгоносик (*Sitophilus oryzae* L.) в стадии имаго.

Зерно (10 г) помещали в пробирки и подсаживали по 10 особей рисового долгоносика, затем облучали на стационарной промышленно-исследовательской гамма-установке ГУР-120 (ФБГНУ ВНИИРАЭ, Обнинск) с источником γ-излучения – изотопом кобальт-60 в диапазоне поглощенных доз 100-900 Гр. Мощность дозы гамма-излучения составляла 95 Гр/ч и 500 Гр/ч. Повторность в опытах 3-х кратная. Контролем служили насекомые, которые не подвергались облучению и находились в идентичных условиях с облученными. Зараженность зерна насекомыми-вредителями определяли ежедневно по ГОСТ 13586.6-93; качество зерна (содержание золы, протеинов, жира, клетчатки, сухого вещества) после облучения – методом диффузной отражательной спектрометрии в ближней ИК-области спектра на ИК-анализаторе «Инфрапид-61» (Россия).

Экспериментальные данные анализировали с использованием программных пакетов Microsoft Office Excel 2007 и STATISTICA 12.0. При расчете показателей качества определяли средние значения и для оценки значимости различий между образцами использовали критерий Стьюдента.

Результаты и обсуждение

В результате исследований было установлено, что гамма-облучение рисового долгоносика дозой 100 Гр приводит к 100 % отмиранию популяции на 15 сутки. При поглощенной дозе 200 Гр наблюдается 100 % гибель насекомых на 11 сутки, 300 Гр — на 12 сутки, 400 Гр — 14 сутки, 500 Гр — 13 сутки, 600 Гр — 12 сутки и 700, 800 и 900 Гр — на 11 сутки при мощности дозы 95 Гр/ч (рис. 1).

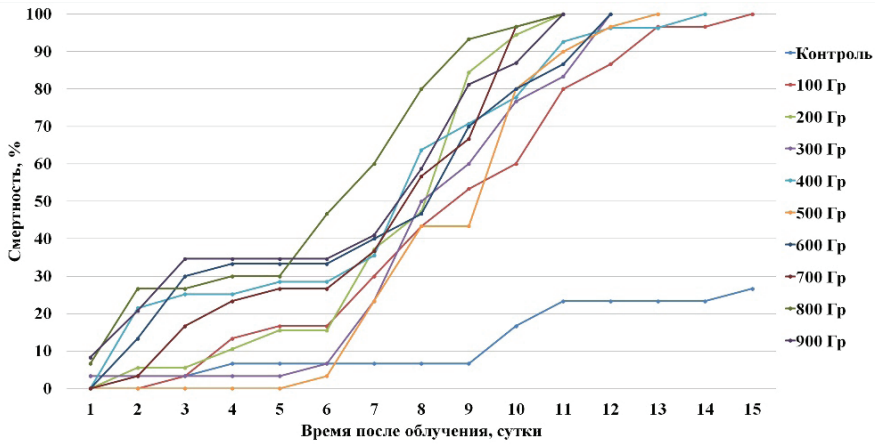


Рисунок 1. Изменение жизнеспособности имаго рисового долгоносика. Мощность поглощенной дозы 95 Гр/ч

При поглощенной дозе 100 Гр полная гибель популяции насекомых достигалась на 17 сутки (мощность поглощенной дозы 500 Гр/ч). При поглощенных дозах 200 и 300 Гр наблюдается 100 % гибель насекомых на 13 сутки, 400 Гр — 12 сутки, 500, 600 Гр — 7 сутки, 700, 800 Гр — 4 сутки, 900 Гр — 5 сутки (рис. 2).

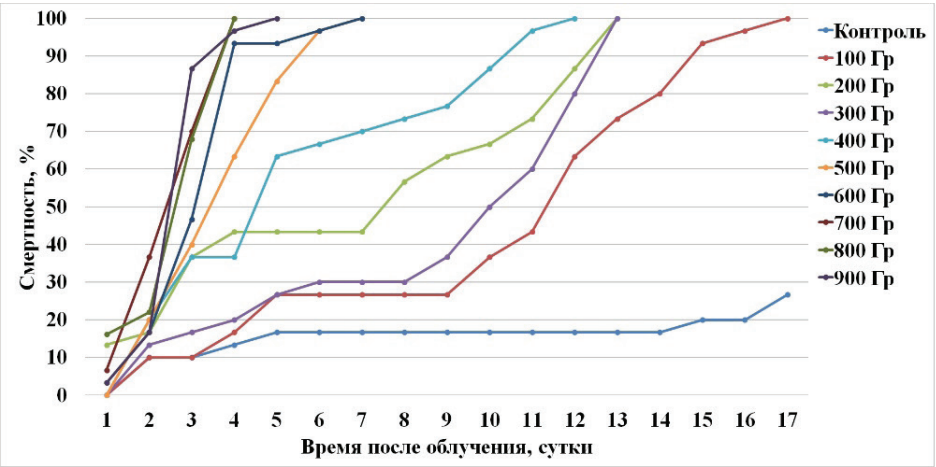


Рисунок 2. Изменение жизнеспособности имаго рисового долгоносика. Мощность поглощенной дозы 500 Гр/ч

Установлено, что гамма-облучение риса в дозах 200–300 Гр при мощности дозы 95 Гр/ч способствовало статистически значимому росту содержания золы (на 57 % и 54 % соответственно), а при дозах 400 и 700 Гр — снижению количества жиров, при 800 Гр — статистически значимому снижению содержания клетчатки.

Облучение риса в исследуемом диапазоне доз и мощности дозы 500 Гр/ч в дозах 200, 300 Гр, а также 600–800 Гр достоверно снижало количество жира и способствовало статистически значимому росту количества белков при поглощенной дозе 400 Гр.

Поглощенная доза ионизирующего излучения и ее мощность являются важными факторами, определяющими радиочувствительность насекомых, что сопоставимо с результатами наших исследований [1, 9].

Показано, что гамма-облучение рисового долгоносика в стадии имаго в диапазоне доз 100-900 Гр при мощности дозы излучения 95 Гр/ч имело 100 %-ную эффективность — полная гибель популяции насекомых отмечена уже через 15 суток после облучения. Облучение вредителя, находящегося в рисе при значительно более высокой мощности дозы - 500 Гр/ч было также эффективным по степени влияния на жизнеспособность насекомых: уже через 17 сутки после облучения при всех дозах отмечена его полная гибель.

В работе облучение рисового долгоносика приводило к полной гибели популяции насекомых через две недели после облучения при поглощенной дозе 120 Гр, через пять недель при дозе облучения 90 Гр [5]. Результаты исследований показывают аналогичный результат: при увеличении дозы облучения скорость отмирания насекомых увеличивается.

Облучение фасолевой зерновки (*Acanthoscelides obtectus* Say) показывает аналогичные результаты: из диапазона поглощенных доз 50-200 Гр наиболее эффективна доза 200 Гр [10].

Полученные данные сопоставимы с результатами ранних исследований: гамма-облучение малого хрущака *(Tribolium confusum* Duv*)* (в стадии имаго) в интервале доз 700–1000 Гр приводило к полной гибели вредителя через 15 суток после облучения при мощности дозы 500 Гр/ч, и через 30 суток — при мощности дозы излучения 100 Гр/ч [2].

Касаемо питательной ценности риса, можно сказать, что данные исследований по определению качества облученной продукции свидетельствуют об отсутствии значимого влияния на содержание углеводов, белков и жиров даже при облучении дозами более 10 кГр [1, 8].

Выводы

Результаты исследования демонстрируют высокую эффективность гамма-облучения в подавлении численности рисового долгоносика. Установлено, что наиболее эффективно для борьбы с рисовым долгоносиком гамма-облучение дозами 700-800 Гр. Данный диапазон может быть использован для дезинсекции зерна и зернопродуктов зараженных данным видом вредителя. Было показано, что обработка гамма-излучением риса не влияет на питательную ценность зерна по показателям содержания золы, протеинов, жира, клетчатки и сухого вещества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козьмин, Г. В. Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности. / Г. В. Козьмин, С. А. Гераськин, Н. И. Санжарова. – Обнинск, 2015. – 400 с.

2. Лой, Н. Н. Влияние ионизирующих излучений на жизнеспособность насекомых-вредителей зерна и зернопродуктов / Н. Н. Лой, С. Н. Гулина, Н. И. Щагина, М. П. Миронова // Применение химических веществ, ионизирующих и неионизирующих излучений в агробиотехнологиях: сборник докладов круглого стола в рамках XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. – М: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 21 сентября 2016. – 128 с.

3. Ashraf, S. Food irradiation: a review / S. Ashraf, M. Sood, J.D. Bandral, M. Trilokia, M. Manzoor // International Journal of Chemical Studies. – 2019. – №7(2). – P. 131-136.

4. Ayvaz, A. Ionizing radiation disinfestation treatments against pest insects / A. Ayvaz, S. Yilmaz // Evolution of Ionizing Radiation Research. – 2015. – P. 235-258.

5. Follett, P. Irradiation quarantine treatment for control of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) in rice. / P.A. Follett, K. Snook, A. Janson, B. Antonio, A. Haruki, M. Okamura, J. Bisel // Journal of Stored Products Research. – 2013. – № 52. – P. 63-67.

6. Hallman, G.J. Generic phytosanitary irradiation treatments / Guy J. Hallman // Radiation Physics and Chemistry. – 2012. – № 81. – P. 861-866.

7. Indiarto, I. A Review Of Irradiation Technologies On Food And Agricultural Products / I. Indiarto, Muhammad Abdillah Hasan Qonit // International Journal Of Scientific & Technology Research. – 2020. – № 9(1). – P. 4411-4414.

8. Rahman, M.H. Scientific Opinion on the Standards and Regulations of Irradiated Food / M.H. Rahman, M. S. Islam, S. Begum, M.L. Ali, B.C. Sutradhar et al. // Journal of Nutrition & Food Sciences. – 2018. – № 8(4).

9. Yamada, H. Radiation dose-rate is a neglected critical parameter in dose–response of insects. / V. S. Dias, A. G. Parker, H. Maiga, C. Kraupa, M. J. B. Vreysen, W. Mamai, M. F. Schetelig, N. S. Bimbilé Somda, J. Bouyer // Scientific reports. – Moskow, 2022. – №12. – P. 6242.

10. Zinhoum, R. Effects of gamma irradiation on the developmental stages of *Acanthoscelides obtectus* (Say) infesting kidney beans and their offspring / R. A. Zinhoum, S. S. Ahmed, Shimaa S.H. Khalil, Abdelfattah Nilly A.H., Abdel-Shafy Sobhy // Journal of Stored Products Research. – 2022. – № 98.

REFERENCES

1. Kozmin, G. V. Radiation technologies in agriculture and food industry / G. V. Kozmin, S. A. Geraskin, N. I. Sanzharova. – Obninsk, 2015. – 400 p.

2. Loy, N. N. Influence of ionizing radiation on the viability of insect pests of grain and grain products / N. N. Loy, S. N. Gulina, N. I. Shchagina, M. P. Mironova // Application of chemicals, ionizing and non-ionizing radiation in agrobiotechnologies: a collection of round table reports within the framework of the XX Mendeleev Congress on General and Applied Chemistry. - M: RIRAE, September 21, 2016. - 128 p.

3. Ashraf, S. Food irradiation: a review / S. Ashraf, M. Sood, J.D. Bandral, M. Trilokia, M. Manzoor // International Journal of Chemical Studies. – 2019. – №7(2). – P. 131-136.

4. Ayvaz, A. Ionizing radiation disinfestation treatments against pest insects / A. Ayvaz, S. Yilmaz // Evolution of Ionizing Radiation Research. – 2015. – P. 235-258.

5. Follett, P. Irradiation quarantine treatment for control of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) in rice / P.A. Follett, K. Snook, A. Janson, B. Antonio, A. Haruki, M. Okamura, J. Bisel // Journal of Stored Products Research. – 2013. – № 52. – P. 63-67.

6. Hallman, G.J. Generic phytosanitary irradiation treatments / Guy J. Hallman // Radiation Physics and Chemistry. – 2012. – № 81. P. – 861-866.

7. Indiarto, I. A Review Of Irradiation Technologies On Food And Agricultural Products / I. Indiarto, Muhammad Abdillah Hasan Qonit // International Journal Of Scientific & Technology Research. – 2020. – № 9(1). – P. 4411-4414.

8. Rahman, M.H. Scientific Opinion on the Standards and Regulations of Irradiated Food / M.H. Rahman, M. S. Islam, S. Begum, M.L. Ali, B.C. Sutradhar et al. // Journal of Nutrition & Food Sciences. – 2018. – № 8(4).

9. Yamada, H. Radiation dose-rate is a neglected critical parameter in dose–response of insects / V. S. Dias, A. G. Parker, H. Maiga, C. Kraupa, M. J. B. Vreysen, W. Mamai, M. F. Schetelig, N. S. Bimbilé Somda, J. Bouyer // Scientific reports. – Moskow, 2022. – №12. – P. 6242.

10. Zinhoum, R. Effects of gamma irradiation on the developmental stages of *Acanthoscelides obtectus* (Say) infesting kidney beans and their offspring / R. A. Zinhoum, S. S. Ahmed, Shimaa S.H. Khalil, Abdelfattah Nilly A.H., Abdel-Shafy Sobhy // Journal of Stored Products Research. – 2022. – № 98.

Юлия Андреевна Дорн
Аспирант, главный специалист лаборатории измерения ионизирующих излучений
E-mail: julya.dorn@yandex.ru

Надежда Николаевна Лой
Заведующая лабораторией фитопатологии
E-mail: loy.nad@yandex.ru

Александр Николаевич Павлов
Старший научный сотрудник лаборатории измерения ионизирующих излучений
E-mail: 49434@mail.ru

Наталья Ивановна Санжарова
Научный руководитель института
E-mail: natsan2004@mail.ru

Тарас Васильевич Чиж
Младший научный сотрудник лаборатории измерения ионизирующих излучений
E-mail: taras.chizh@rambler.ru

Все: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»
249032, Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км

Yuliya Andreevna Dorn
research student, chief specialist, Laboratory for Measurement of Ionizing Radiation
E-mail: julya.dorn@yandex.ru

Nadezhda Nikolaevna Loy
Head of the Laboratory of Phytopathology
E-mail: loy.nad@yandex.ru

Alexander Nikolaevich Pavlov
Senior Researcher, Laboratory for Measurement of Ionizing Radiation
E-mail: 49434@mail.ru

Natalya Ivanovna Sanzharova
Thesis Supervisor
E-mail: natsan2004@mail.ru

Taras Vasilievich Chizh
Junior Research Fellow, Laboratory for Measurement of Ionizing Radiation
E-mail: taras.chizh@rambler.ru

All: Russian Institute of Radiology and Agroecology
109 km, Kiev highway, Kaluga region, Obninsk, 249032

DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-48-56
УДК 631.523: 635.64: 635.2

Кушнир А. И.,
Дубина Е. В., д-р биол. наук, профессор РАН,
Горун О. Л.
г. Краснодар, Россия

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕНА *TM2²* *(TM-2a),* ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО УСТОЙЧИВОСТЬ ТОМАТОВ К *NICOTIANA VIRUS*, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SNP-МАРКЕРОВ

В современной селекции активно используется метод молекулярно-генетической оценки генов хозяйственно-ценных признаков различных сельскохозяйственных культур, в том числе и томатов. Применение специализированных молекулярных маркеров со специфичными праймерами при анализе исходного материала растений томата позволяет повысить эффективность отбора интересующих генотипов, ускорив и упростив, тем самым, некоторые этапы селекции. Целью данного исследования явилось выявление информативных маркерных систем для идентификации генов устойчивости к вирусу табачной мозаики в предселекционном материале. Объектом исследования являются 62 образца томата F_2-популяции. Молекулярно-генетический анализ проводили с помощью ПЦР с использованием SNP-маркера. Ген Tm2² (Tm-2a), обеспечивающий устойчивость растений томата к вирусу табачной мозаики, был идентифицирован с помощью SNP праймерных пар Tm2² SNP 2494 и TMV-2262 [17]. В результате были выделены образцы, которые имеют в своём генотипе гены устойчивости к ВТМ, находящиеся как в гомозиготном, так и гетерозиготном состоянии. Также, на поколении F_2 была доказана сцепленность этих SNP праймерных пар с признаком, что подтверждается соответствием менделевскому расщеплению. Полученные в ходе исследования данные позволяют сделать вывод о высокой эффективности применения SNP праймерных пар Tm2² SNP 2494 и TMV-2262 при скрининге образцов томата на наличие гена Tm2² (Tm-2a), обеспечивающего резистентность к заболеванию, вызванному возбудителем Nicotiana virus.

***Ключевые слова**: Solanum lycopersicum. вирус табачной мозаики, ДНК-маркер, селекция, SNP, Nicotiana virus.*

IDENTIFICATION OF THE *TM2²* GENE PROVIDING RESISTANCE OF TOMATOES TO *NICOTIANA VIRU*S USING SNP MARKERS

In modern breeding, the method of molecular genetic evaluation of genes of economically valuable traits of various crops, including tomatoes, is actively used. The use of specialized molecular markers with specific primers in the analysis of the source material of tomato plants makes it possible to increase the efficiency of the selection of genotypes of interest, thereby speeding up and simplifying some stages of selection. The aim of this study is to identify informative marker systems for the identification of tobacco mosaic virus resistance genes in the pre-selection material. The object of the study is 62 samples of tomato F_2-population. Molecular genetic analysis was performed by PCR using an SNP marker. The Tm2² (Tm-2a) gene, which provides resistance of tomato plants to tobacco mosaic virus, was identified using SNP primer pairs Tm2² SNP 2494 and TMV-2262 [17]. As a result, samples were isolated that have in their genotype genes of resistance to TMV, which are both in a homozygous and heterozygous state. Also, on the F_2 generation, the coupling of these SNP primer pairs with the trait was proved, which is confirmed by the correspondence to the Mendelian splitting. The data obtained during the study allow us to conclude that the SNP primer pairs Tm2² SNP 2494 and TMV-2262 are highly effective in screening tomato samples for the presence of the Tm2² gene (Tm-2a), which provides resistance to the disease caused by the pathogen Nicotiana virus.

***Keywords:** Solanum lycopersicum; tobacco mosaic virus, DNA marker, selection, SNP, Nicotiana virus.*

Введение

Томат (*Solanum lycopersicum*) относится к семейству Паслёновые. Эта культура одна из самых популярных среди овощных как в России, так и во всем мире. Является источником ценных питательных и диетических качеств [2]. Плоды томата могут использоваться в свежем (для употребления и декора) виде, а также их подвергают тепловой обработке. В нынешнее время существует довольно большое разнообразие сортов *Solanum lycopersicum,* каждый из которых обладает своей ценностью. Возделываться томат может как в открытом грунте, так и в тепличных комплексах. В Краснодарском крае эта культура является особенно популярной [3]. Возделываемый в открытом грунте томат подвергается воздействию различным стрессовым факторам биотического и абиотического происхождения. Наиболее частым поражающим биотическим фактором являются патогены, бактерии и вирусы. Одним из наиболее опасных вирусов является *Nicotiana virus,* который, поражая культуру, способен значительно снижать

качество и количество урожая. Для предотвращения потерь был разработан и активно применяется широкий спектр мероприятий по защите растений от вирусов. Но их негативной стороной является увеличение стоимости выращивания культур, а также ухудшение качества почвы и всей окружающей среды в целом [7]. Поэтому для снижения пестицидной нагрузки предпочтение отдаётся сортам томата, имеющим в генотипе гены, обеспечивающие устойчивость растения к болезням.

Метод идентификации генов с помощью различных молекулярных маркеров, в нынешнее время, является очень популярным и всё активнее внедряется в селекционный процесс [4]. Их использование значительно увеличивает эффективность и скорость анализа генотипов, направленного на поиск необходимых генов устойчивости. На сегодняшний день известны различные классы маркеров: ISSR, CAPS, SSR и др. В данном исследовании был использован SNP-маркер (Single Nucleotide Polymorphism - однонуклеотидный полиморфизм).

В Краснодарском крае довольно часто томат, возделываемый в открытом грунте, подвержен такому заболеванию, как ВТМ. Возбудителем является *Nicotiana virus.* Это палочковидный РНК-содержащий вирус. Большую часть его массы составляет капсидный белок – 95 %, а на рибонуклеиновую кислоту приходится лишь 5 %. После поражения растений томата *Nicotiana virus* вирион перемещается из заражённой клетки по плазмодесмам в сторону флоэмной ткани, по сосудам которой он распространяется к другим тканям растения. Включения, представляющие зрелые вирусные частицы следующего поколения, по большей мере сосредоточены в плаценте плода около семян и в трихомах листьев и стебля. *Nicotiana virus* очень устойчив, поэтому борьба с ним химическими средствами малоэффективна. В связи с этим ВТМ является серьёзным биотическим стрессовым фактором для томата [1, 20].

Устойчивость *Solanum lycopersicum* к вирусу табачной мозаики обеспечивается тремя генами: *Tm-1*, *Tm-2* и *Tm-2^2 (Tm-2a)* [8, 10]. Ген толерантности *Tm-1* был получен из дикого подвида томата *Lycopersicon hirsutum.* Локализация его на 2 хромосоме. Он обеспечивает резистентность только на клеточном уровне. Аллельные гены *Tm2* и *Tm2^2 (Tm-2a)* были найдены у *Lycopersicon Peruvianum* [11, 18, 22], а ген устойчивости *Tm-2^2 (Tm-2a)* обеспечивает устойчивость к большему количеству штаммов вируса табачной мозаики, чем ген устойчивости *Tm-2* [12, 14]. Исследования гена *Tm-2a* продемонстрировали, что этот ген расположен на длинном плече хромосомы 9 очень близко к центромере [19]. Он обусловливает устойчивость на тканевом уровне, посредством блокирования транспорта вириона от одной клетке к другой, а также вызывает реакцию гиперчувствительности [11]. Расположение гена *Tm-2^2 (Tm-2a)* на хромосоме 9 показано на рисунке 1 [21].

Цель исследований

Найти информативные молекулярные маркеры для идентификации гена резистентности к вирусу табачной мозаики *Tm2^2 (Tm-2a)* в предселекционном материале томата.

Материалы и методы

В качестве материалов исследования было взято 62 образца томата F_2 популяции. Устойчивым контролем послужил гибрид томата Кассеопея (фирма-оригинатор ПОИСК), а восприимчивым – гибрид Малиновый десерт (ПОИСК).

Исследование было выполнено на базе лаборатории информационных, цифровых и биотехнологий ФГБНУ «ФНЦ риса». Была проанализирована одна гибридная комбинация F_2 поколения растений томата: линия 2 × линия 7. Процесс анализа состоит из трёх этапов: выделение ДНК, амплификация (ПЦР) и детекция продуктов ПЦР (электрофорез).

Выделение ДНК проводили из молодых листьев растений с помощью CTAB – цетилтриметиламмонийбромид, англ. Cetyl trimethylammonium bromide [6].

Далее для оценки в ходе ПЦР применяли ДНК-маркер, состоящий из праймерных пар *Tm2^2* SNP 2494 и TMV-2262, идентифицирующий ген устойчивости томата к ВТМ *Tm2^2 (Tm-2a).* Реакцию для пар праймеров проводили в ДНК-амплификаторе - «Терцик» по программе: 5 мин 94°С, 36 циклов 15 с 94°С, 25 с 55°С, 45 с 72°С финальная элонгация в течение 5 мин при 72°С.

Продукты амплификации окрашивали флуоресцентым красителем и разделяли путем электрофореза в 2 % агарозном геле. После чего проводился анализ в гель-документирующей системе Биорад (Gel Doc XR+).

Результаты и обсуждение

Как *Tm-2*, так и *Tm-2^2 (Tm-2a)* кодируют класс генов устойчивости растений (R), связанных со спиральными/нуклеотидсвязывающими белками ARC/LRR [15]. *Tm-2^2 (Tm-2a)* и *Tm-2* отличаются на семь нуклеотидов, что приводит к различиям в четырех аминокислотах на уровне белка. Два из этих различий расположены в сайте связывания нуклеотидов, а два - в домене LRR [16]. Аналогичным образом, нуклеотидные замены могут быть обнаружены между *Tm-2* и *Tm2^2 (Tm-2a)* по сравнению с рецессивным аллелем *tm-2* у *S. lycopersicum*. В двух положениях несинонимичные SNP были использованы П. Аренсом для разработки кодоминантных внутригенных маркеров на основе Tetra-primer ARMS-PCR в качестве альтернативы CAPS-маркерам Ф.К. Ланфермайера и др. [16]. Эти маркерные системы включают в себя две пары праймеров, которые амплифицируют два разных аллеля SNP (доминантный и рецессивный) в одной реакции

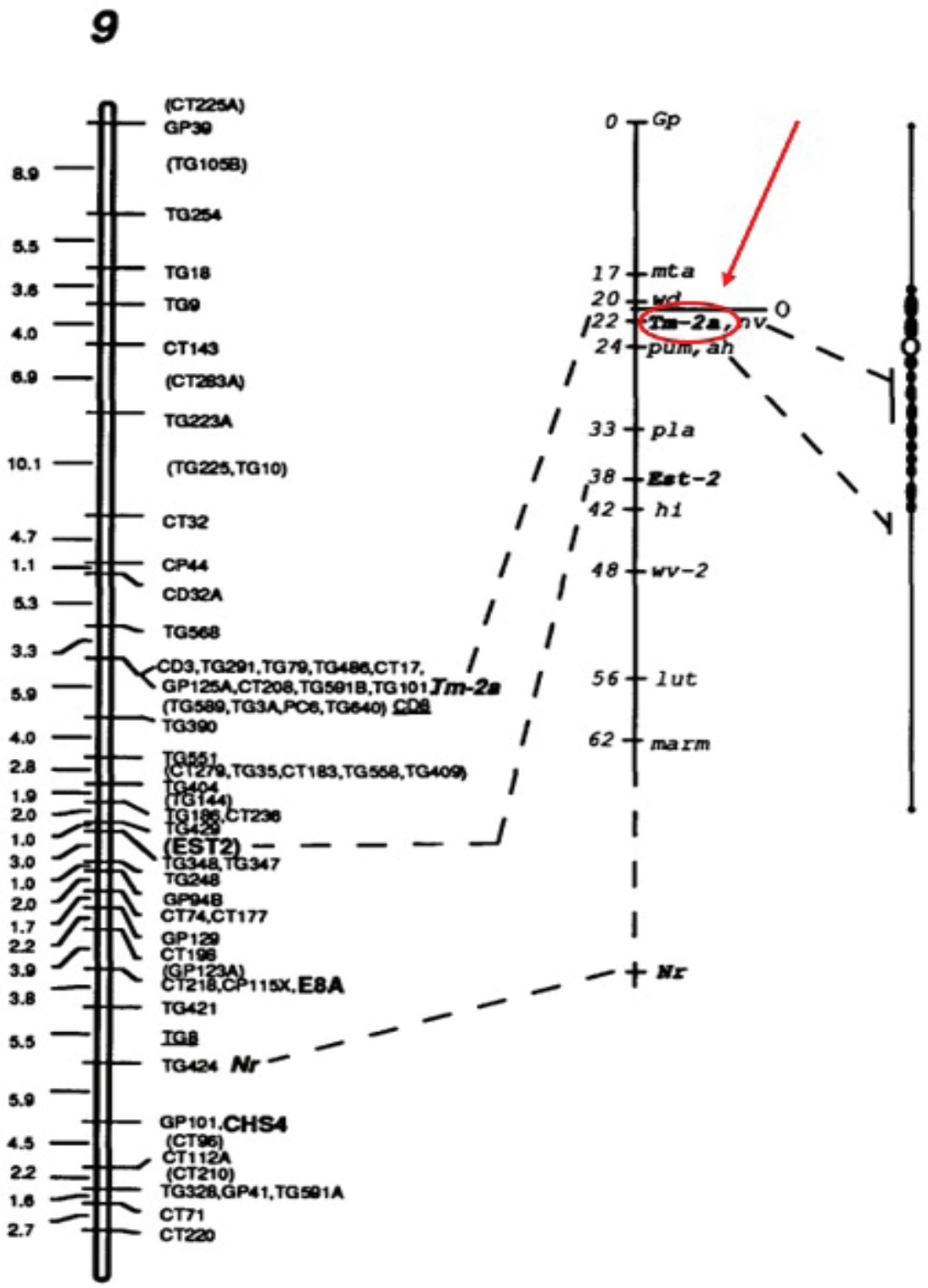


Рисунок 1. Расположение гена *Tm2* (*Tm-2a*) на хромосоме 9

ПЦР: маркер 1 (Tm22 SNP 2494 и TMV-2262) и маркер 2 (Tm2-748 и Tm2-SNP901 mis) [9]. Они были апробированы нами вместе с другими маркерными системами на отечественном материале томата. Результаты их проверки на контрастных образцах томата представлены на рисунке 2.

Из двух апробированных SNP праймерных пар (маркер 1 и маркер 2) на наличие гена $Tm2^2$ *(Tm-2a)*

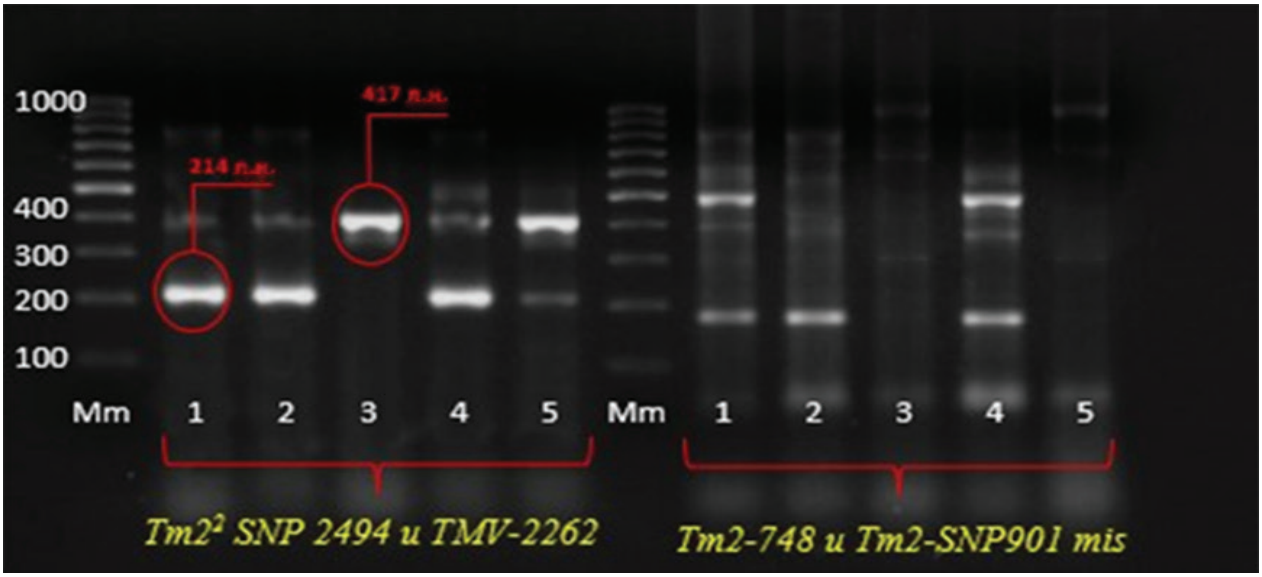


Рисунок 2. Визуализация продуктов амплификации на наличие гена устойчивости к ВТМ *Tm2² (Tm-2a)* (2 % агарозный гель)

Примечание – Mm – маркер молекулярной массы;
1 – линия 4 (гомозигота по аллелю устойчивости);
2 – линия 1 (гомозигота по аллелю устойичвости);
3 – линия 3 (гомозигота по аллелю восприимчивости);
4 – гибрид Кассеопея (гомозигота по аллелю устойчивости);
5 – гибрид Малиновый десерт (гомозигота по аллелю восприимчивости).

в генотипах анализируемых контрастных образцов полиморфизм между устойчивой и восприимчивой аллелями показала SNP праймерная пара Tm2² SNP 2494 и TMV-2262, а Tm2-748 и Tm2-SNP901 *mis* не является эффективной.

В ходе исследования были проанализированы растения F_2 гибридной комбинации линия 2, линия 7 с целью создания новых генотипов, обладающих резистентностью к ВТМ. Анализ на наличие гена *Tm2² (Tm-2a),* обеспечивающего устойчивость к заболеванию, с использованием ДНК–маркеров дал чёткие результаты (рис. 3 - 8 и табл. 1).

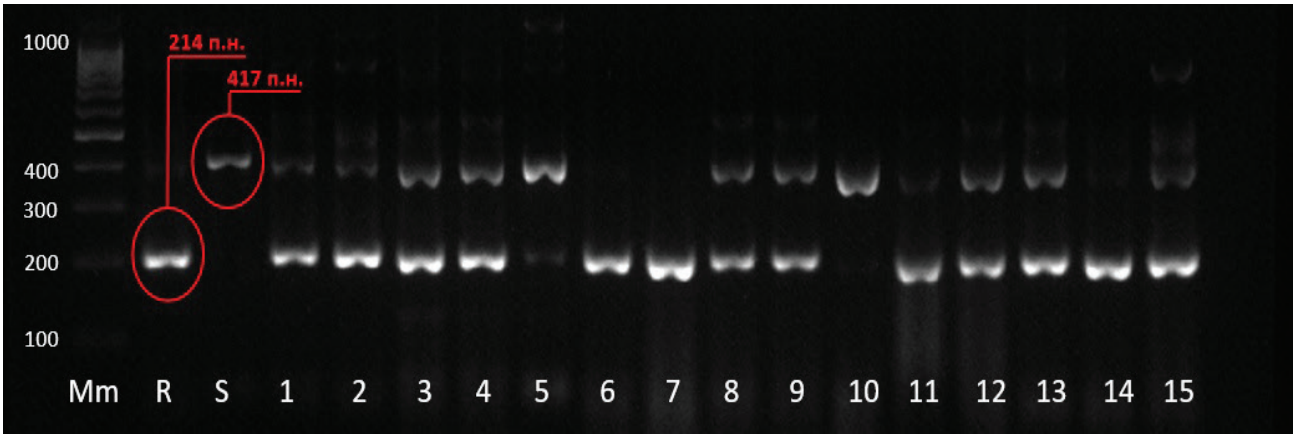


Рисунок 3. Результаты ПЦР-анализа на наличие гена устойчивости к ВТМ *Tm2² (Tm-2a)* (2 % агарозный гель)

Примечание – Mm – маркер молекулярной массы;
R - устойчивый контрольный образец;
S - восприимчивый контрольный образец;
1 – линия 2;
2 – линия 7;
3-15 - растения поколения F_2 (линия 2 × линия 7).

По рисунку 3 видно, что первый контрольный образец, обладающий резистентностью к *Nicotiana virus,* при амплификации даёт размер продукта в 214 п.н., а второй образец, восприимчивый к тому же патогену, имеет размер в 714 п.н. После анализа 15 образцов, было выявлено, что образцы № 6, 7, 14 имеют в своём генотипе ген устойчивости *Tm2² (Tm-2a).* Восприимчивыми к ВТМ являются образцы под номерами 5 и 10. Гетерозиготны по данному признаку образцы № 3, 4, 8, 9, 11-13, 15.

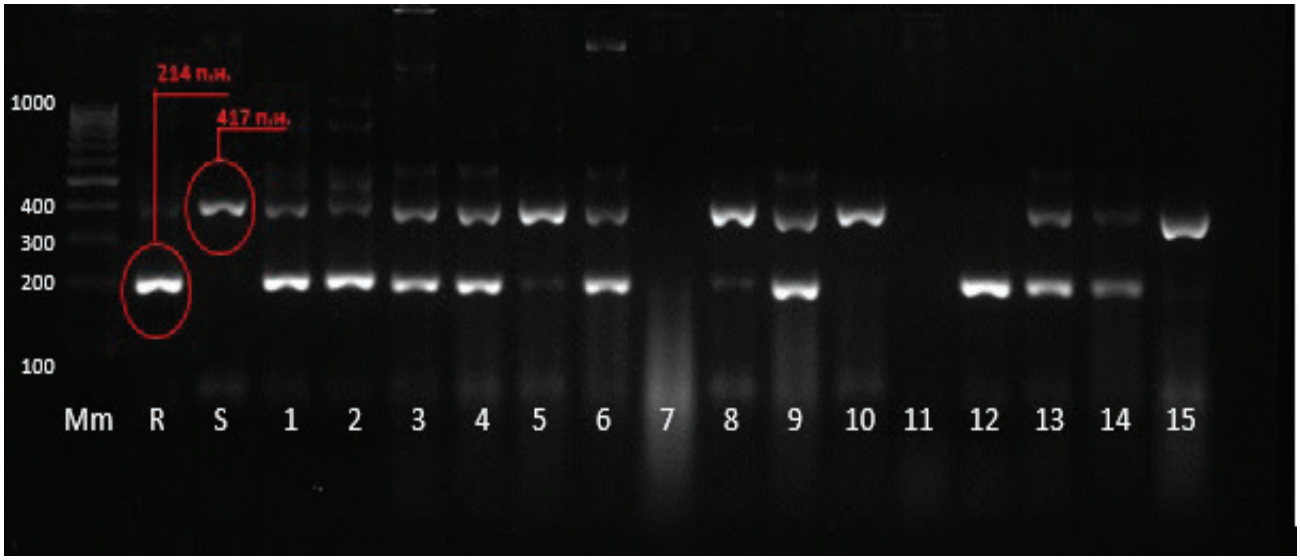


Рисунок 4. Результаты ПЦР-анализа на наличие гена устойчивости к ВТМ *Tm2²* *(Tm-2a)* (2 % агарозный гель)

Примечание – Mm – маркер молекулярной массы;
R - устойчивый контрольный образец;
S - восприимчивый контрольный образец;
1 – линия 2;
2 – линия 7;
3-15 - растения поколения F_2 (линия 2 × линия 7).

При исследовании образцов, представленных на данной фореграмме, было выявлено, что № 12 имеет в своём генотипе ген устойчивости *Tm2²* *(Tm-2a).* Восприимчивыми к ВТМ являются образцы под номерами 5, 8, 10 и 15. Гетерозиготны по данному признаку – № 3, 4, 6, 9, 13, 15.

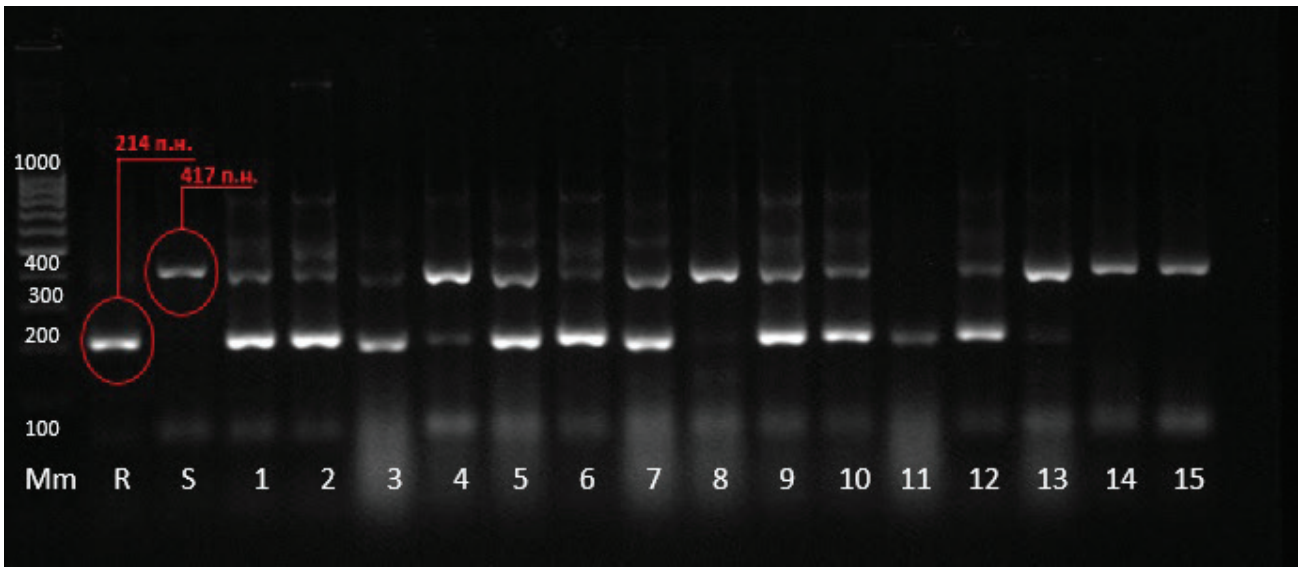


Рисунок 5. Результаты ПЦР-анализа на наличие гена устойчивости к ВТМ *Tm2²* *(Tm-2a)* (2 % агарозный гель)

Примечание – Mm – маркер молекулярной массы;
R - устойчивый контрольный образец;
S - восприимчивый контрольный образец;
1 – линия 2;
2 – линия 7;
3-15 - растения поколения F_2 (линия 2 × линия 7).

По рисунку 5 можно сказать, что образец № 11 имеет схожий ДНК профиль с устойчивым образцом Кассеопея. Образцы под номерами 8, 13, 14, 1 не имеют ген устойчивости к ВТМ, что видно по рисунку. Гетерозиготны по данному признаку – № 3-7, 9, 10, 12.

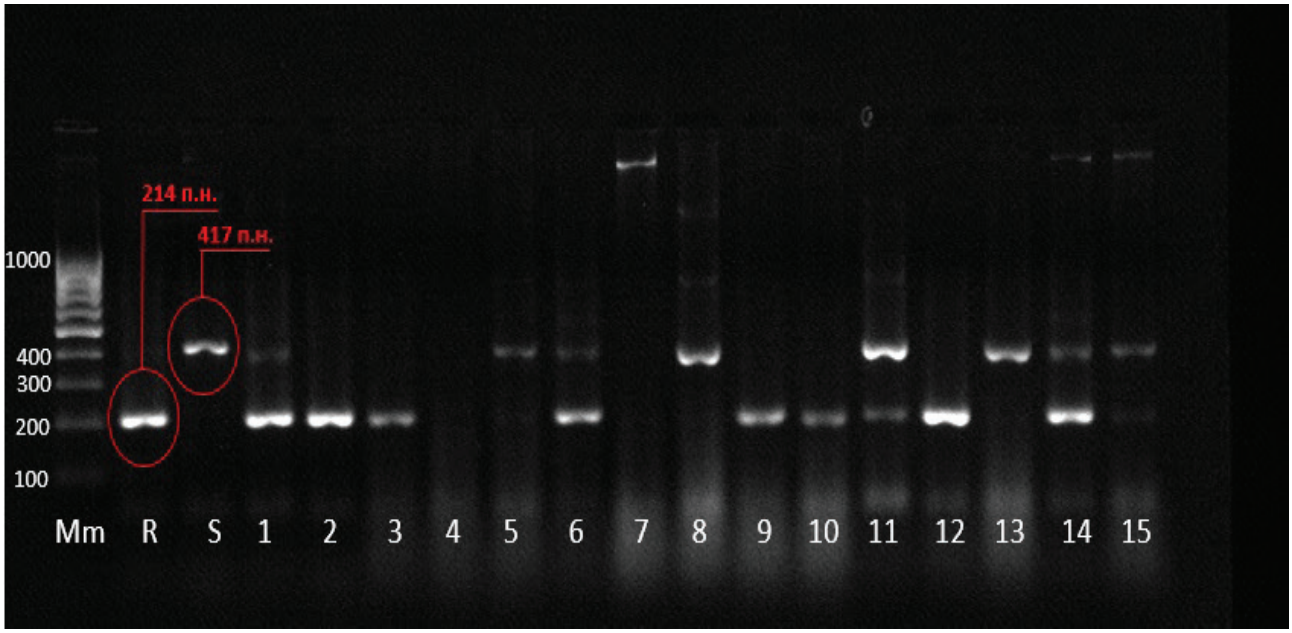


Рисунок 6. Результаты ПЦР-анализа на наличие гена устойчивости к ВТМ *Tm2² (Tm-2a)* (2 % агарозный гель)

Примечание – Mm – маркер молекулярной массы;
R - устойчивый контрольный образец;
S - восприимчивый контрольный образец;
1 – линия 2;
2 – линия 7;
3-15 - растения поколения F_2 (линия 2 × линия 7).

Среди представленных на фореграмме рисунка шести образцов четыре в своем генотипе имеют аллель устойчивости, это образцы №№ 3, 9, 10 и 12. Образцы под номерами 5, 8 и 13 не имеют гена устойчивости, а образцы №№ 6, 11,14 и 15 гетерозиготны.

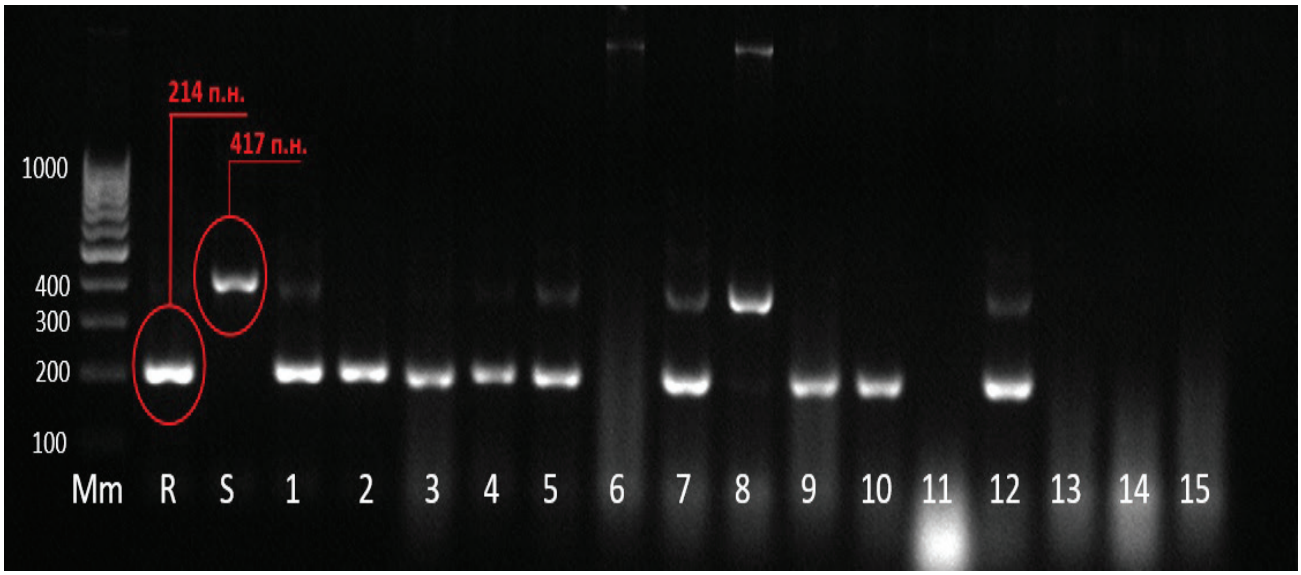


Рисунок 7. Результаты ПЦР-анализа на наличие гена устойчивости к ВТМ *Tm2² (Tm-2a)* (2 % агарозный гель)

Примечание – Mm – маркер молекулярной массы;
R - устойчивый контрольный образец;
S - восприимчивый контрольный образец;
1 – линия 2;
2 – линия 7;
3-15 - растения поколения F_2 (линия 2 × линия 7).

После анализа образцов, представленных на фореграмме рисунка 7, было выявлено, что №№ 3, 9, 10 имеют в своём генотипе ген устойчивости *Tm2²* *(Tm-2a).* Восприимчивым к ВТМ является образец под номером 8. Гетерозиготны по данному признаку образцы №№ 4, 5, 7, 12.

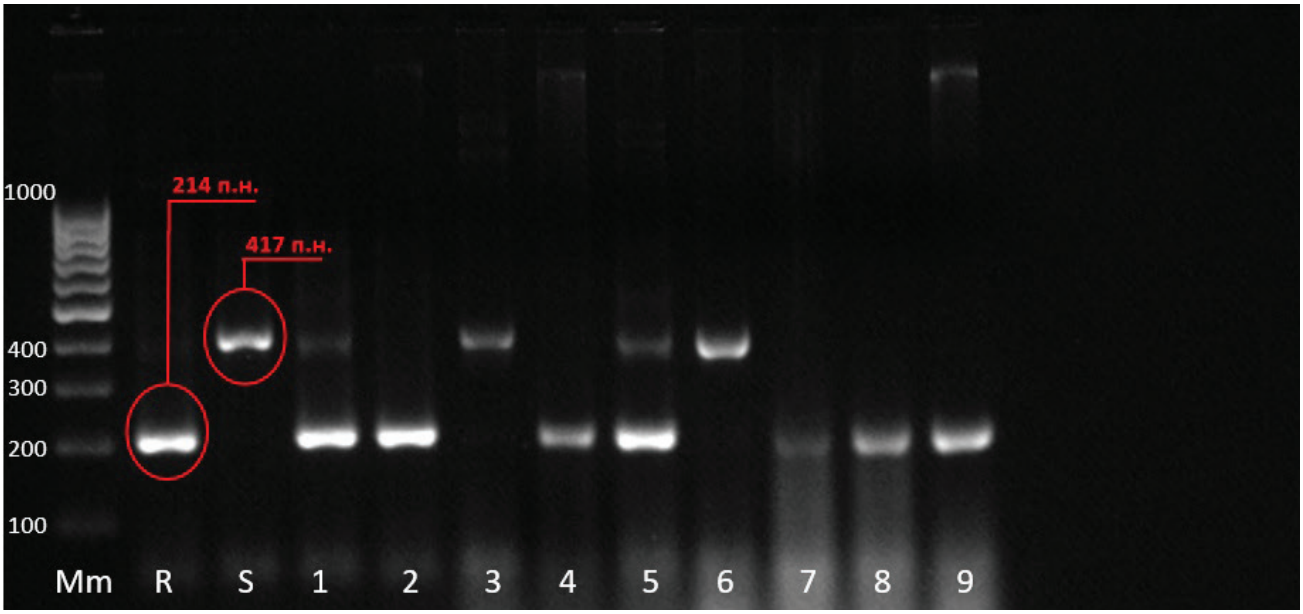


Рисунок 8. Результаты ПЦР-анализа на наличие гена устойчивости к ВТМ *Tm2² (Tm-2a)* (2 % агарозный гель)

Примечание – Mm – маркер молекулярной массы;
R - устойчивый контрольный образец;
S - восприимчивый контрольный образец;
1 – линия 2;
2 – линия 7;
3-9 - растения поколения F_2 (линия 2 × линия 7).

Среди представленных на фореграмме образцов растения под номерами 4, 7-9 имеют в своем генотипе аллель устойчивости. Восприимчивыми к ВТМ являются образцы под номерами 3 и 6, а гетерозиготен по данному признаку образец № 5.

Результаты молекулярно-генетических анализа гибридной комбинации F_2 поколения растений томата были занесены в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты оценки ДНК растений томата сегрегирующей популяции F_2 гибридной комбинации линия 2 ´ линия 7 на наличие гена устойчивости к ВТМ *Tm2² (Tm-2a)*

Название образца	Общее число растений	Число растений			Соотношение	
		Гомозиготы по доминантному аллелю	Гетерозиготы	Гомозиготы по рецессивному аллелю		
Линия 2 × линия 7	62	16	30	16	фактическое	теоретическое
					16: 30:16	1:2:1

Таким образом, по результатам исследования было выявлено гомозиготных по доминантному аллелю 16 растений, гетерозиготных – 30 форм, а рецессивных по гену *Tm2² (Tm-2a)* – 16. По итогу, устойчивых к ВТМ образцов было выявлено 36, но для дальнейшей селекционной работы выбирали формы, несущие только ген устойчивости в гомозиготном состоянии. Таким образом, применение маркер опосредованной селекции позволяет более эффективно отбирать исходный материал для дальнейшей работы, заведомо исключая рецессивные гомозиготы и гетерозиготные формы по данному аллелю, которые в последующих поколениях могут дать расщепление.

Выводы

Итогом исследования является успешный отбор информативной праймерной пары для идентификации гена резистентности к вирусу табачной мозаики *Tm2² (Tm-2a),* а также образцов, имеющих в своём генотипе ген устойчивости к ВТМ *Tm2² (Tm-2a)* в гомозиготном состоянии. Также, было выявлено аллельное соотношение проанализированных растений, и оно составило 16:30:16, что соответствует менделевскому расщеплению 1:2:1.

Таким образом, молекулярный маркер, состоящий из праймерных пар Tm2² SNP 2494 и TMV-

2262, можно использовать для определения гена устойчивости к вирусу табачной мозаики. Фенотипическая оценка будет проведена на сегрегирующей F_2 популяции, после чего статистическим методом установлен процент рекомбинаций и сцепленность маркера с геном *Tm2² (Tm-2a).*

Работа выполнена при поддержке государственной программы «Приоритет 2030».

ЛИТЕРАТУРА

1. Будылин, М. В. Обыкновенное чудо. Молекулярные маркеры в современной селекции / М. В. Будылин // Гавриш дайджест. Технологии. – 2015. – С. 149-151.
2. Гавриш, С. Ф. Использование молекулярных маркеров при создании гибридов томата, устойчивых к грибным заболеваниям / С. Ф. Гавриш, М. В Будылин // Гавриш. – 2016. – №6. – С. 24-33.
3. Горун, О. Л. ДНК-технологии (молекулярное маркирование) в селекции томата на устойчивость к Tobacco Mosaic Virus / О. Л. Горун, Е. В. Дубина, И. В. Козлова, И. В. Балясный, С. В. Гаркуша // Овощи России. – 2021. – №4. – С. 34-41.
4. Горун, О. Л. Разработка и реализация генетико-селекционных подходов для получения нового селекционного материала томата на основе фмс с повышенной устойчивостью к биотическим стрессорам для юга России / О. Л. Горун, Е. В. Дубина, И. В. Козлова, И. В. Балясный // Сборник тезисов краевой отчетной конференции грантодержателей Кубанского научного фонда. – Сочи, 2012. – С. 137-140.
5. Дубина Е. В. Днк-технологии (молекулярное маркирование) в селекции риса на устойчивость к биотическим факторам среды //Инновационные разработки молодых ученых для агропромышленного комплекса России и стран СНГ. – 2019. – С. 23-30.
6. Мюррей, М. Г. Быстрое выделение высокомолекулярной ДНК растений / М. Г. Мюррей // Геномт. – 1980. – С. 379-378.
7. Нековаль, С. Н. Новые источники устойчивости томата к наиболее вредоносным патогенам для условий краснодарского края / С. Н. Нековаль, А. Е. Садовая, А. В Беляева // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – №10. – С. 67-71.
8. Хохлова, А. А. Морфологическая оценка и репродуктивный потенциал при воздействии вируса ВТМ на F1 гибриды растений томата, полученные при отдаленной гибридизации / А. А. Хохлова // Научный журнал КубГАУ. – 2011. – № 70. – С. 1-10.
9. Arens, P. Development and evaluation of robust molecular markers linked to disease resistance in tomato for distinctness, uniformity and stability testing / P. Arens et al. // Theoretical and applied genetics. – 2010. – V. 120. – P. 655-664.
10. El-Aziz, A. Molecular and genetic studies on tomato mosaic virus resistance genes Tm-1, Tm-2 and Tm-22 in some local and exotic tomato accessions / A. El-Aziz, A. Guirgis, T. Roshdy, M. Kheder // Egyptian Journal of Genetics And Cytology. – 2008. – № 37. - P. 323-333.
11. Foolad, M. R. Genome mapping and molecular breeding of tomato / M. R. Foolad // International Journal of Plant Genomics. – 2007:64358.
12. Fraser, R. S. S. The genetics of resistance to plant viruses //Annual review of phytopathology. – 1990. – T. 28. – №. 1. – P. 179-200
13. Jena, K. K. Marker assisted selection – a new paradigm in plant breeding / K. K. Jena, H. P. Moon, D. J. Mackill // Korean J. Breed. – 2003. – №35. – P. 133-140.
14. Kuroiwa, M. et al. Characterization of a ToMV isolate overcoming Tm-2 2 resistance gene in tomato //Virus Genes. – 2022. – V. 58. – №. 5. – P. 478-482.
15. Lanfermeijer, F. C. et al. Cloning and characterization of the durable tomato mosaic virus resistance gene Tm-2 2 from Lycopersicon esculentum //Plant molecular biology. – 2003. – V. 52. – P. 1039-1051.
16. Lanfermeijer, F. C. The products of the broken Tm-2 and the durable Tm-2 2 resistance genes from tomato differ in four amino acids /F.C. Lanfermeijer, J. Warmink, J. Hille //Journal of experimental botany. – 2005. – V. 56. – № 421. – P. 2925-2933.
17. Panthree, Dilip. Marker-Assisted Selection in Tomato Breeding / Dilip R. Panthree, Majid R. Foolad // Critical Reviews in Plant Sciences. – 2012. – №31. - P. 93-123.
18. Pelham J. Resistance in tomato to tobacco mosaic virus //Euphytica. – 1966. – V. 15. – №. 2. – P. 258-267.
19. Schroeder, W. T. Incubation temperature and virus strains important in evaluating tomato genotypes for tobacco mosaic virus reactions / W.T. Schroeder, R. Provvidenti, R. W. Robinson //Tomato Genet Coop Rep. – 1967. – V. 17. – P. 47-48.
20. Ullah, N. et al. Characterization of tomato mosaic virus and search for its resistance in Solanum species //European Journal of Plant Pathology. – 2019. – V. 155. – P. 1195-1209.
21. Young, N. D. et al. Use of isogenic lines and simultaneous probing to identify DNA markers tightly linked to the tm-2a gene in tomato //Genetics. – 1988. – V. 120. – №. 2. – C. 579-585.
22. Young, N. D., Tanksley S. D. RFLP analysis of the size of chromosomal segments retained around the Tm-2 locus of tomato during backcross breeding // Theoretical and Applied Genetics. – 1989. – V. 77. – P. 353-359.

REFERENCES

1. Budy`lin, M. V. An ordinary miracle. Molecular markers in modern breeding / M. V. Budy`lin // Gavrish Digest. Technologies. – 2015. – P. 149-151.
2. Gavrish, S. F. The use of molecular markers in the creation of tomato hybrids resistant to fungal diseases / S. F. Gavrish, M. V Budy`lin // Gavrish. – 2016. – №6. – P. 24-33.
3. Gorun, O. L. DNA technologies (molecular labeling) in tomato breeding for resistance to Tobacco Mosaic Virus / O. L. Gorun, E. V. Dubina, I. V. Kozlova, I. V. Balyasny`j, S. V. Garkusha // Vegetables of Russia. – 2021. – №4. – P. 34-41.

4. Gorun, O. L. Development and implementation of genetic selection approaches for obtaining new tomato breeding material based on FMS with increased resistance to biotic stressors for the South of Russia / O. L. Gorun, E. V. Dubina, I. V. Kozlova, I. V. Balyasny`j // collection of abstracts of the regional reporting conference of grant holders of the Kuban Scientific Foundation. – Sochi, 2012. – P. 137-140.
5. Dubina, E. V. DNA-Technologien (molekulare Markierung) bei der Reiszucht auf Resistenz gegen biotische Umweltfaktoren //Innovative Entwicklungen junger Wissenschaftler für den Agroindustriekomplex Russlands und der GUS-Staaten. – 2019. – P. 23-30.
6. Myurrej, M. G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA/ M. G. Myurrej // Genomt. – 1980. – P. 379-378.
7. Nekoval`, S. N. New sources of tomato resistance to the most harmful pathogens for the conditions of the Krasnodar territory / S. N. Nekoval`, A. E. Sadovaya, A. V Belyaeva // Достижения - науки и техники АПК. – 2020. – №10. – P. 67-71.
8. Xoxlova, A. A. Morphological assessment and reproductive potential under the influence of the TMV virus on F1 hybrids of tomato plants obtained by remote hybridization / A. A. Xoxlova // KubGAU Scientific Journal. – 2011. – № 70. – P. 1-10.
9. Arens, P. Development and evaluation of robust molecular markers linked to disease resistance in tomato for distinctness, uniformity and stability testing / P. Arens et al. // Theoretical and applied genetics. – 2010. – V. 120. – P. 655-664.
10. El-Aziz, A. Molecular and genetic studies on tomato mosaic virus resistance genes Tm-1, Tm-2 and Tm-22 in some local and exotic tomato accessions / A. El-Aziz, A. Guirgis, T. Roshdy, M. Kheder // Egyptian Journal of Genetics And Cytology. – 2008. – № 37. - P. 323-333.
11. Foolad, M. R. Genome mapping and molecular breeding of tomato / M. R. Foolad // International Journal of Plant Genomics. – 2007:64358.
12. Fraser, R. S. S. The genetics of resistance to plant viruses //Annual review of phytopathology. – 1990. – T. 28. – №. 1. – P. 179-200
13. Jena, K. K. Marker assisted selection – a new paradigm in plant breeding / K. K. Jena, H. P. Moon, D. J. Mackill // Korean J. Breed. – 2003. – №35. – P. 133-140.
14. Kuroiwa, M. et al. Characterization of a ToMV isolate overcoming Tm-2 2 resistance gene in tomato //Virus Genes. – 2022. – V. 58. – №. 5. – P. 478-482.
15. Lanfermeijer, F. C. et al. Cloning and characterization of the durable tomato mosaic virus resistance gene Tm-2 2 from Lycopersicon esculentum //Plant molecular biology. – 2003. – V. 52. – P. 1039-1051.
16. Lanfermeijer, F. C. The products of the broken Tm-2 and the durable Tm-2 2 resistance genes from tomato differ in four amino acids /F.C. Lanfermeijer, J. Warmink, J. Hille //Journal of experimental botany. – 2005. – V. 56. – № 421. – P. 2925-2933.
17. Panthree, Dilip. Marker-Assisted Selection in Tomato Breeding / Dilip R. Panthree, Majid R. Foolad // Critical Reviews in Plant Sciences. – 2012. – №31. - P. 93-123.
18. Pelham J. Resistance in tomato to tobacco mosaic virus //Euphytica. – 1966. – V. 15. – №. 2. – P. 258-267.
19. Schroeder, W. T. Incubation temperature and virus strains important in evaluating tomato genotypes for tobacco mosaic virus reactions / W.T. Schroeder, R. Provvidenti, R. W. Robinson //Tomato Genet Coop Rep. – 1967. – V. 17. – P. 47-48.
20. Ullah, N. et al. Characterization of tomato mosaic virus and search for its resistance in Solanum species //European Journal of Plant Pathology. – 2019. – V. 155. – P. 1195-1209.
21. Young, N. D. et al. Use of isogenic lines and simultaneous probing to identify DNA markers tightly linked to the tm-2a gene in tomato //Genetics. – 1988. – V. 120. – №. 2. – C. 579-585.
22. Young, N. D., Tanksley S. D. RFLP analysis of the size of chromosomal segments retained around the Tm-2 locus of tomato during backcross breeding // Theoretical and Applied Genetics. – 1989. – V. 77. – P. 353-359.

Алёна Игоревна Кушнир
Магистрант кафедры генетики, микробиологии и биохимии
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
E-mail: alenai.99@mail.ru

Alyona Igorevna Kushnir
Master's Degree of the Department of Genetics, Microbiology and Biochemistry
Kuban State University
E-mail: alenai.99@mail.ru

Елена Викторовна Дубина
Заведующая лабораторией информационных, цифровых и биотехнологий
E-mail: lenakrug1@rambler.ru

Elena Victorovna Dubina
Head of the laboratory of information, digital and biotechnology
E-mail: lenakrug1@rambler.ru

Олеся Леонидовна Горун
Младший научный сотрудник лаборатории информационных, цифровых и биотехнологий
E-mail: olesyagorunflash@gmail.com

Olesya Leonidovna Gorun
Junior researcher of the Laboratory of Information, Digital and Biotechnologies
E-mail: olesyagorunflash@gmail.com

ФГБНУ «ФНЦ риса»
350921, Россия, Краснодар, Белозерный, 3
E-mail: arrri_kub@mail.ru

FSBSI Federal Scientific Rice Centre
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia
E-mail: arrri_kub@mail.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-57-63
УДК:631.841.7:[633.18:631.559]

Шеуджен А. Х., д-р биол. наук, академик РАН,
Перепелин М. А., аспирант
г. Краснодар, Россия

АЗОТНЫЙ СТАТУС РАСТЕНИЙ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РИСОВОГО АГРОЦЕНОЗА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КАРБАМИДА UTEC

Представлены результаты изучения влияния карбамида, модифицированного ингибитором уреазы NPBT (N-(N-бутил) тиофосфорныйтриамид), на азотный статус растений риса и продуктивность рисового агроценоза. Исследования проводили на лугово-черноземной тяжелосуглинистой почве рисовой оросительной системы Адыгейского научно-технического центра риса Тахтамукайского района Республики Адыгея. Получены экспериментальные данные, доказывающие, что замена традиционной схемы внесения азотного удобрения в три приема на применение карбамида UTEC в два приема (до посева и в фазе всходов, а также в фазе всходов и кущения) обеспечивает повышение содержания азота в зерне риса на 0,02 % и снижает его содержание в вегетативных органах на 0,01 %. Накопление в зерне азота увеличивается на 2,77-3,09 мг/растение. Урожайность зерна риса при применении карбамида UTEC повышается на 6,29-6,44 %. Повышение урожайности и накопление азота в растениях сопровождается повышением хозяйственного выноса азота на 4,46-5,38 %, главным образом, это происходит за счет выноса с зерном. Замена традиционного карбамида на карбамид, модифицированный ингибитором уреазы, может позволить сократить затраты на внесение азотных удобрений за счет исключения внесения их до посева или в фазе кущения.

Ключевые слова: *рис, азот, карбамид UTEC, ингибитор уреазы, урожайность, накопление азота, вынос азота.*

NITROGEN STATUS OF PLANTS AND PRODUCTIVITY OF RICE AGROCENOSIS WHEN APPLYING UTEC UREA

The article presents results of studying the effect of urea, modified with the NPBT (N-(N-butyl) thiophosphoric triamide) urease inhibitor, on the nitrogen status of rice plants and the productivity of rice agrocenosis. The studies were carried out on the meadow-chernozem heavy loamy soil of the rice irrigation system of the Adyghe scientific and technical rice center in the Takhtamukaysky district, Republic of Adygea. Experimental data have been obtained proving that the replacement of the traditional scheme of applying nitrogen fertilizer in three steps with the application of UTEC urea in two steps (before sowing and in the germination phase, as well as in the germination and tillering phase) provides an increase in the nitrogen content in the rice grain by 0.02% and reduces its content in vegetative organs by 0.01%. The accumulation of nitrogen in the grain increases by 2.77-3.09 mg/plant. The rice grain yield increases by 6.29-6.44% when applying UTEC urea. An increase in yield and nitrogen accumulation in plants is accompanied by an increase in the economic removal of nitrogen by 4.46-5.38%, mainly due to the removal with grain. Replacing traditional urea with urease inhibitor-modified one can reduce the cost of nitrogen fertilizers by eliminating their application before sowing or in the tillering phase.

Key words: *rice, nitrogen, UTEC urea, urease inhibitor, yield, nitrogen accumulation, nitrogen removal.*

Введение

Роль азота в жизни растений и природе очень велика, для растений он является лимитирующим элементом. Азот входит в состав аминокислот, и следовательно, в состав всех белков. Он служит строительным материалом органелл клетки, является обязательным компонентом хлорофилла, без которого невозможен процесс фотосинтеза, а также входит в состав нуклеиновых кислот, которые являются носителями генетической информации [5].

Содержание азота в растениях риса зависит от фазы их развития, уровня минерального питания и сорта. В конце фазы кущения на оптимальном уровне минерального питания содержание данного элемента в растениях находится в пределах 1,73-2,28 %. В фазе цветения риса содержание азота в растениях резко снижается и составляет 0,65-0,87 % [8].

Период самого интенсивного потребления азота – фазы кущение-выметывание, когда в растения поступает около 75-80 % от общего потребления. Потребление растениями продолжается до фазы цветения. Увеличение общего потребления азота связано прежде всего с нарастанием биомассы. На формирование 1 т зерна и соответствующего количества соломы растения риса потребляют 20,8 кг азота [6].

Необходимость устойчивого роста производства растениеводческой продукции, с одной стороны, и высокие требования культур к азотному питанию, с другой, обусловливают необходимость внесения

азотных удобрений в агроэкосистемах. На их долю приходится 80-90 % прибавки урожая, получаемой от полного минерального удобрения, вносимого под рис [1, 8].

Специфические условия возделывания риса, связанного с нахождением почти в течение всей вегетации под воздействием слоя воды, делают обменно-поглощенный азот (NH_4^+) основным источником питания растений. Потребность растений риса в питании азотом обеспечивается за счет этой формы азота в почве и внесения удобрений [2-3].

При внесении азотных удобрений рисоводческие хозяйства сталкиваются с проблемой потерь азота из одноименных удобрений. Они происходят вследствие вымывания с фильтрационными и сбросными водами или же перехода в недоступную для растений форму. Непродуктивные потери азота могут составлять 60 %, в том числе 10-20 % из-за улетучивания в виде аммиака при внесении удобрения до посева. Одним из экологически безвредных путей снижения таких потерь азота и повышения эффективности азотных удобрений является применение различных ингибиторов нитрификации и уреазы. Это химические соединения, подавляющие жизнедеятельность нитрифицирующих микроорганизмов и активность почвенной.

Компания «ЕвроХим» производит, карбамид модифицированный ингибитором уреазы NBPT (N-(N-бутил) тиофосфорныйтриамид). Коммерческое название удобрения карбамид UTEC. Из результатов исследований следует, что данный ингибитор не оказывает никакого негативного воздействия на рост и развитие растений, а напротив, благоприятно воздействует на рост, развитие и потребление элементов питания растениями риса [8, 9].

Цель исследований

Изучить влияние карбамида, модифицированного ингибитором уреазы NBPT (N-(N-бутил) тиофосфорныйтриамид), на динамику содержания и накопления азота в растениях риса, а также продуктивность рисового агроценоза.

Материалы и методы

Исследования проводили в соответствии с общепринятыми методиками на рисовой оросительной системе ООО «Адыгейский научно-технический центр риса» Тахтамукайского района республики Адыгея.

Схема опыта включала 9 вариантов:

1. Без удобрений;
2. N_{55}(до посева) + N_{46}(всходы) + N_{37}(кущение) (стандарт);
3. N_{138} (до посева);
4. $NUTEC_{138}$ (до посева);
5. N_{69} (всходы)+ N_{69} (кущение);
6. $NUTEC_{69}$ (всходы) + $NUTEC_{69}$ (кущение);
7. $NUTEC_{69}$ (до посева) + $NUTEC_{69}$ (всходы);
8. $NUTEC_{55}$ (до посева) + $NUTEC_{46}$ (всходы) + N_{37} (кущение);
9. $NUTEC_{55}$ (до посева) + $NUTEC_{46}$ (всходы) +$NUTEC_{37}$ (кущение).

За контроль принят вариант с традиционной схемой внесения обычного карбамида в три приема: до посева, в фазе входов и фазе кущения. Все азотные удобрения применяли на фоне внесения фосфорно-калийных удобрений в расчете $P_{80}K_{60}$.

Площадь опытных делянок – 100 м^2. Повторность 4-х кратная, размещение вариантов рендомизированное. Сорт риса – Чибий. Норма высева 7 млн всхожих семян на 1 га. Почва опытного участка – лугово-черноземная тяжелосуглинистая, которая характеризуется следующими агрохимическими показателями: валовое содержание азота – 0,22 %, фосфора – 0,20 %, калия – 1,3 %, гумуса – 3,5 %, pH=6,6. Агротехника выращивания риса – рекомендованная ФГБНУ «ФНЦ риса» для данной зоны рисосеяния.

По фазам вегетации риса проводили отбор растительных образцов, в которых определяли содержание азот по методике Куркаева [4]. Для количественной характеристики состояния минерального питания растений рассчитывали абсолютное потребление азота по фазам вегетации и вынос его урожаем риса [7].

Результаты и обсуждение

Азот, как отмечено многими исследователями, наиболее дефицитный элемент в почвах рисовых оросительных систем. Применение азотных удобрений сопряжено со значительно большими потерями, чем при выращивании культур в богарных условиях. Это связано с нахождением почвы под слоем воды и потерями азота со сбросными и фильтрационными водами. Именно по этой причине у рисоводов повышенный интерес к инновационным формам азотных удобрений. Одним из представителей таких удобрений является карбамид с ингибитором уреазы (торговое название – UTEC).

Проведенными исследованиями (результаты опубликованы в журнале Плодородие, 2023, № 1) установлено, что применение этого удобрения способствует повышению содержания азота в почве на протяжении почти всего вегетационного периода риса по сравнению с обычным карбамидом.

Анализ динамики содержания азота в растениях риса выявил следующие закономерности (рис. 1).

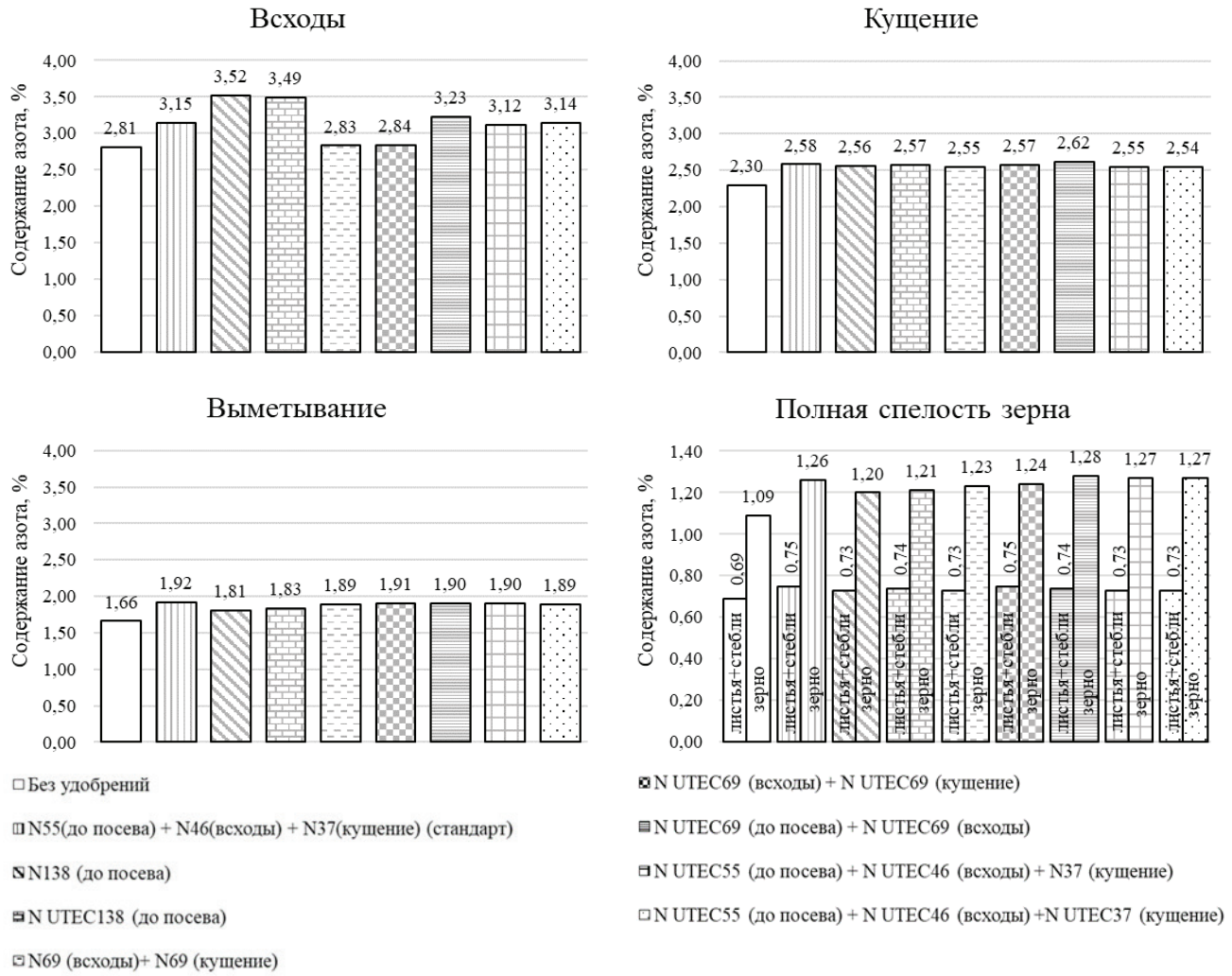


Рисунок 1. Динамика содержания азота в надземных органах растений риса при внесении карбамида и карбамида модифицированного ингибитором уреазы, % сухой массы

На содержание азота в растениях значительное влияние оказывает схема применения азотных удобрений. При внесении полной нормой до посева в фазе всходов азота в растениях из варианта с карбамидом на 0,71 %, а с карбамидом UTEC на 0,68 % больше, чем на варианте, где удобрения не применялись и соответственно на 0,37 % и 0,34 %, чем при внесении карбамида в три приема (традиционная схема). Начиная с фазы кущения содержание азота в растениях из этих вариантов уже меньше на 0,01 и 0,02 % по сравнению с традиционной схемой, в фазе выметывания – 0,11 и 0,09 %, полной спелости: в зерне – 0,06 и 0,05 %, а вегетативных органах – 0,02 и 0,01 %. Как следует из представленных данных, внесение в один прием карбамида UTEC позволяет обеспечить растения большим количеством азота по сравнению с обычным карбамидом. Однако лучшие условия для его накопления в растениях складываются при дробном внесении азотных удобрений.

При внесении карбамида и карбамида UTEC в два приема – в фазах всходы и кущение – растения риса содержали азота меньше, чем при внесении в три приема в фазе всходов на 0,32 и 0,31 %, кущения и выметывания – 0,03 и 0,01 %, полной спелости в вегетационных органах – 0,02 и 0,03 % и в зерне – 0,03 и 0,02 % соответственно. При внесении карбамида UTEC в два приема – до посева и в фазе всходов – значительно изменяется динамика содержания азота в растениях. Так, в фазе всходов его содержится больше, чем при традиционной схеме применения азотных удобрений, на 0,08 %, кущения – 0,04 %. В фазе выметывания его содержание меньше на 0,02 %, а в полной спелости в вегетационных органах на 0,01 %. Это обусловлено оттоком азота в генеративные органы, что в конечном итоге приводит к большему (+ 0,02 %) его содержанию в зерне.

Внесение карбамида UTEC в три приема, а также карбамида UTEC до посева и в первую подкормку

(фаза всходов), а во вторую подкормку (фаза кущения) обычного карбамида до фазы полной спелости содержание азота в растениях было на 0,01-0,03 % меньше, чем при стандартной схеме внесения азотного удобрения. Но в фазе полной спелости риса азота в зерне содержалось на 0,01 % больше, а в вегетационных органах на 0,02 % меньше, чем при стандартной схеме применения и 0,18 и 0,04 % больше, чем при выращивании без удобрений.

Больше информации о поступлении азота в растения риса дает анализ его накопления (рис. 2). При разовом внесении азотных удобрений потребление растениями азота было больше, чем при стандартной схеме внесения карбамида: в фазе всходы при использовании карбамида UTEC на 0,55 мг/растение (29,10 %), карбамида – 0,31 мг/растение (16,40 %), в фазе кущение – 12,01 (54,12 %) и 2,46 (11,90 %). К выметыванию различия с традиционной схемой сокращались до 2,08 мг/растение (2,72 %) и 1,58 мг/растение (2,06 %), а в фазе полной спелости до 2,15 мг/растение (2,55 %) и 5,71 мг/растение (6,79 %) соответственно при внесении карбамида UTEC и карбамида, т. е. были несущественными. Следует отметить, что в листостебельной массе азота накапливалось на 6,63 и 4,97 % больше, а в зерне на 7,81 и 13,50% меньше.

При внесении азотных удобрений в два приема – в фазе всходов и кущения – в растениях накапливалось элемента меньше, чем при стандартной схеме, в фазе всходов на 40,21 и 39,68 % соответственно в варианте с карбамидом и карбамидом UTEC. В фазе кущения сказалось действие внесенного в фазе всходов удобрения и описываемые различия сокращались до несущественных (1,94 и 1,13 %). В фазе выметывания существенных отличий анализируемых вариантов не отмечено, а при созревании в растениях, произраставших при внесении карбамида, азота накапливалось на 6,79 % меньше, чем при традиционной схеме, а при внесении карбамида UTEC лишь на 2,55 %.

Если карбамид UTEC вносить до посева и в фазе всходов, накопление азота в растениях риса существенно не отличалось от накопления при традиционной схеме внесения азотных удобрений. Хотя тенденция к большему накоплению при использовании карбамида UTEC в два приема прослеживалась на протяжении всего вегетационного периода.

При внесении карбамида UTEC в три приема, а также, при его замене во вторую подкормку обычным карбамидом лишь в фазе всходов в растениях накапливалось азота на 16,93 и 17,46 % меньше, чем при стандартной схеме. Это обусловлено более медленной трансформацией амидного азота, что привело к меньшей обеспеченности растений риса. Но уже с фазы кущения и до завершения онтогенеза достоверных различий с традиционной схемой не отмечено.

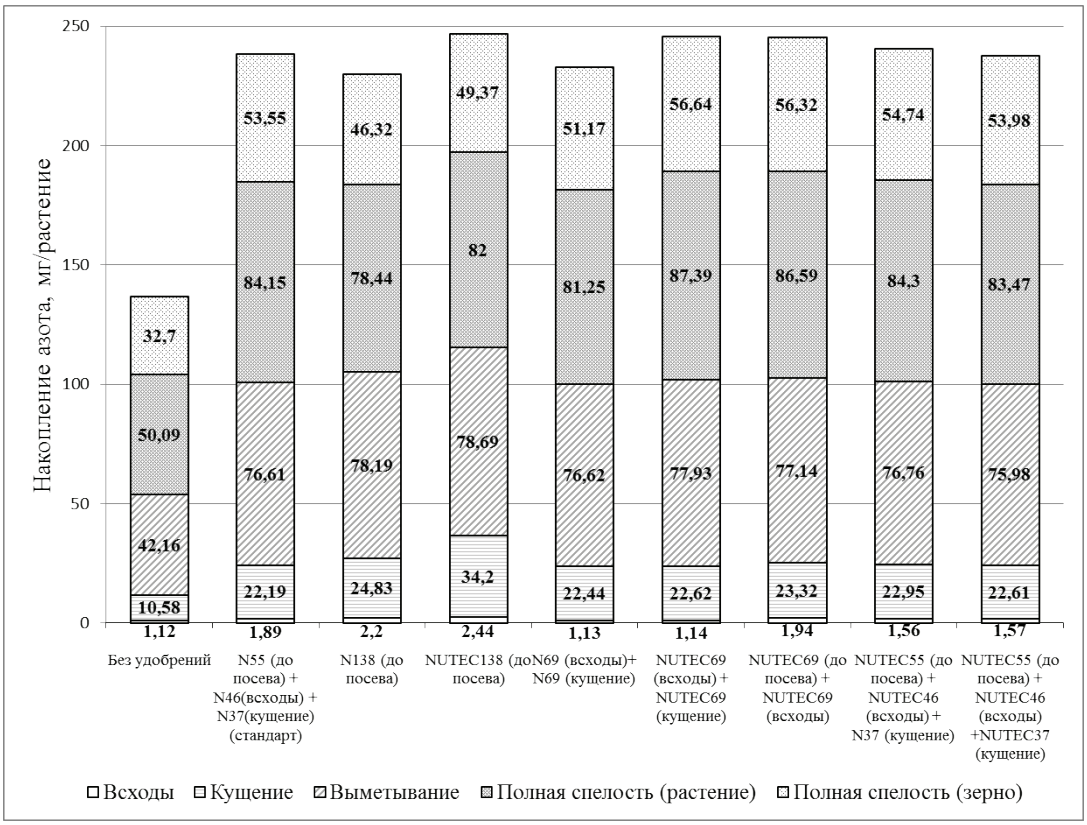


Рисунок 2. Накопление азота растениями риса при внесении карбамида и карбамида, модифицированного ингибитором уреазы, мг/растение

Изменение азотного статуса растений риса при внесении карбамида UTEC отразилось на урожайности риса (рис. 3). Внесение карбамида UTEC полной нормой до посева не позволило сформировать урожай такой же как при стандартной схеме применения азотного удобрения. Напротив, она была на 0,37 т/га (1,43 %) т.е. достоверных отличий не зафиксировано, хотя такая тенденция явно присутствует. В это же время, при разовом внесении обычного карбамида урожайность риса снизилась на 16,9 %, что составило 1,18 т/га.

Внесение обычного карбамида в фазе всходы и кущение менее эффективно, чем в три приема. В среднем за годы исследований различия не превышали 0,17 т/га (2,43 %), т. е. были в пределах ошибки опыта, но ни в один год не отмечалась тенденция к формированию более низкого урожая.

Урожайность, достоверно превышающая таковую при стандартной схеме внесения карбамида, получена при применении карбамида UTEC в два приема – до посева и фазе всходы, а также в фазе всходы и кущение. В этих вариантах прибавка урожая составила 0,44-0,45 т/га или 6,29-6,44 %.

Применение карбамида UTEC в три приема, а также при его замене во вторую подкормку обычным карбамидом существенно более высокой урожайности, чем при стандартной схеме не формировалось, но все годы исследований в этих вариантах она была выше, т. е. отмечалась устойчивая тенденция к росту.

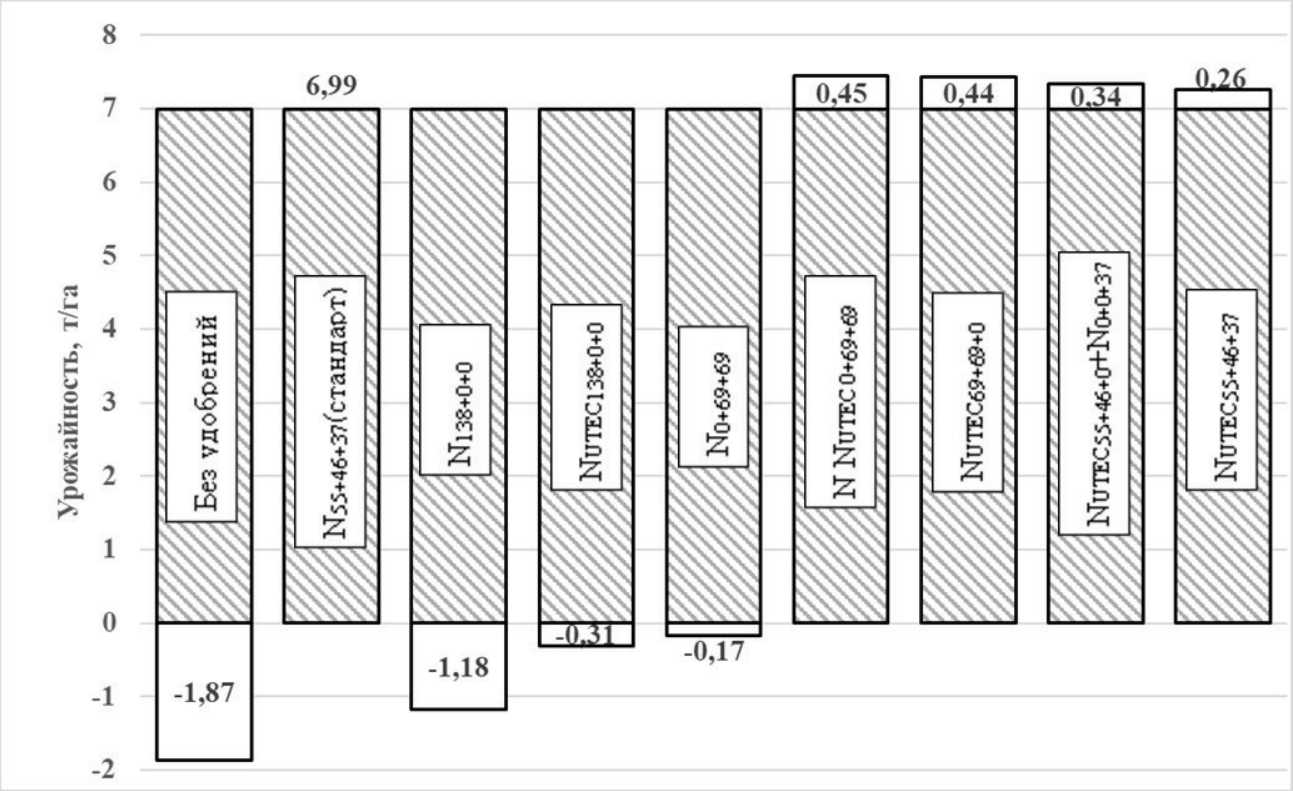


Рисунок 3. Урожайность и биометрические показатели растений при внесении карбамида и карбамида модифицированного ингибитором уреазы

Изменения в накоплении азота в растениях риса и урожайности при внесении карбамида UTEC отражалось на выносе элемента урожаем и затратах его на формирование 1 т зерна (табл. 4). Хозяйственный вынос азота по отношению к стандартной схеме внесения удобрений существенно снижался (12,56 % или 17,31 кг/га) лишь при внесении обычного карбамида в полной норме до посева. Ни в одном из изучаемых вариантов с UTEC не наблюдалось статистически существенного сокращения хозяйственного выноса элемента. При внесении в два приема наблюдалась тенденция к увеличению его выноса на 4,46-5,38 %, а в три приема – оно не превышало 2,43-3,33 %. Хозяйственный вынос азота при использовании карбамида UTEC увеличивался в результате повышения выноса с зерном. Причем при внесении в два приема это увеличение составляло 6,25-7,31 % (5,48-6,41 кг/га).

Из карбамида UTEC азот используется рациональнее, чем из обычного карбамида. На это косвенно указывают затраты элемента на формирование 1 т зерна риса. Ни в одном из вариантов не отмечен их рост. Напротив, везде отмечена хотя и не значительная, но устойчивая тенденция к снижению затрат на 0,17-0,29 кг/т (0,86-1,46 %).

Таблица 4. Вынос азота урожаем риса и затраты их на формирование 1 т зерна при внесении карбамида и карбамида модифицированного ингибитором уреазы

Вариант	Вынос, кг/га			Затраты на 1 т зерна, кг
	солома	зерно	хозяйственный	
Без удобрений	29,68	55,81	85,49	16,70
N_{55}(до посева) + N_{46}(всходы) + N_{37}(кущение) (стандарт)	50,12	87,70	137,82	19,80
N_{138} (до посева)	49,35	71,16	120,51	20,32
$NUTEC_{138}$ (до посева)	53,06	80,34	133,40	20,09
N_{69} (всходы)+ N_{69} (кущение)	48,42	82,41	130,83	19,53
$NUTEC_{69}$ (всходы) + $NUTEC_{69}$ (кущение)	51,13	94,11	145,24	19,60
$NUTEC_{69}$ (до посева) + $NUTEC_{69}$ (всходы)	50,79	93,18	143,97	19,51
$NUTEC_{55}$ (до посева) + $NUTEC_{46}$ (всходы) + N_{37} (кущение)	49,95	92,46	142,41	19,56
$NUTEC_{55}$ (до посева) + $NUTEC_{46}$ (всходы) +$NUTEC_{37}$ (кущение)	49,86	91,31	141,17	19,63
$НСР_{05}$	2,96	5,10	7,95	1,05

Выводы

При выращивании риса на тяжелосуглинистой лугово-черноземной почве зоны рисосеяния Республики Адыгея целесообразно заменить трехкратное внесение карбамида на внесение карбамида UTEC в два приема до посева и фазе всходы или же в фазе всходы и кущения. Такие схемы применения обеспечат повышение содержания азота в зерне риса на 0,02 % и снижение в листостебельной массе на 0,01 %, накопления в зерне на 2,77-3,09 мг/растение (5,17-5,77 %), а в вегетативных органах остается на таком же уровне.

Изменение азотного статуса растений проявилось в росте урожайности на 0,44-0,45 т/га (6,29-6,44 %). Рост урожайности и накопления азота в растениях сопровождались небольшим – на 6,15-7,42 кг/га (4,46-5,38 %) – повышением хозяйственного выноса элемента, причем главным образом, за счет выноса с зерном (5,48-6,41 кг/га, т.е. 6,25-7,31 %). Затраты элемента на формирование 1 т зерна имеют устойчивую тенденцию к снижению.

Дополнительным аргументом к замене карбамида на карбамид UTEC является сокращение затрат на внесение азотного удобрения при исключении подкормки в фазе кущения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов, И. Е. Влияние азотного питания и некорневых подкормок на потребление азота сортами риса, различающимися по отзывчивости на уровень минерального питания / И. Е. Белоусов // Рисоводство. – 2021. – № 2(51). – С. 38-45.

2. Гаркуша, С. В. Удобрения для некорневых подкормок и их применение в рисоводстве: Посвящается 90-летию ФГБНУ «ФНЦ риса» / С. В. Гаркуша, И. Е. Белоусов, Н. М. Кремзин. – Краснодар: Издательство «ЭДВИ», 2021. – 132 с.

3. Гергель, В. В. Эффективность применения азотных удобрений под рис в зонах с экологическими ограничениями / В. В. Гергель, В. Н. Паращенко // Рисоводство. – 2019. – № 1(42). – С. 50-53.

4. Куркаев, В. Т. Агрохимия: учеб. пособие для вузов / В. Т. Куркаев, А. Х. Шеуджен. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2000. – 552 с.

5. Шеуджен, А. Х. Агрохимия и физиология питания риса / А. Х. Шеуджен, А. Х. Шеуджен. – Майкоп: Адыгея, 2005. – 1073 с.

6. Шеуджен, А. Х. Агрохимия. Ч. 5. Прикладная агрохимия: учеб. пособие / А. Х. Шеуджен. – Майкоп: ООО «Полиграф-ЮГ», 2017. – 860 с.

7. Шеуджен, А. Х. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ2015. – 703 с.

8. Шеуджен, А. Х. Проблема азота в рисоводстве / А. Х. Шеуджен, М. А. Перепелин. – Майкоп: ОАО «Полиграф-Юг», 2021. – 116 с.

9. Шеуджен, А. Х. Агроэкологическая эффективность применения карбамида UTEC на посевах риса / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, М. А. Перепелин // Эколого-генетические основы селекции и возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Международной научно-практической конференции и школы молодых ученых

по эколого-генетическим основам растениеводства, Краснодар, 24–27 мая 2022 года. – Краснодар: Издательство «ЭДВИ», 2022. – С. 271-274.

REFERENCES

1. Belousov, I. E. Impact of nitrogen nutrition and foliar application on nitrogen consumption of rice varieties differing in response on the level of mineral nutrition/ I. E. Belousov// Rice growing. – 2021. – № 2(51). – P. 38-45.
2. Garkusha, S. V. Fertilizers for foliar application and their use in rice growing: Dedicated to the 90-th anniversary of FSBSI «Federal Scientific Rice Centre» / S. V. Garkusha, I. E. Belousov, N. M. Kremzin. – Krasnodar: "EDVI", 2021. – 132 p.
3. Gergel, V. V. Efficiency of applying nitrogen fertilizers on rice crops in zones with ecological restrictions/ V. V. Gergel, V. N. Paraschenko // Rice growing. – 2019. – № 1(42). – P. 50-53.
4. Kurkaev, V. T. Agrochemistry: work book: college edition / V. T. Kurkaev, A. Kh. Sheudzhen. – Maykop: GURIPP «Adygea», 2000. – 552 p.
5. Sheudzhen, A. Kh. Agrochemistry and physiology of rice nutrition/ A. Kh. Sheudzhen.– Maykop: Adygea, 2005. – 1073 p.
6. Sheudzhen, A. Kh. Agrochmistry. V. 5. Applied agrochemistry: work book / A. Kh. Sheudzhen. – Maykop: «Polygraph-Yug» llc., 2017. – 860 p.
7. Sheudzhen, A. Kh. Methods of agrochemical research and statistical evaluation of its results / A. Kh. Sheudzhen, T. N. Bondareva. – Krasnodar: KubSAU2015. – 703 p.
8. Sheudzhen, A. Kh. Nitrogen issues in rice growing / A. Kh. Sheudzhen, M. A. Perepelin. – Maykop: OAO « Polygraph-Yug », 2021. – 116 p.
9. Sheudzhen, A. Kh. Agroecological efficiency of UTEC urea application on rice crops / A. Kh. Sheudzhen, T. N. Bondareva, M. A. Perepelin // Ecological and genetic bases of breeding and cultivation of agricultural crops: materials of International scientific and practical conference and school of young scientists on ecological and genetic bases of crop production, Krasnodar, May 24–27th, 2022. – Krasnodar: "EDVI", 2022. – P. 271-274.

Асхад Хазретович Шеуджен
Заведующий кафедрой агрохимии, профессор

Максим Андреевич Перепелин
Аспирант кафедры агрохимии
Email: maxim.perepelin@yandex.ru

Все: ФГБНУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»
350012, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина 13

Askhad Khazretovich Sheudzhen
Head of the Department of Agrochemistry, Professor

Maksim Andreevich Perepelin
Postgraduate student of the Department of Agrochemistry

All: FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin»
13, st. Kalinina, Krasnodar, 350012, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-64-69
УДК: 635.65 (571.1/.5)

Козлова И.В.,
Пищулин Г.В., канд. с.-х. наук
г. Краснодар, Россия

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ КОЛЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ФАСОЛИ ОВОЩНОЙ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Фасоль теплолюбивая, но не жаростойкая культура. В условиях Краснодарского края часто наблюдается жаркая погода с температурой воздуха свыше 30 ^{0}С. Такая погода негативно влияет на рост и развитие растений, особенно в период цветения и налива бобов. Происходит массовое осыпание цветков и даже завязи, что приводит к снижению продуктивности растений культуры. В этой связи является актуальным создание новых высокоурожайных сортов фасоли, с учетом повышения адаптивности к абиотическим факторам окружающей среды Кубани. Целью исследований стала оценка в почвенно-климатических условиях Кубани сортообразцов фасоли овощного направления, как доноров хозяйственно ценных признаков, для дальнейшего включения их в селекционный процесс. В коллекционном питомнике 2022 года изучено 13 образцов овощной фасоли на фоне стандартного сорта Златовласка. Выделены образцы, превышающие стандарт по числу бобов на растении: Earliserve, Федосеевна, К-5, К-31. По массе одного боба достоверно выше стандарта были сорта: Pioner Redlands, Earliserve, Маруся, К-5, К-31.По результатам урожайности бобов образцы Earliserve, К-5 и К-31 превысили стандартный сорт Златовлоска на 0,4 – 0,8 кг/м ^{2}. Наибольшую урожайность показал образец К-31 – 3,2 кг/м ^{2}. Полученные данные свидетельствуют, что новые образцы фасоли овощной Earliserve, К-5, К-31, Федосеевна, Маруся и Pioner Redlands с повышенным количеством и массой одного боба являются ценным исходным материалом и могут стать донорами хозяйственно ценных признаков при создании высокоурожайных сортов фасоли овощной с повышенной адаптивной способностью к стрессовым условиям произрастания Краснодарского края.

Ключевые слова: *фасоль овощная, образец, бобы, урожайность, товарность, исходный материал, селекция.*

THE RESULTS OF THE EVALUATION OF THE COLLECTION MATERIAL OF VEGETABLE BEANS IN THE CONDITIONS OF THE KRASNODAR TERRITORY

Beans are thermophilic, but not heat-resistant culture. In the conditions of the Krasnodar Territory , hot weather is often observed with an air temperature of over 300 C.. Such weather negatively affects the growth and development of plants, especially during the flowering and filling of beans. There is a massive shedding of flowers and even ovaries, which leads to a decrease in the productivity of plants of this culture. In this regard, it is relevant to create new varieties of beans, taking into account the increased adaptability to abiotic factors of the Kuban environment. The purpose of the research was: to evaluate in the soil and climatic conditions of the Kuban varietal types of vegetable beans, as donors of economically valuable traits, for their further inclusion in the breeding process. In the collection nursery of 2022, 13 samples of vegetable beans were studied against the background of the standard Goldilocks variety. Samples exceeding the standard in the number of beans per plant were identified: Earliserve, Fedoseevna, K-5, K-31. According to the weight of one bean, the following were significantly higher than the standard: Pioneer Redlands, Earliserve, Marusya, K-5, K-31.According to the results of bean yield, Earliserve, K-5 and K-31 samples exceeded the standard Goldilocks variety by 0.4 – 0.8 kg/ m2. The highest yield was shown by the K-31 sample - 3.2 kg/m^2. The data obtained indicate that new samples of vegetable beans Earliserve, K-5, K-31, Fedoseevna, Marusya and Pioner Redlands with an increased quantity and weight of one bean are valuable starting material and can become donors of economically valuable traits when creating varieties of vegetable beans with an increased adaptive ability to stressful growing conditions of the Krasnodar Territory.

Key words: *vegetable beans, sample, beans, yield, marketability, source material, selection.*

Введение

Фасоль обыкновенная (Phaseolus vulgaris L.), как овощная культура, приобрела широкую известность на всех континентах земного шара. Ее возделывают более, чем в 150 странах в различных почвенно-климатических зонах. Широкое распространение фасоли обусловлено важнейшим показателем ее пищевой ценности и высоким содержанием белка [15]. Белок фасоли включает все необходимые для человеческого организма незаменимые аминокислоты: лизин, триптофан, метионин, треонин, валин, фенилаланин, лейцин, изолейцин. Молодые бобы с недозрелыми семенами («лопатки») обладают высокими вкусовыми качествами, богаты белками, витаминами А, В, С, сахарами, солями железа и кальция и отличаются высокой пи-

тательностью. Ценные пищевые качества в сочетании с возможностью разнообразной кулинарной обработки объясняют постоянно возрастающий интерес к этой культуре [7].

Велика и агроэкологическая роль фасоли. Она является уникальной сидератной культурой. Обогащая почву азотом и органическими веществами, фасоль не истощает почву, а наоборот повышает уровень ее плодородия и улучшает ее агрохимические и физиологические характеристики, являясь отличным предшественником для большинства сельскохозяйственных культур, накапливая в результате деятельности клубеньковых бактерий на корнях растений до 100 кг/га связанного азота [3].

Несмотря на свои достоинства, в России фасоль, как овощное растение, не является традиционной культурой. Имеется целый ряд объективных факторов, которые сдерживают ее распространение. Прежде всего это отсутствие сортов, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям, пригодных для переработки и отвечающих современным технологиям возделывания, незначительные объемы производства семян, а также ручной сбор бобов в несколько сроков, на который приходится до 80 % всех затрат, связанных с выращиванием этой культуры [2]. Следует отметить, что фасоль теплолюбива, но не жаростойка. Наиболее благоприятная температура воздуха для роста и развития растений фасоли 20–25 °С. Поэтому использование сортов, не приспособленных к климатическим условиям Кубани часто приводит к снижению продуктивности растений этой культуры, так как при повышении температуры воздуха до 35 °С и выше, что ежегодно наблюдается в период вегетации фасоли в нашем регионе, происходит массовое осыпание цветков и даже завязи [4]. В этой связи является актуальным создание новых сортов фасоли, с учетом повышения адаптивности к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды и к почвенно-климатическим условиям Кубани, отвечающих требованиям современных технологий производства и переработки.

Для всякой селекционной работы должно быть значимым географическое и экологическое изучение культуры. В особенности это должно касаться регионов, особо неблагоприятных по климатическим и почвенным условиям. Для создания новых, наиболее полно соответствующих экологическим особенностям предполагаемых почвенно-климатических зон размещения сортов необходима информация о дифференциации вида и его отношения к конкретной среде [16]. Фасоль отличается наибольшим полиморфозом признаков и свойств. Особенно велико её разнообразие по величине, форме и окраске семян. Наблюдаются различия по архитектонике растений: высоте, типу роста, форме и плотности куста, по уровню расположения бобов на стеблях, продолжительности периода вегетации.

Началом селекционного процесса служит сбор, и изучение собранного материала. Основным хранителем генетического разнообразия исходного материала для селекции является мировая коллекция Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова. Комплексное изучение образцов коллекции овощной фасоли и выделение источников хозяйственно ценных признаков способно ощутимо увеличить эффективность селекционной работы [11].

Цель исследований

Оценить в почвенно-климатических условиях Кубани сортообразцы фасоли овощного направления, как доноров хозяйственно ценных признаков, для дальнейшего включения их в селекционный процесс.

Материалы и методы

Опыты закладывали в полевых условиях на базе отдела овощеводства ФГБНУ «ФНЦ риса» в 2022 году. Учет и фенологические наблюдения проводились согласно методике полевого опыта [6], статистическая обработка результатов опытов – по Шеуджену, А.Х., анализ метеорологических показателей, их сопоставление со средними многолетними значениями – по данным метеостанции Краснодар - Круглик г. Краснодара [1]. Агротехнические работы на опытных полях проводили в соответствии с рекомендациями по выращиванию фасоли [12]. Орошение посевов осуществлялось капельным способом. Посев производили вручную непосредственно семенами в хорошо подготовленную почву, когда температура на глубине 10-12 см достигла + 12-15 ^{0}С (третья декада мая). Семена высевали по схеме с ленточным размещением растений (90+50)/2 х 9-10 см, глубина заделки семян – 4 см, норма высева - 22 шт/м^2, площадь делянки – 5 м^2, расположение делянок систематическое без повторений. Во время проведения исследований руководствовались общепризнанными методиками полевых опытов [6, 8, 13]. При описании количественных признаков использовали средние абсолютные значения, полученные в результате анализа пробных выборок. Уборку проводили весовым методом, вручную — поделяночно. Товарность бобов оценивали согласно требованиям межгосударственного стандарта (ГОСТ 34299-2017) [9]. За время вегетации проводили морфологическое описание растений фасоли, изучали особенности формирования вегетативных и генеративных частей растений с целью выявления наиболее перспективных образцов по морфотипу и продуктивности бобов. Результаты исследований обработаны методами биометрической статистики.

Объектами изучения служило 13 образцов овощной фасоли из коллекции Всероссийского ин-

ститута генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова из Франции, Австралии, Германии, Нидерландов, США и России, а так же из других источников. В качестве стандарта использовался сорт фасоли овощного направления Златовласка селекции ФГБНУ «ФНЦ риса», включённый в реестр селекционных достижений допущенных к использованию. Сорт среднеспелый, период от полных всходов до технической спелости составляет 45-50 дней. Растение кустовой формы высотой 40-45 см. Бобы в технической спелости желтого оттенка, плоскоокруглые, без пергаментного слоя и волокна шва длиной 13-16 см. Урожайность бобов в технической спелости 12-14 т/га.

Результаты и обсуждение

Для повышения эффективности селекции на урожайность необходимо выявить взаимосвязь продуктивности с различными ее элементами и определить главные из них, по которым можно проводить отбор в конкретной почвенно-климатической зоне [9]. Элементами продуктивности овощной фасоли являются число бобов на растении, масса стандартных зеленых бобов с растения, масса одного боба в технической спелости [5, 14].

В исследованиях для оценки продуктивности образцов фасоли овощной были изучены следующие показатели: 1) количество технически спелых бобов за 2 сбора; 2) масса бобов за период уборки; 3) средняя масса одного боба; 4) товарность урожая бобов.

Признак «количество технически спелых бобов на растении» варьировал в диапазоне от 9,1 шт. до 24,1 шт. (табл. 1). По этому признаку большинство изученных образцов уступало стандарту. Их можно разделить на три группы: 1 группа – число бобов менее 15 шт. (5 образцов); 2 группа – число бобов от 15 до 20 шт. (3 образца из коллекции и стандартный сорт); 3 группа – число бобов больше 20 шт. (4 образца). Наибольшее количество бобов было отмечено у образцов К-31(24,1 шт./растение) и К-5 (23,3 шт./растение)

Признак «масса одного боба» варьировал от 1,8 до 6,8 г. По этому показателю образцы могут быть разделены на группы: меньше 3 г – 3 образца; от 3 до 5 г – 3 образца и выше 5 г – 7 образцов коллекции и стандартный сорт Златовласка.

Признак «масса бобов с одного растения за период уборки» (продуктивность) варьировал от 30,3 г до 163,2 г и в среднем по коллекции составил 82,75 г бобов с растения. Наибольшую продуктивностью имели образцы Earliserve (140,0 г с растения), К-5 (155,0 г с растения) и К-31 (163,2 г с растения).

Так как признак «продуктивность растений» наследуется полигенно и требуется изучение характера наследования признаков, определяющих элементы продуктивности растений, для дальнейшей селекционной работы в коллекции выделены образцы с высоким генетическим потенциалом, сочетающие большое количество и массу одного боба: Earliserve, К-5, Федосеевна и К-31.

Таблица 1. Оценка образцов фасоли овощной по признакам продуктивности в коллекционном питомнике

№ п.п	Название образца	Количество технически спелых бобов на растении, шт.	Масса бобов с растения, г	Масса одного боба, г
1	Maxidor	9,1	41,1	4,5
2	Pioner Redlands	14,3	89,5	6,3
3	Ребус	13,0	57,8	4,4
4	Елизавета	12,2	66,2	5,5
5	Успех	17,4	50,6	2,9
6	Golden Age	11,0	30,3	2,7
7	Ajax	13,5	34,5	1,8
8	Earliserve	22,4	140,0	6,4
9	Федосеевна	20,4	103,0	5,1
10	Маруся	16,6	95,0	5,8
11	Удача	15,6	49,6	3,3
12	К-5	23,3	155,0	6,7
13	К-31	24,1	163,2	6,8
14	Златовласка	19,6	117,8	5,6

Признак «товарность урожая» характеризует выход товарных бобов от общего урожая с учетной площади и является важным показателем продуктивности, так как высокая продуктивность не всегда сочетается с высокой товарностью. В среднем по коллекции товарность бобов была высокой и составила 83,6 % (табл. 2). Она колебалась в пределах от 73,4 до 95,6 %.

С высоким выходом товарных бобов (более 90 %) было выделено 3 образца: Федосеевна, Earliserve и К-31. С низкой товарностью бобов (менее 80 %) - 6 образцов. Остальные образцы (в

том числе и стандарт) имели средние показатели товарности.

В результате изучения коллекционных образцов фасоли овощной выделены лучшие образцы по компонентам продуктивности, превышающие стандартный сорт по числу и массе бобов с растения за период уборки.

Урожайность образцов овощной фасоли в среднем по коллекции составила 1,69 кг/м² и изменялась от 0,63 кг/м² (у сорта Golden Age) до 3,20 кг/м² (у образца К-31). В основном, она была ниже стандарта на 15–74 %, что свидетельствует об их неадаптивной реакции к погодным условиям Кубани текущего года.

Таблица 2. Оценка образцов фасоли овощной по урожайности и товарности бобов в коллекционном питомнике

№ п.п	Название образца	Урожайность бобов, кг/м²	Отклонение от стандарта, %	Товарность бобов, %
1	Maxidor	0,83	- 65	74,1
2	Pioner Redlands	1,87	- 23	88,4
3	Ребус	1,21	- 50	77,8
4	Елизавета	1,39	- 43	79,2
5	Успех	1,06	- 56	77,7
6	Golden Age	0,63	- 74	74,7
7	Ajax	0,72	- 70	73,4
8	Earliserve	2,80	+17	93,8
9	Федосеевна	2,06	- 15	91,1
10	Маруся	2,00	- 17	85,7
11	Удача	1,04	- 57	82,9
12	К-5	3,10	+ 29	89,8
13	К-31	3,20	+ 33	95,6
14	Златовласка	2,40	-	81,6

По результатам проведённой оценки продуктивности бобов в технической спелости установлено, что наилучшие показатели урожайности товарных бобов показали образцы: Earliserve (отклонение от стандарта + 17 %), К-5 (отклонение +29 %) и К-31 (отклонение 33 %), что свидетельствует об их большом генетическом потенциале (рис. 1)

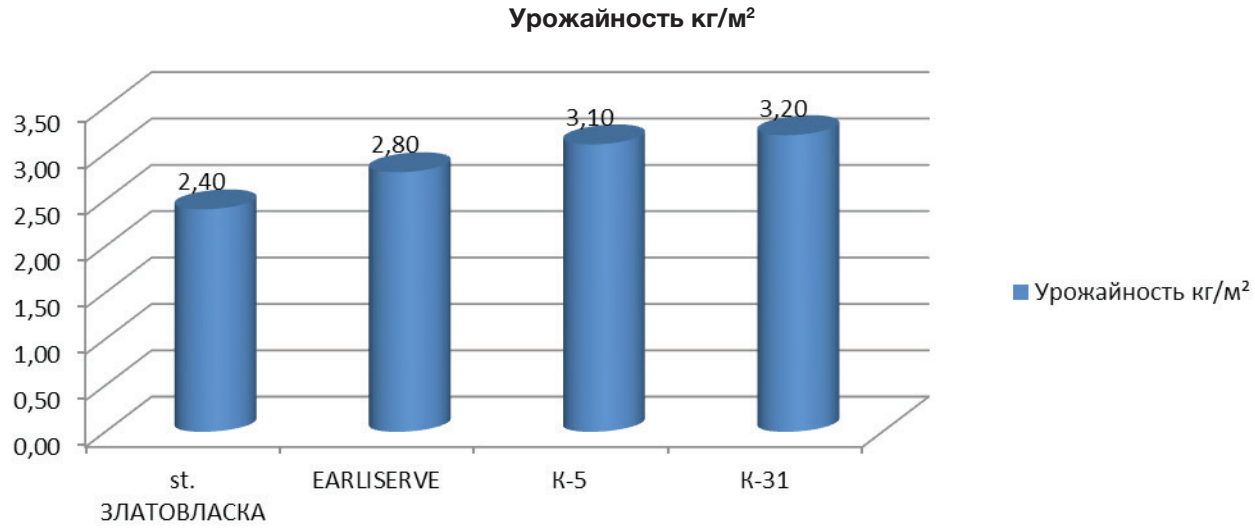


Рисунок 1. Урожайность выделившихся образцов фасоли овощной

Менее урожайными, но с высокой товарностью и массой одного боба оказались сорта: Федосеевна – 2,06кг/ м², Маруся – 2,00 кг/ м², Pioner Redlands – 1,87 кг/ м² (рис. 2).

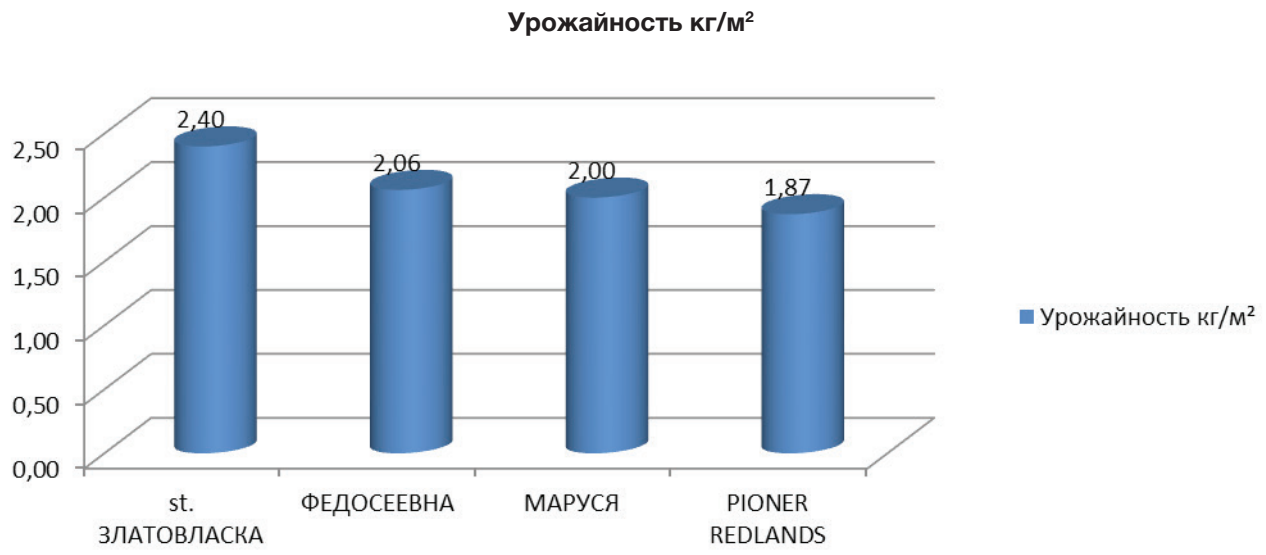


Рисунок 2. Урожайность образцов фасоли овощной

Выводы

В результате оценки в почвенно-климатических условиях Кубани коллекционных сортообразцов фасоли овощного направления выделены образцы, превышающие стандарт по числу бобов на растении: Earliserve, Федосеевна, К-5, К-31. По массе одного боба достоверно выше стандарта были Pioner Redlands, Earliserve, Маруся, К-5, К-31. По результатам урожайности образцы Earliserve, К-5 и К-31 превысили стандартный сорт Златовлоска на 0,4–0,8 кг/м^2. Наибольшую урожайность показал образец К-31 – 3,2 кг/ м^2. Полученные данные свидетельствуют о том, что новые образцы фасоли Earliserve, К-5, К-31, Федосеевна, Маруся и Pioner Redlands с повышенным количеством и массой одного боба, являются ценным исходным материалом. И могут стать источниками хозяйственно ценных признаков при создании высокоурожайных сортов фасоли овощной с повышенной адаптивной способностью к стрессовым условиям произрастания Краснодарского края. Поэтому целесообразно продолжить их изучение и ввести в селекционный процесс в качестве исходного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бюллетень метеостанции. Ежемесячные бюллетени с метеоданными агрометеорологической станции Краснодар - Круглик. Краснодар.- 2022г.

2. Казыдуб, Н.Г. Направления и результаты работы по селекции зернобобовых культур в Омском ГАУ/ Н.Г. Казыдуб, С.П. Кузьмина, М.М. Плетнева, О.А. Коцюбинская, А.А. Бурлаков // Зернобобовые культуры, развивающееся направление в России: Материалы II Международного форума. - Омск: Издательство ОмГАУ, 2018.- С. 77-82.

3. Козлова, И.В. Влияние фона минерального питания и применения полива на продуктивность и урожайность зерновой фасоли // Рисоводство. - 2020. - №1 (46). - С. 54-58.

4. Козлова, И.В. Оценка потенциальных возможностей выращивания семян овощной фасоли в почвенно-климатических условиях краснодарского края / И.В. Козлова, А.И. Грушанин, Н.Н. Бут //Рисоводство. - 2019. - №3 (44). - С. 77-83.

5. Козлов А. А. Оценка адаптивной способности сортов зернового гороха и дифференцирующей способности среды / А. А. Козлов //Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – №. 2 (30). – С. 147-153.

6. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве /С.С. Литвинов// М. – 2011. – 648 с.

7. Матерьянова, Л.Е. Зернобобовые культуры, перспективы применения /Л.Е. Матерьянова, Ю.С. Савельева// Вестник алтайской науки. – 2015. - №2. – С. 50-51.

8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственныхкультур. Выпуск 1 общая часть / ФГБУ «Государственная комиссия РФ по испытанию и охране сельскохозяйственных достижений» при Минсельхозе РФ. – М. – 2019.- 194 с.

9. Межгосударственный стандарт. Фасоль овощная свежая. Технические условия. ГОСТ 34299-2017 / М. – 2017. – 19 с.

10. Мирошникова, М.П. Основные аспекты моделирования сортов зерновой фасоли / М.П Мирошникова // Зерновые и крупяные культуры. – 2014. - №4 (12). – С. 48-52.

11. Русских И. А. Мобилизация, изучение и перспективы использования генетических ресурсов рода Phaseolus L / И.А. Русских // Минск: Красико-Принт. – 2014.- 264 с.

12. Самодуров, В.Н. Технология выращивания фасоли в условиях Краснодарского края: рекомендации / В.Н. Самодуров, А.И. Грушанин, А.С. Дмитриева и др.// Краснодар. – 2009. - 15 с.
13. Шеуджен, А.Х. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева.-Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2015. - 664 с.
14. Blair, M.W. QTL analysis of yield traits in an advanced backcross population derived from a cultivated Andean 9 wild common bean (Phaseolus vulgaris L.) cross / M.W. Blair, G. Iriarte, S. Beebe // Theor. Appl. Genet. - 2006. - № 112. - P. 1149 - 1163.
15. Cristiane, R. S. Câmara. Pinto Beans (Phaseolus vulgaris L.) as a Functional Food: Implications on Human Health /R. S. Cristiane, Carlos A. Urrea, V. Schlegel // Agriculture. – 2013. – №3 (1). – P. 90–91.
16. Miklas, P. N. Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical to MAS breeding / P. N. Miklas, J. D. Kelly, S. E. Beebe, M.W. Blair // Euphytica. – 2006. – № 147. – P. 105–107.

REFERENCE

1. Bulletin of the weather station. Monthly bulletins with meteorological data of the Krasnodar - Kruglik agrometeorological station. Krasnodar. - 2022.
2. Kazydub, N.G. Directions and results of work on the selection of leguminous crops in Omsk State Agrarian University / N.G. Kazydub, S.P. Kuzmina, M.M. Pletneva, O.A. Kotsyubinskaya, A.A. Burlakov // Leguminous crops, a developing direction in Russia: Materials of the Second International Forum. - Omsk: OmGAU Publishing House, 2018. - P. 77-82.
3. Kozlova, I.V. The influence of the background of mineral nutrition and the use of irrigation on the productivity and yield of grain beans // Rice farming. - 2020. - №1 (46). - P. 54-58.
4. Kozlova, I.V. Assessment of the potential possibilities of growing vegetable bean seeds in the soil and climatic conditions of the Krasnodar Territory / I.V. Kozlova, A.I. Grushanin, N.N. Booth // Rice farming. - 2019. - №3 (44). - P. 77-83.
5. Kozlov, A. A. Assessment of the adaptive ability of grain pea varieties and the differentiating ability of the medium / A. A. Kozlov //Bulletin of the Agroindustrial complex of Stavropol. – 2018. – №. 2 (30). – P. 147-153.
6. Litvinov, S.S. Methodology of field experience in vegetable growing / S.S. Litvinov // M. – 2011. – 648 p.
7. Materyanova, L.E. Leguminous crops, prospects of application / L.E. Materyanova, Yu.S. Savelieva // Bulletin of Altai Science. - 2015. - № 2. – P. 50-51.
8. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue 1 general part/Federal State Budgetary Institution “State Commission of the Russian Federation for Testing and Protection of Agricultural Achievements” under the Ministry of Agriculture of the Russian Federation. – M. – 2019. - 194 p.
9. Interstate standard. Fresh vegetable beans. Technical conditions. GOST 34299-2017 / / M. – 2017. – 19 p.
10. Miroshnikova, M.P. The main aspects of modeling varieties of grain beans / M.P. Miroshnikova // Grain and cereal crops. – 2014. - №4 (12). – C. 48-52.
11. Russkikh, I.A. Mobilization, study and prospects for the use of genetic resources of the genus PhaseolusL. / I.A. Russkikh // Minsk: Krasiko-Print, 2014. - 264 p.
12. Samodurov, V.N. Technology of bean cultivation in the conditions of the Krasnodar Territory: recommendations / V.N. Samodurov, A.I. Grushanin, A.S. Dmitrieva, etc. // Krasnodar, 2009.-15 p.
13. Sheudzhen, A.H. Methodology of agrochemical research and statistical evaluation of their results / A.H. Sheudzhen, T.N. Bondareva. - Maikop: JSC “Polygraph-YUG”, 2015.-664 p.
14. Blair, M.V. QTL-analysis of yield signs in the population of advanced reverse crossing obtained from cultivated crossing of common beans (Phaseolus vulgaris L.) in the Andes 9 / M.V. Blair, G. Iriarte, S. Bib // Theory Application. Genet. - 2006. - № 112. - P. 1149-1163.
15. Christian, R. S. Kamara. Pinto beans (Phaseolus vulgaris L.) as a functional food product: impact on human health / R. S. Christian, A. Urrea Carlos, V. Schlegel // Agriculture. – 2013. – №3(1). – P. 90-91.
16. Miklas, P. N. Selection of common beans for resistance to biotic and Abiotic stresses: from classical to modern breeding / P. N. Miklas, J. D. Kelly, S. E. Beebe, M.W. Blair // Euphytica. – 2006. – № 147. – P. 105-107.

Ирина Викторовна Козлова
Научный сотрудник отдела
овощекартофелеводства
E-mail: k.irina1967@mail.ru

Григорий Вячеславович Пищулин
Старший научный сотрудник отдела
овощекартофелеводства
E-mail: grigory.pishchulin@yandex.ru

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»,
350921, Краснодар, пос. Белозерный, 3

Irina Victorovna Kozlova
Research associate of the Department
vegetable and potato growing
E-mail: k.irina1967@mail.ru

Gregory Vyacheslavovich Pishchulin
Senior researcher of the Department vegetable and potato growing
E-mail: grigory.pishchulin@yandex.ru

All: FSBSI «Federal Scientific Rice Centre»
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-70-76
УДК 633.18:613.292

Зеленский Г.Л., д-р с.-х. наук, профессор,
Зеленская О.В., канд. биол. наук,
Подрез Е.В., аспирант
г. Краснодар, Россия

К ВОПРОСУ О ЛЕЧЕБНО-ДИЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ГЛЮТИНОЗНОГО РИСА (ОБЗОР)

Рис, как крупяная культура орошаемого земледелия, играет ведущую роль в питании населения Земли. Благодаря высокой пластичности растений и созданию огромного количества разнотипных сортов селекционерами ведущих рисосеющих стран, рис распространился практически по всему земному шару. Среди выращиваемых сортов особое место занимают сорта Waxy-rice или клейкого, восковидного риса. В Российской Федерации клейкий рис называют глютинозным. Клейкий рис отличается от обычного риса отсутствием или незначительным количеством амилозы и большим количеством амилопектина. Крупа такого риса не содержит глютена, поэтому в большинстве рисосеющих стран ее используют в качестве диетического и лечебного продукта. Клейкий рис выращивается на больших площадях практически во всех азиатских странах. В статье приводятся литературные данные по изучению свойств Waxy-rice зарубежными исследователями. Российскими селекционерами в 1994-2014 гг. созданы первые отечественные глютинозные сорта риса: короткозерные Виола, Виолетта и длиннозерный Вита, которые прошли широкую производственную проверку. Приведены данные анализа содержания жирных кислот в зерне сортов Виола и Виолетта. В 2022 г. на государственное испытание передан новый высокопродуктивный клейкий сорт Лекарь. Каша из его крупы обладает диетическими и лечебными свойствами. Предложен рецепт приготовления каши, которая оказывает положительное действие на организм человека для нормализации ЖКТ. Для этого крупу варят при добавлении воды в соотношении 1:10. Необходимо провести тестирование продуктов из крупы сорта риса Лекарь в лечебном учреждении под медицинским контролем в сопровождении лабораторных исследований.

Ключевые слова: *глютинозный клейкий рис, Waxy-rice, сорт, амилоза, амилопектин, глютен, рисовая крупа, диетические продукты.*

ON THE HEALING AND DIETARY PROPERTIES OF GLUTINOUS RICE (REVIEW)

Rice, as a cereal crop of irrigated agriculture, plays a leading role in the nutrition of the world's population. Due to the high plasticity of plants and the creation of a huge number of different types of varieties by breeders of the leading rice-growing countries, rice has spread throughout almost the entire globe. Among the cultivated varieties, Waxy-rice or glutinous, waxy rice occupies a special place. In the Russian Federation, sticky rice is called glutinous. Sticky rice differs from regular rice in having little or no amylose and a high amount of amylopectin. The groats of such rice do not contain gluten, therefore, in most rice-growing countries it is used as a dietary and medicinal product. Glutinous rice is grown in large areas in almost all Asian countries. The article presents literature data on the study of the properties of Waxy-rice by foreign researchers. During the period of 1994-2014 Russian breeders created the first domestic glutinous varieties of rice: short-grained Viola and Violetta, long-grained Vita, which underwent extensive production testing. The data on the analysis of the content of fatty acids in grain varieties Viola and Violetta are presented. In 2022, a new highly productive sticky variety Lekar was submitted for state testing. Porridge from its groats has dietary and medicinal properties. A recipe for making porridge is proposed, which has a positive effect on the human body in case of gastrointestinal disorders. The groats are boiled in water with a ratio of 1:10. It is necessary to test groats products from Lekar rice variety in a medical institution under medical supervision, accompanied by laboratory tests.

Keywords: *glutinous sticky rice, Waxy-rice, variety, amylose, amylopectin, gluten, rice groats, dietary products.*

В мире возделывают два вида культурного риса: *Oryza sativa* L. и *Oryza glaberrima* Steud. При этом *O. glaberrima* распространен только на африканском континенте, а *O. sativa* – практически по всему земному шару от 35 ° ю. ш. до 49 ° с. ш. [6]. Этот вид представлен огромным количеством разнотипных сортов, которые различаются по морфологическим характеристикам, биологическим свойствам и кулинарным достоинствам крупы. Г.Г. Гущин (1938) предложил все сортовое разнообразие *O. sativa* разделить по форме зерна на подвиды: *indica* с отношением длины к ширине (*l/b*) от 3,1 и более, представляющий рис тропической зоны, и *japonica* с l/b от 1,4 до 2,9 – рис умеренного климата [1].

Рисовая крупа занимает ведущее место среди всех видов круп по калорийности, легкой усвояемости и диетическим свойствам. Большая часть производимого риса в мире потребляется местным

населением преимущественно в азиатских странах. Для приготовления крупы они только шелушат зерно, снимая цветковые чешуи. При этом сохраняется плодовая оболочка (алейроновый слой), в которой находятся белки, жиры и витамины. Шелушеное зерно сохраняется только несколько дней, а затем жиры прогоркают. Поэтому для получения крупы, которая будет храниться и поступать в продажу, зерно риса после шелушения шлифуют и полируют. Крупе придается товарный вид. Однако при шлифовке отбивается зародыш и снимается алейроновый слой, что приводит к обеднению химического состава крупы. Убирая зародыш в отходы, удаляют загрязняющие вещества от химических препаратов, которые применялись при выращивании риса и, возможно, попали в зерно. Отсутствие их в шлифованной крупе неоднократно было подтверждено специальными химическими анализами. Эту крупу можно использовать в качестве диетического продукта.

Зерно риса на 90 % представлено крахмалом. Рисовый крахмал состоит из двух классов полимеров глюкозы – амилопектина и амилозы. Амилоза представляет собой слабо разветвленную линейную молекулу, а амилопектин имеет гораздо большую полимерную единицу, содержащую разветвленные связи [16].

По признаку «содержание амилозы» сорта риса *O. sativa* классифицируются на несколько групп: глютинозные (0-2 %), очень низкоамилозные (от 2 до 9 %), низкоамилозные (от 10 до 20 %), среднеамилозные (21-25 %), умеренно высокоамилозные (26-27 %) и высокоамилозные (выше 27 %) [11]. В крупе большинства возделываемых российских сортов риса содержание амилозы колеблется от 15 до 24 %, поэтому они относятся к низко- и среднеамилозным.

Клейкий рис (Waxy-rice) отличается от других видов риса отсутствием (или незначительным количеством) амилозы и большим количеством амилопектина, который отвечает за липкое качество клейкого риса [17, 22]. Клейкий рис не содержит глютена (т.е. не содержит глютенина и глиадина), поэтому может использоваться для безглютеновых диет [19]. Этот рис безопасен для людей с чувствительностью к глютену [24].

Waxy-rice считается высококачественным продуктом, который обычно при приготовлении имеет липкую консистенцию [15]. Благодаря своим уникальным функциональным характеристикам восковидный рис широко используется в обработанных пищевых продуктах, лекарствах и косметике [10, 12]. Клейкий рис выращивается на больших площадях практически во всех азиатских странах. К примеру, около 85 % производимого риса в Лаосе относится к этому типу. Для сохранения в Международном генбанке риса (IRGC) в странах, выращивающих клейкий рис, к 2013 году было собрано 6 530 сортов клейкого риса [23].

Многочисленные исследования по сравнительному изучению обычного и клейкого (восковидного) риса, проведенные в различных странах, показали, что между крахмалом таких сортов риса имеются значительные различия (табл. 1).

Waxy-rice является одной из самых популярных традиционных культур и производится в качестве основного продукта питания в Китае [26]. Из такого риса получают белую непрозрачную крупу (рис. 1).

Таблица 1. Различие между обычным и восковидным рисовым крахмалом

Компоненты	Обычный (не восковидный) рисовый крахмал	Восковидный рисовый крахмал	Примечание
Основной состав	15-20 % амилозы и 80-85 % амилопектина [20]	Низкое (0-2 %) или почти отсутствие амилозы; высокое содержание амилопектина [13]	–
Липиды	0,9-1,3 % липидов, состоящих из 29-45 % жирных кислот и 48 % фосфолипидов [29]	Незначительное содержание [28]	–
Прозрачность эндосперма	Прозрачный [20]	Беловатый и непрозрачный [28]	–
Набухание крахмала	Низкое	Высокое	Крахмальное набухание является свойством амилопектина, тогда как амилоза замедляет набухание [25]
Температура желатинизации	Высокая [29]	Низкая [29]	–
Растворимость	Низкая	Высокая	Чем выше содержание амилозы, тем ниже растворимость [27]

Продолжение таблицы 1

Компоненты	Обычный (не восковидный) рисовый крахмал	Восковидный рисовый крахмал	Примечание
Значения кристалличности	Меньшее	Большее	Содержание амилозы отрицательно коррелирует с относительной кристалличностью [27]
Синерезис (самопроизвольное уменьшение объёма с отделением жидкости)	Низкая прочность	Высокая прочность	Восковой рисовый крахмальный гель более устойчив к синерезису после цикла свободного оттаивания из-за образования меньшего количества межмолекулярных ассоциаций [9]
Стабильность замораживания/оттаивания	Низкая	Высокая	–

Рисунок 1. Крупа глютинозного (клейкого, восковидного) риса

В Российской Федерации клейкий рис называют глютинозным, что является переводом с латыни: *glutinosus* – клееподобный или липкий, а не в смысле содержащий глютен. Селекция таких сортов в Федеральном научном центре риса ведется с 1990-х гг. В результате созданы короткозерные сорта Виола, Виолетта и длиннозерный Вита [3, 4, 8]. В 2022 г. на государственное испытание передан новый глютинозный (клейкий) сорт риса Лекарь. Его растения имеют цветковые чешуи зерна фиолетового цвета, как маркерный признак для отличия от обычного неглютинозного риса, и белую крупу, характерную для других глютинозных сортов (рис. 2).

Генетические исследования зарубежных исследователей показали, что содержание амилозы контролируется одним основным геном с несколькими модификаторами. При этом, высокое содержание амилозы доминирует над низким и промежуточным содержанием амилозы [18]. По мнению P. He et al. (1999) наследование качества зерна сложнее, чем у других агрономических признаков в зерновых культурах из-за эпистаза, материнских и цитоплазматических эффектов и триплоидной природы эндосперма [14]. Сложный характер наследования содержания амилозы подтверждается и другими исследованиями [21]. В. А. Дзюба и сотр. (2015) считают, что структура эндосперма рисовой зерновки зависит от концентрации и количества доминантных и рецессивных аллелей. Триплекс доминантных генов *WxWxWx* формирует стекловидный эндосперм. Присутствие хотя бы одного рецессивного аллеля *waxy endosperm* изменяет структуру эндосперма в сторону глютинозного-тусклого. Триплекс рецессивных аллелей *wxwxwx* формирует глютинозный-тусклый эндосперм. Эту генетическую особенность селекционеры должны учитывать при создании новых глютинозных сортов риса [2].

Российские глютинозные сорта Виола и Виолетта прошли достаточно широкую апробацию в производстве и у диетологов. На заводе по переработке риса фирмы «Агро-Альянс» с 2011 г. было налажено производство крупы из зерна этих сортов, которая в коробках массой 700 г поставлялась в магазины с названием «*ЮнNat: рис для детей и их родителей*» [5]. Под маркой *ЮнNat* предлагалась крупа, предназначенная для детского питания, а также для всех, кто предпочитает диетические продукты. Рис *ЮнNat*

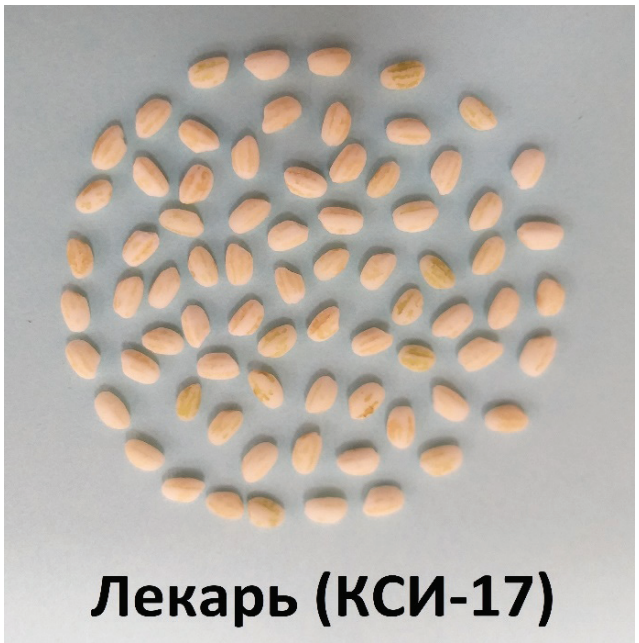


Рисунок 2. Глютинозный сорт риса Лекарь: зерно и крупа

имеет уникальный углеводный состав. В отличие от традиционных отечественных сортов риса, его крахмал полностью состоит из легкоусвояемого амилопектина. Благодаря молекулярному строению запасного крахмала, ценный источник питания свободно взаимодействует с пищеварительными ферментами, более полно расщепляется и легко усваивается даже ребенком. При этом поступление энергии в организм характеризуется равномерным и продолжительным действием. Рис *ЮнNat* производился в строгом соответствии с международными стандартами, принятыми в детском питании. Относится к гипоаллергенным (безглютеновым) продуктам. Он был рекомендован для детей с 3-х летнего возраста, особенно активно занимающихся спортом. К сожалению, в 2020 г. фирма «Агро-Альянс» прекратила выращивание этих сортов и производство крупы глютинозного риса.

Для расширения информации о глютинозном риса в ФНЦ риса был проведен анализ жирнокислотного состава зерна сортов Виола, Виолетта [7] (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика сортов риса по составу жирных кислот, % от общего содержания кислот в шелушенном рисе

Жирная кислота	Сорт		
	Виола	Виолетта	Лиман (стандарт)
Миристиновая	0,48	0,37	0,22
Пальмитиновая	15,08	15,82	15,83
Пальметоолеиновая	0,11	0,10	0,11
Стеариновая	1,62	1,49	1,55
Олеиновая	42,14	39,60	39,54
Линолевая	38,3	40,22	40,27
Линоленовая	1,04	1,22	1,31
Арахиновая	0,65	0,58	0,61
Эйкозеновая	0,47	0,48	0,50
Бегеновая	0,21	0,17	0,17

Наибольший интерес рисовое масло представляет по содержанию олеиновой и линолевой кислот, которые находятся почти в равных концентрациях. Как видно из таблицы 2 сорт Виола превышает по содержанию олеиновой кислоты стандартный сорт Лиман на 6,2 %. Присутствие линоленовой кислоты в пределах 1,0-1,3 % повышает биологическую ценность этого масла. Содержание пальмитиновой кислоты в пределах 15,0-15,8 % значительно отличается от многих растительных масел. Это свидетельствует о высокой питательной ценности крупы сортов Виола и Виолетта [7].

В период подготовки к передаче на Госиспытание глютинозного сорта риса Лекарь мы несколько раз проводили испытание лечебно-диетических свойств его крупы. Методом неоднократных проб

был выработан рецепт приготовления каши, которая оказывала положительное действие при расстройствах желудочно-кишечного тракта. Для этого крупу необходимо варить в так называемой «свободной» воде в соотношении 1: 10. Крупу риса сорта Лекарь, к примеру 100 г, тщательно промываем под струей холодной воды. Затем помещаем ее в стальную кастрюлю, заливаем 1 л воды и ставим на сильный огонь при периодическом помешивании, чтобы крупа не осела на дно, до момента закипания воды. Далее варим кашу на малом огне, регулярно вымешивая, до полной готовности, примерно 20 минут. После этого накрываем кастрюлю крышкой на 30 минут, чтобы каша протомилась. Такую кашу рекомендуется употреблять утром, лучше натощак. При желании, для вкуса, можно добавить в кашу ложку меда.

Для широкого использования крупы сорта Лекарь в качестве лечебно-диетичкского средства, необходимо провести испытание в лечебном учреждении под контролем опытных врачей в сопровождении лабораторных исследований. Нужное количество зерна сорта риса Лекарь для такого тестирования в ФНЦ риса уже имеется.

Выводы

1. Клейкий или глютинозный рис (Waxy-rice) возделывается в большинстве азиатских стран, где широко используется в национальной кухне.

2. В крупе клейкого риса отмечено низкое содержание амилозы и отсутствие глютена, поэтому ее используют как диетический и лечебный продукт.

3. В Российской Федерации с 1994 по 2014 гг. созданы глютинозные сорта риса Виола, Виолетта, Вита. В 2022 г. на государственное испытание передан новый сорт Лекарь, крупа которого обладает лечебно-диетическими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гущин, Г.Г. Рис / Г.Г. Гущин. – М.: Огиз-Сельхозгиз, 1938. – 840 с.

2. Дзюба, В.А. Проявление генов Waxy endosperm в зерновках растений сортов и гибридов риса / В.А. Дзюба, Л.В. Есаулова, И.Н. Чухирь // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 1. – С. 3-12.

3. Зеленский, Г.Л. Глютинозный сорт риса Виола для производства детского и лечебного питания / Г.Л. Зеленский // Рисоводство. – 2004. – № 4. – С. 46-49.

4. Зеленский, Г.Л. Новый длиннозерный сорт риса Вита для детского и лечебного питания / Г.Л. Зеленский, А.Г. Зеленский, В.В. Стукалова, Н.А. Стороженко // Агроснабфорум. – Краснодар, 2013. – № 7 (113). – С. 19-21.

5. Зеленский, Г.Л. Российские сорта риса для детского и лечебного питания / Г.Л. Зеленский, О.В. Зеленская // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №08(072). – С. 1-27. http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/01.pdf

6. Зеленский, Г.Л. Рис: от растения до диетического продукта : монография / Г. Л. Зеленский, О. В. Зеленская. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – 272 с.

7. Зеленский, Г. Л. Эксклюзивные сорта в селекции ВНИИ риса / Г. Л. Зеленский, Н. Г. Туманьян, Т. Н. Лоточникова, С. В. Лоточников, С. Г. Ефименко // Рисоводство. –2007. – № 11. – С. 20-23.

8. Сорта риса. Сорта и гибриды овощных и бахчевых культур: каталог / ФГБНУ «ВНИИ риса»; Сост. С.В. Гаркуша [и др.]. – Краснодар: [ИП Профатилов]. – 2018. – 60 с.

9. Bao, J. The functionality of rice starch. In Eliasson, A.C. (Ed.). Starch in food: Structure, function and applications / J. Bao, C. J. Bergman // CRC Press, New York, USA. – 2004. – 102 p.

10. Bao, J. Genetic diversity in the physicochemical properties of waxy rice (Oryza sativa L.) starch / J. Bao, H. Corke, and M. Sun // J. Sci. Food Agric. – 2004. – 84. – P. 1299-1306.

11. Bergman, C. Rice end-use quality analysis. In Champagne E, editor. / C. Bergman, K. Bhattcharya, K. Ohtsubo // Rice Chemistry and Technology. AACC: St Paul. – 2004. – P. 415-472.

12. Chun, A. R. Variation in quality and preference of sogokju (Korean traditional rice wine) from waxy rice varieties / A. R. Chun, D. J. Kim, M. R. Yoon, S. K. Oh, and S. C. Ju // Korean J. Cropence. – 2010. – 55. – P. 177-186.

13. Chung, H. Relationship between the structure, physicochemical properties and in vitro digestibility of rice starches with different amylose contents / H. Chung, Q. Liu, L. Lee, D. Wei // Food Hydrocolloids. – 2011. – 25(5). – P. 968-975. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.09.011

14. He, P. Genetic analysis of rice grain quality. / P. He, S.G. Li, Q. Qian, Y.Q. Ma, J.Z. Li, W.M. Wang, et al. // Theoretical and Applied Genetics. – 1999. – 98(3-4). – P. 502-508.

15. Juliano, B. O. Varietal impact on rice quality / B. O. Juliano // Cereal Foods World. –1998. – 43. – P. 207–211, 214–216, 218–222. doi: 10.1007/s11306-020-01670-6

16. Juliano, B. O. Nutritive value of rice and rice diets / B. O. Juliano // Rice Chemistry and Quality: Philippine Rice Research Institute, Manila. – 2003. – P. 169-175.

17. Kenneth, M. Molecular evidence on the origin and evolution of glutinous rice / M. Kenneth, Olsen and Michael D. Purugganan // Genetics. – 2002. – 162 (2). – P. 941-950. doi:10.1093/genetics/162.2.941. PMC 1462305. PMID 12399401

18. Kumar, I. Inheritance of amylose content in rice (Oryza sativa L.). / I. Kumar, G.S. Khush // Euphytica. – 1988. – 38(3). – P. 261–269.

19. Nguyễn, Xuân Hiʾên. Glutinous-rice-eating tradition in Vietnam and Elsewhere. Bangkok: White Lotus Press. – 2001. – 13 p. ISBN 9789747534238.

20. Park, H. Y. Method of producing not-hardened waxy rice cake and waxy rice cake produced by using the same / H. Y. Park, G. J. Han, S. H. Yeo, H. S. Choi, S. Y. Baek, D. S. Shin // South Korea Patent No. KR101288505B1. – 2011. – 2 p.

21. Pooni, H.S. Genetical control of amylose content in a diallel set of rice crosses / H.S. Pooni, I. Kumar, G.S. Khush // Heredity. – 1993. – 71(6). – P. 603-613.

22. Rini, Y. R. The effects of various way of processing black glutinous rice (Oryza sativa L. Processing var Glutinosa) on digestibility and energy value of the products / Y. R. Rini, T. Anggraini, N. Chania // IOP Conference Series: Earth and

Environmental Science. – 2019. – 327, 012013. https://doi.org/10.1088/1755-1315/327/1/012013
23. Sattaka, Patcha. Geographical distribution of glutinous rice in the Greater Mekong Sub-region / P. Sattaka // Journal of Mekong Societies. – 2016. – 12(3). – P. 27-48. ISSN 2697-6056.
24. Sejal Dave, RD. Four rice options for a healthy diabetes diet. – 2022. – https://www.healthcastle.com/four-rice-options-for-a-healthy-diabetes-diet
25. Vamadevan, V. Observations on the impact of amylopectin and amylose structure on the swelling of starch granules / V. Vamadevan, E. Bertoft // Food Hydrocolloids. – 2020. – 103. – 105663. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105663
26. Wang, Y. Pasting properties of various Waxy rice flours: Effect of α-Amylase activity, protein, and amylopectin / Y. Wang, K. Sun, W. Zhu, W. Ding, Q. Lyu, L. Chen, G. Wang, K. Zhuang, X. Chen // Preprints. – 2021. – 2021110093 (doi: 10.20944/preprints202111.0093.v1).
27. Wani, A. Rice starch diversity: Effects on structural, morphological, thermal, and physicochemical properties-A. Review. Comprehensive reviews / A. Wani, P. Singh, M. Shah, U. Schweiggert-Weisz, K. Gul, I. Wani // In Food Science and Food Safety. – 2012. – 11(5). – P. 417-436. https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00193.x
28. Yang, L. Preparation and physicochemical properties of three types of modified glutinous rice starches. / L. Yang, Y. Zhou, Y. Wu, X. Meng, Y. Jiang, H. Zhang, H. Wang // Carbohydrate Polymers. – 2016. – 137. – P. 305-313. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.10.065
29. Zavareze, E. Effect of heat-moisture treatment on rice starch of varying amylose content. / E. Zavareze, C. Storck, L. de Castro, M. Schirmer, A. Dias // Food Chemistry. – 2010. – 121(2). – P. 358-365. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.036

REFERENCES

1. Gushchin, G.G. Rice / G.G. Gushchin. – M.: Ogiz-Selkhozgiz, 1938. – 840 p.
2. Dzyuba, V.A. Manifestation of Waxy endosperm genes in caryopses of rice varieties and hybrids / V.A. Dzyuba, L.V. Esaulova, I.N. Chukhir // Grain economy of Russia. – 2015. – № 1. – P. 3-12.
3. Zelensky, G.L. Glutinous rice variety Viola for the production of children's and clinical nutrition / G.L. Zelensky // Rice Growing. – 2004. – № 4 – P. 46-49.
4. Zelensky, G.L. A new long-grain rice variety Vita for children's and medical nutrition / G.L. Zelensky, A.G. Zelensky, V.V. Stukalova, N.A. Storozhenko // Agrosnabforum. – Krasnodar, 2013. – № 7 (113). – P. 19-21.
5. Zelensky, G.L. Russian varieties of rice for children and medical nutrition / G.L. Zelensky, O.V. Zelenskaya // Scientific Journal of KubGAU [Electronic resource]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – № 08 (072). – P. 1-27. http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/01.pdf
6. Zelensky, G.L. Rice: from a plant to a dietary product: monograph / G. L. Zelensky, O. V. Zelenskaya. – Krasnodar: KubGAU, 2022. – 272 p.
7. Zelensky, G. L. Exclusive varieties in the breeding of the All-Russian Research Institute of Rice / G. L. Zelensky, N. G. Tumanyan, T. N. Lotochnikova, S. V. Lotochnikov, S. G. Efimenko // Rice Growing. – 2007. – № 11. – P. 20-23.
8. Varieties of rice. Varieties and hybrids of vegetable and melon crops: catalog / FGBNU "VNII Rice"; Comp. S.V. Garkusha [et al.]. - Krasnodar: [IP Profatilov]. – 2018. – 60 p.
9. Bao, J. The functionality of rice starch. In Eliasson, A.C. (Ed.). Starch in food: Structure, function and applications / J. Bao, C. J. Bergman // CRC Press, New York, USA. – 2004. – 102 p.
10. Bao, J. Genetic diversity in the physicochemical properties of waxy rice (Oryza sativa L.) starch / J. Bao, H. Corke, and M. Sun // J. Sci. Food Agric. – 2004. – 84. – P. 1299-1306.
11. Bergman, C. Rice end-use quality analysis. In Champagne E, editor. / C. Bergman, K. Bhattcharya, K. Ohtsubo // Rice Chemistry and Technology. AACC: St Paul. – 2004. – P. 415-472.
12. Chun, A. R. Variation in quality and preference of sogokju (Korean traditional rice wine) from waxy rice varieties / A. R. Chun, D. J. Kim, M. R. Yoon, S. K. Oh, and S. C. Ju // Korean J. Cropence. – 2010. – 55. – P.177-186.
13. Chung, H. Relationship between the structure, physicochemical properties and in vitro digestibility of rice starches with different amylose contents / H. Chung, Q. Liu, L. Lee, D. Wei // Food Hydrocolloids. – 2011. – 25(5). – P. 968-975. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.09.011
14. He, P. Genetic analysis of rice grain quality. / P. He, S.G. Li, Q. Qian, Y.Q. Ma, J.Z. Li, W.M. Wang, et al. // Theoretical and Applied Genetics. – 1999. – 98(3-4). – P. 502-508.
15. Juliano, B. O. Varietal impact on rice quality / B. O. Juliano // Cereal Foods World. –1998. – 43. – PP. 207–211, 214–216, 218–222. doi: 10.1007/s11306-020-01670-6
16. Juliano, B. O. Nutritive value of rice and rice diets / B. O. Juliano // Rice Chemistry and Quality: Philippine Rice Research Institute, Manila, 2003. – P. 169-175.
17. Kenneth, M. Molecular evidence on the origin and evolution of glutinous rice / M. Kenneth, Olsen and Michael D. Purugganan // Genetics. – 2002. – 162 (2). – P. 941-950. doi:10.1093/genetics/162.2.941. PMC 1462305. PMID 12399401
18. Kumar, I. Inheritance of amylose content in rice (Oryza sativa L.). / I. Kumar, G.S. Khush // Euphytica. – 1988. – 38(3). – P. 261–269.
19. Nguyễn, Xuân Hi'ên. Glutinous-rice-eating tradition in Vietnam and Elsewhere. Bangkok: White Lotus Press. – 2001. – 13 p. ISBN 9789747534238.
20. Park, H. Y. Method of producing not-hardened waxy rice cake and waxy rice cake produced by using the same / H. Y. Park, G. J. Han, S. H. Yeo, H. S. Choi, S. Y. Baek, D. S. Shin // South Korea Patent No. KR101288505B1. – 2011. – 2 p.
21. Pooni, H.S. Genetical control of amylose content in a diallel set of rice crosses / H.S. Pooni, I. Kumar, G.S. Khush // Heredity. – 1993. – 71(6). – P. 603-613.
22. Rini, Y. R. The effects of various way of processing black glutinous rice (Oryza sativa L. Processing var Glutinosa) on digestibility and energy value of the products / Y. R. Rini, T. Anggraini, N. Chania // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – 327, 012013. https://doi.org/10.1088/1755-1315/327/1/012013
23. Sattaka, Patcha Geographical distribution of glutinous rice in the Greater Mekong Sub-region / P. Sattaka // Journal

of Mekong Societies. – 2016. – 12(3). – P. 27-48. ISSN 2697-6056.
24. Sejal Dave, RD. Four rice options for a healthy diabetes diet. – 2022. – https://www.healthcastle.com/four-rice-options-for-a-healthy-diabetes-diet
25. Vamadevan, V. Observations on the impact of amylopectin and amylose structure on the swelling of starch granules / V. Vamadevan, E. Bertoft // Food Hydrocolloids. – 2020. – 103. – 105663. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105663
26. Wang, Y. Pasting properties of various Waxy rice flours: Effect of α-Amylase activity, protein, and amylopectin / Y. Wang, K. Sun, W. Zhu, W. Ding, Q. Lyu, L. Chen, G. Wang, K. Zhuang, X. Chen // Preprints. – 2021. – 2021110093 (doi: 10.20944/preprints202111.0093.v1).
27. Wani, A. Rice starch diversity: Effects on structural, morphological, thermal, and physicochemical properties-A. Review. Comprehensive reviews / A. Wani, P. Singh, M. Shah, U. Schweiggert-Weisz, K. Gul, I. Wani // In Food Science and Food Safety. – 2012. – 11(5). – P. 417-436. https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00193.x
28. Yang, L. Preparation and physicochemical properties of three types of modified glutinous rice starches. / L. Yang, Y. Zhou, Y. Wu, X. Meng, Y. Jiang, H. Zhang, H. Wang // Carbohydrate Polymers. – 2016. – 137. – P. 305-313. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.10.065
29. Zavareze, E. Effect of heat-moisture treatment on rice starch of varying amylose content. / E. Zavareze, C. Storck, L. de Castro, M. Schirmer, A. Dias // Food Chemistry. – 2010. – 121(2). – P. 358-365. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.036

Григорий Леонидович Зеленский
Главный научный сотрудник
отдела селекции ФНЦ риса
E-mail: zelensky08@mail.ru

Ольга Всеволодовна Зеленская
доцент кафедры ботаники и общей экологии
Факультет агрономии и экологии
E-mail: zelenskayaolga-2011@mail.ru

Елена Викторовна Подрез
Аспирант ФНЦ риса
E-mail: yelka-pan@yandex.ru

ФГБНУ «ФНЦ риса»
350921, Россия, г. Краснодар,
пос. Белозерный, 3

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина» 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Grigory Leonidovich Zelensky
Chief researcher of the department
of the FNC of rice
E-mail: zelensky08@mail.ru

Olga Vsevolodovna Zelenskaya
Associate Professor of the Department of Botany and General Ecology, Faculty of Agronomy and Ecology
E-mail: zelenskayaolga-2011@mail.ru

Elena Viktorovna Podrez
Postgraduate student of the FNC of rice
E-mail: yelka-pan@yandex.ru

FSBSI «FNC of rice»
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»,
13, Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-77-81
УДК 633.181: 631.522

Джамирзе Р.Р., канд. с.-х. наук,
Баштовой И.Н., аспирант,
Слабченко А.С., магистрант
г. Краснодар, Россия

ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ УРОЖАЙНОСТЬ РИСА (ОБЗОР)

Рост урожайности сельскохозяйственных культур в процессе интенсификации земледелия происходит как благодаря улучшению условий их возделывания, в частности внесения повышенных доз элементов минерального питания, так и за счет использования новых, более продуктивных сортов. При внедрении в производство новых лучших сортов возрастает не только урожайность, но и увеличивается выход продукции и улучшается ее качество. Поэтому роль сорта как средства сельскохозяйственного производства в современном земледелии несомненно важна. Сорта сельскохозяйственных культур характеризуются определенной совокупностью полезных для человека свойств и качеств. Сохранение этих полезных качеств сорта в процессе массового размножения и производственного использования его семян и составляет одну из главных задач элитного семеноводства. Исследованиями предыдущих лет установлено постепенное ухудшение посевных качеств семян при длительном возделывании культуры риса в производственных условиях, что ведет к снижению урожайности и качества зерна и крупы. Связано это как с механическим засорением семян из-за низкого уровня агротехники, так и с биологическими изменениями сорта из-за вырождения семян, перекрестного опыления и т. д. В связи с этим исключительно важное значение имеет первичное и элитное семеноводство, т. е. организация и методические приемы выращивания семян элиты. Для выращивания высококондиционных семян элиты в системе современного семеноводства используются различные организационные формы, применяются разные методы и приемы. Контроль за посевными качествами семян осуществляется с помощью государственных, районных контрольно-семенных лабораторий, находящихся под ведомством краевых и республиканских лабораторий, методическое руководство которыми проводит Центральная контрольно-семенная лаборатория Министерства сельского хозяйства РФ. В связи с этим целью проведенного обзора является освещение основных факторов семеноводческой работы, влияющих на количество и качество получаемых семян риса.

Ключевые слова: *рис, селекция и семеноводство, урожайность, качество семян.*

SEED QUALITY AS A DETERMINING FACTOR RICE YIELD (REVIEW)

The growth of crop yields in the process of intensification of agriculture occurs both due to the improvement of their cultivation conditions, in particular, the introduction of increased doses of mineral nutrition elements, and through the use of new, more productive varieties. With the introduction of new, better varieties into production, not only the yield increases, but also the yield of products increases and its quality improves. Therefore, the role of the variety as a means of agricultural production in modern agriculture is undoubtedly important. Varieties of agricultural crops are characterized by a certain set of properties and qualities that are useful for humans. The preservation of these useful qualities of a variety in the process of mass reproduction and the production use of its seeds is one of the main tasks of elite seed production. Studies of previous years have established a gradual deterioration in the sowing qualities of seeds during long-term cultivation of rice under production conditions, which leads to a decrease in yield and grain and milled rice quality. This is due both to mechanical contamination of seeds because of low level of agricultural technology, and to biological changes in the variety due to seed degeneration, cross-pollination, etc. In this regard, primary and elite seed production is of exceptional importance, i.e. organization, methodology and technique of growing seeds of the elite. To grow high-quality elite seeds in the system of modern seed production, various organizational forms and different methods are used. Control over the sowing qualities of seeds is carried out with the help of state, district control and seed laboratories, which are under the authority of regional and republican laboratories, the methodological guidance of which is carried out by the Central Control and Seed Laboratory of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation. In this regard, the purpose of this review is to highlight the main factors of seed production that affect the quantity and quality of rice seeds obtained.

Key words: *rice, breeding and seed production, yield, seed quality.*

Чистота и доброкачественность семенного материала культуры риса имеет важнейшее значение. Как правило, посевной материал должен быть чистым от примеси семян и плодов специфических рисовых сорняков [4]. Одна из основных причин, снижающая урожайность риса - нарастающая засоренность почв и, как следствие, семенного материала. Поэтому без надлежащего ухода за посевами элитных семян риса возделывание культуры становится невозможным [8, 26]. Другой причиной снижения посевных качеств семян риса является потеря биологических и хозяйственно-ценных признаков сорта в процессе репродуцирования. Отсюда возрастает роль такого неотъемлемого элемента рисоводства как семеноводство – комплекс мероприятий, направленных на сохранение сортовых качеств, выращивание семян высоких посевных кондиций и размножение их в необходимых количествах [7, 11].

В связи с этим исключительно важное значение имеет первичное семеноводство, а именно организация, методика и техника выращивания семян элиты, поскольку именно качество элитных семян в значительной степени предопределяет ценность посевного материала последующих репродукций, т.е. по сути качество того материала, который используется в рисовых хозяйствах для получения товарной продукции и от которого в конечном счете зависит успех всей семеноводческой работы [2, 19]. Следует отметить, что государственный контроль в области семеноводства в отношении семян сельскохозяйственных растений на сегодня осуществляется федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными Правительством Российской Федерации согласно Федерального закона «О семеноводстве» от 30.12.2021 № 454-ФЗ.

Для получения наиболее высокого урожая семян риса с единицы площади надо учитывать, что обильное вегетативное развитие растений не всегда способствует активному формированию генеративных органов. Необходимо применять комплекс агротехнических мероприятий, направленных на создание оптимальных условий для генеративного развития растений и образования нормально развитых соцветий в период вегетации [9, 13]. Агротехника производства чистосортных и высококачественных семян отличается от таковой для производства товарного зерна. Если в первом случае главным являются высокие качества семян, то во втором они практически не имеют значения и основным приоритетом является объем валовой продукции. Семеноводческие посевы, как правило, размещают по лучшим предшественникам, посев осуществляют по хорошо обработанной и спланированной зяби при прогреве слоя почвы 3-5 см до 14-16 °С [1, 12, 16]. Ценность семян посевного материала зависит от комплекса биологических свойств, которые определяются наследственными факторами и условиями окружающей среды в период их формирования, развития и хранения. Определенная часть этих свойств семян, имеющих особо важное агрономическое значение, отражается в государственных стандартах и нормируется показателями, определяемыми в специальных лабораториях (лабораторная всхожесть, энергия прорастания, масса 1000 семян и др.) [20, 23].

Различают посевные и сортовые качества семян. К посевным качествам семян, как правило, относят их чистоту (степень засоренности), энергию прорастания, всхожесть, влажность, массу 1000 семян и степень зараженности болезнями и вредителями. Другими словами, показатели, характеризующие степень пригодности семян к посеву и связанные непосредственно с оптимизацией посева принято называть посевными качествами семян. Под сортовыми качествами семян понимают их чистосортность, обусловленную процентным содержанием основного сорта в партии семян [10, 24]. Высококачественные сортовые семена должны обладать и высокой сортовой чистотой, и хорошими посевными качествами.

Не все показатели качества семян имеют прямое отношение к уровню урожайности, т.е. есть такие показатели, которые характеризуют преимущественно культуру и технологию семеноводческого процесса. Однако большинство показателей, раскрывающих качество семян, имеет непосредственное отношение к продуктивности, и чем выше их значения, тем больше урожайность. Влияние свойств семян, характеризующихся указанными показателями, на урожайность проявляется либо через степень полевой всхожести и густоту продуктивного стеблестоя (выживаемость растений к концу вегетации), либо через продуктивность самого растения (урожайность агроценоза), но чаще всего действие их сказывается через то и другое в комплексе [14, 22].

Установлено, что особое влияние на показатели качества семян оказывает генотип, т. е. если семена принадлежат к высокопродуктивному сорту, то его потенциальные возможности позволяют получать высокий урожай, а если к низкопродуктивному – то даже при отличных семенах высокий урожай получить не удается. По некоторым оценкам за счет этого фактора прибавка урожая варьирует в пределах 3-10 ц/га, т. е. примерно равна разнице между старым и новым сортом при сортосмене. Этот фактор мало действует на полевую всхожесть, но оказывает большое влияние на продуктивность растений, чем обусловливается динамика урожайности большинства сельскохозяйственных культур и риса в том числе [18, 25].

При повышенной влажности зерна небольшие

механические воздействия ведут к деформации зерновок и снижению посевных качеств семян. Убранное с семенных участков зерно риса немедленно очищают, а в случаях повышенной влажности просушивают, так как нельзя допускать его самосогревания. Зерно с влажностью 15-15,5 % сохраняет первоначальную всхожесть в течение 15 суток, при влажности 18-19 % – одни сутки. Семена риса сохраняют высокую всхожесть в течение 7-8 месяцев в том случае, если их влажность не превышает 14 %. Из семенной массы необходимо исключить также дробленые и щуплые зерна [5].

Основные патогены поражающие культурный рис характеризуются быстрой сменой генерации и имеют очень высокий коэффициент размножения. Развитие *Pyricularia oryzae Cav* способствует дестабилизации биохимических процессов в зерне, усилению дыхания и повреждения запасающих тканей и зародыша. В итоге заражение патогеном ведет к снижению всхожести семян, гибели всходов, выпадению отдельных растений, формированию меньшего количества зерна и снижению его технологических показателей качества [6].

Все остальные свойства семян и определяющие их показатели действуют в двух направлениях – повышают полевую всхожесть и продуктивность растений. Среди них важное место занимают урожайные свойства семян, которые связаны с фенотипической изменчивостью и носят модификационный характер. Однако есть одно интегральное свойство семян, которое отражает весь комплекс его биологических свойств – это способность формировать растения с определенным уровнем урожая, что принято называть урожайным свойством семян, которое преимущественно определяется их наследственностью и модификационной изменчивостью под влиянием окружающей среды [22, 23].

Различают несколько основных показателей качества семян, положительно коррелирующих с урожайными свойствами. Так, считается, что энергия прорастания является важнейшим показателем, связанным с урожайностью агроценоза напрямую, т.е. семена, прорастающие значительно раньше, в первые 3-5 дней, формируют на 30 % выше урожай, в сравнении с остальными семенами, а прорастающие позже седьмого дня – снижают урожай до 25 %. Следовательно, семена, обладающие высокой энергией прорастания, способны дать урожай, более высокий, нежели семена с низкой энергией прорастания. Также пониженная всхожесть семян свидетельствует о значительном разрыве между лабораторной и полевой всхожестью, что неминуемо ведет к снижению урожая, поскольку высокая полевая всхожесть зерновых культур имеет тесную коррелятивную связь с их урожайностью (r=0,85-0,95) [3, 21]. Снижение полевой всхожести на 1 %, как правило, вызывает уменьшение урожая на 1,5-2 %. С другой стороны, наблюдается тесная связь между лабораторной и полевой всхожестью, что отчасти объясняет резкое снижение полевой всхожести при предварительно слабой лабораторной всхожести семян и как следствие этого – снижение урожайности. В отличие от вышеописанных показателей крупность семян оказывает влияние на урожайность только в экстремальных условиях. При оптимальных нормах посева для семян разной крупности и общепринятой агротехнике различия в урожайности между крупными и мелкими семенами сводится к минимуму. Также следует отметить, что травмированность семян тоже оказывает существенное влияние на урожайность. Травмированные семена имеют пониженную полевую всхожесть и дают слабые ослабленные ростки, в результате снижение урожайности достигает значительной величины. Сила роста семян также имеет прямую связь с урожайностью. По данным некоторых ученых семена с высокой силой роста способны дать урожай на 20 % выше, чем все семена одной партии, а семена со слабой силой роста – ниже на 18 % [15, 17].

В заключение следует отметить, что решающим фактором в повышении урожайных свойств семян большинства зерновых сельскохозяйственных культур является специальная технология выращивания, другими словами, научно обоснованный и методически высокий уровень агротехники. Весь комплекс агротехнических мероприятий на семеноводческих посевах должен быть направлен на выращивание здоровых растений и на создание наиболее благоприятных условий в период всей вегетации, особенно в фазы цветения и налива зерна. Таким образом, все должно быть подчинено единой цели – создать оптимальные условия для максимальной реализации потенциала урожайных свойств семян.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин, Е.П. Рис /Е.П. Алешин, Н.Е. Алешин // Москва, 1993. – 504 с.
2. Анискин, В.И. Промышленное семеноводство / В.И. Анискин, А.И. Батарчук, Б.А. Весна и др. Под ред. И.Г. Строны. – М.: Колос, 1980. – 287 с.
3. Апрод, А.И. Научные основы производства семян / А.И. Апрод // Автореф.дисс. … докт. с.-х. наук // Харьков, 1982. – 32 с.
4. ГОСТ 10250-80. Семена риса. Сортовые и посевные качества. Технические условия. – М.: Госкомитет по стандартам. – 1981.
5. ГОСТ 12041-82. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения влажности. М.: Стандартинформ. – 2011.
6. ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. –

М.: Стандартинформ. – 2011.
7. Гуляев, Г.В. Селекция и семеноводство / Г.В. Гуляев, А.П. Дубинин. – М.: Агропромиздат. – 1987. – 352 с.
8. Гуляев, Г.В. Экологические предпосылки организации семеноводства озимой пшеницы в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России / Г.В. Гуляев, А.М. Берцкин, В.И. Гуйда // Вестник с.-х. науки. – 1981. – № 1. – С. 45-51.
9. Зеленский, Г.Л. Рис: от растения до диетического продукта: монография / Г.Л. Зеленский, О.В. Зеленская. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – 272 с.
10. Зеленский, Г.Л. Особенности первичного семеноводства сортов риса / Г.Л. Зеленский // Селекция и семеноводство. – 1980. – № 11. – С. 34-36.
11. Костылев, П.И. Северный рис (генетика, селекция, технология) / П.И. Костылев, А.А. Парфенюк, В.И. Степовой. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга». 2004 г. – 576 с.
12. Красноок, Н.П. Жизнеспособность семян риса в зависимости от условий созревания / Н.П. Краснook, И.А. Вишнякова // С.-х. биология. - 1969. - Т. 4. - № 4. – С. 544-548.
13. Остапенко, Н.В. Разнокачественность семян и первичное семеноводство / Н.В. Остапенко, Н.Н. Чинченко, Р.Р. Джамирзе // Рисоводство. – 2022. - № 3 (56). – С. 48-55.
14. Пересыпкин, В.Ф. Первичное семеноводство / В.Ф. Пересыпкин // Селекция и семеноводство. – Москва: Издательство «Колос», 1981. – № 5. – С. 10-12.
15. Строна, И.Г. Общее семеноводство полевых культур / И.Г. Строна // М.: Колос. – 1966. – 464 с.
16. Тараненко, В.В. Оценка жизнеспособности всходов сортообразцов риса при постоянном затоплении / В.В. Тараненко, А.А. Апрод // Вестн. МГТИ (Яблоновский филиал). - 2003. Вып. 1. – С. 141-143.
17. Фирсова, Т.И. Сортовые и урожайные качества семян озимой пшеницы в первичных звеньях семеноводства в зависимости от приемов отбора элитных растений / Т.И. Фирсова // Дисс. ... канд. с-х наук. – 2006. – 140 с.
18. Храмцов, И.Ф. Повышение эффективности системы семеноводства зерновых культур в Западной Сибири / И.Ф. Храмцов, П.В. Поползухин, В.Д. Василевский // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2014. - № 1-2. – С. 16-18.
19. Храмцов, И.Ф. Селекция, семеноводство и совершенствование технологии возделывания зерновых культур – основные факторы стабилизации производства зерна в условиях импортозамещения / И.Ф. Храмцов, П.В. Поползухин, В.Д. Василевский // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. - № 59. – С. 390-398.
20. Doberman, A. Rice: Nutrient disorders and Nutrient Management / A. Doberman, T.H. Fairhurst. – Manila: IRRI, 2000. – 192 p.
21. Dzhamirze, R.R. Problems of primary seed production of some rice varieties / R.R. Dzhamirze, N.V. Ostapenko, S.V. Garkusha and N.N. Chinchenko // AGRITECH-II-2019, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. - 421 (2020) 082028. doi:10.1088/1755-1315/421/8/082028
22. Geoffrey Onaga Rice Seed Production / Onaga Geoffrey, Anthony Phiri Noah, Kimani Karanja Daniel // National Crops Resources Research Institute (NaCRRI) and CABI Africa. – 2010. – 86 p.
23. Hernander, J.E. Oryza / J.E. Hernander, G.S. Kush. – 1981. - № 18. – P. 44-50.
24. Huke, R.E. Rice: then and now / R.E. Huke, E.H. Huke. – IRRI. – 1990. – 44 p.
25. Judit, Johny Rice seed production: What happens in the field? / Johny Judit, Chellatan Prakashan Veettil, Janaiah Aldas // Rice Today. – 2018. – Vol. 17, – № 1. – P. 39-41.
26. Takeda, K. Breed / K. Takeda // Japan. J. – 1982. – V. 34. – № 4. – P. 353-364.

REFERENCES

1. Aleshin, E.P. Rice /E.P. Aleshin, N.E. Aleshin // Moscow, 1993. – 504 p.
2. Aniskin, V.I. Industrial seed production / V.I. Aniskin, A.I. Batarchuk, B.A. Vesna et al. Under editorship of I.G. Strona – M.: Kolos, 1980. – 287 p.
3. Aprod, A.I. Scientific bases of seed production / A.I. Aprod // Abstract of doctoral thesis// Kharkov, 1982. – 32 p.
4. GOST 10250-80. Rice seed. Varietal and sowing characteristics. Specifications. – Moscow: State Committee for Standards. – 1981.
5. GOST 12041-82. Seed of farm crops. Method for determination of moisture content. – Moscow: Standartinform. – 2011.
6. GOST 12044-93. Agricultural seeds. Methods for determination of diesease infestation. – Moscow: Standartinform. – 2011.
7. Gulyaev, G.V. Breeding and seed production / G.V. Gulyaev, A.P. Dubinin. – M.: Agropromizdat, 1987. – 352 p.
8. Gulyaev, G.V. Ecological prerequisites for the organization of winter wheat seed production in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone of Russia / G.V. Gulyaev, A.M. Bertskin, V.I. Guyda// Bulletin of agricultural science. – 1981. – № 1. – P. 45-51.
9. Zelenskiy, G.L. Rice: from plant to diet product: monograph / G.L. Zelenskiy, O.V. Zelenskaya. – Krasnodar: KubSAU, 2022. – 272 p.
10. Zelenskiy, G.L. Features of primary seed production of rice varieties /G.L. Zelenskiy // Breeding and seed production. – 1980. – № 11. – P. 34-36.
11. Kostylev, P.I. Northern rice (genetics, breeding, technology) / P.I. Kostylev, A.A. Parfenyuk, V.I. Stepovoy. – Rostov-on-Don: ZAO «Kniga», 2004 г. – 576 p.
12. Krasnook, N.P. Viability of rice seeds depending on maturing conditions / N.P. Krasnook, I.A. Vishnyakova// Agricultural biology. - 1969. - V. 4. - № 4. – P. 544-548.
13. Ostapenko, N.V. Different quality of seeds and primary seed production // N.V. Ostapenko, N.N. Chinchenko, R.R. Dzhamirze // Rice growing. - 2022. - № 3 (56). - P. 48-55.
14. Peresypkin, V.F. Primary seed production / V.F. Peresypkin // Breeding and seed production. – 1981. – № 5. – P. 10-12.

15. Strona, I.G. General seed production of field crops / I.G. Strona // M.: Kolos, 1966. – 464 p.
16. Taranenko, V.V. Assessment of viability of seedlings of rice accessions at permanent flooding / V.V. Taranenko, A.A. Aprod // Bulletin of MGTI (Yablonovsky branch). - 2003. - Iss. 1. – P. 141-143.
17. Firsova, T.I. Varietal and yield qualities of winter wheat seeds in the primary links of seed production, depending on the methods of selection of elite plants / T.I. Firsova // Abstract of Ph.D. thesis. – 2006. – 140 p.
18. Khramtsov, I.F. Increasing the efficiency if system of seed production of grain crops in Western Siberia / I.F. Khramtsov, P.V. Popolzukhin, V.D. Vasilevskiy// Agrarian reporter of South-East. – № 1-2. – 2014 г. – P. 16-18.
19. Khramtsov, I.F. Breeding, seed production and improvement of cultivation technology of grain crops – the main factors of stabilization of grain production under conditions of import substitution / I.F. Khramtsov, P.V. Poplzukhin, V.D. Vasilevskiy // Proceedings of Kuban State Agrarian University. – 2016. - № 59. – P. 390-398.
20. Doberman, A. Rice: Nutrient disorders and Nutrient Management / A. Doberman, T.H. Fairhurst. – Manila: IRRI, 2000. – 192 p.
21. Dzhamirze, R.R. Problems of primary seed production of some rice varieties / R.R. Dzhamirze, N.V. Ostapenko, S.V. Garkusha and N.N. Chinchenko // AGRITECH-II-2019, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 421 (2020) 082028. doi:10.1088/1755-1315/421/8/082028
22. Geoffrey Onaga Rice Seed Production / Onaga Geoffrey, Anthony Phiri Noah, Kimani Karanja Daniel // National Crops Resources Research Institute (NaCRRI) and CABI Africa. – 2010. – 86 p.
23. Hernander, J.E. Oryza / J.E. Hernander, G.S. Kush. – 1981. - № 18. – P. 44-50.
24. Huke, R.E. Rice: then and now / R.E. Huke, E.H. Huke // IRRI. – 1990. – 44 p.
25. Judit, Johny Rice seed production: What happens in the field? / Johny Judit, Chellatan Prakashan Veettil, Janaiah Aldas // Rice Today. – 2018. – Vol. 17. – № 1. – P. 39-41.
26. Takeda, K. Breed / K. Takeda // Japan. J. – 1982. – V. 34. – № 4. – P. 353-364.

Руслан Рамазанович Джамирзе
Старший научный сотрудник отдела селекции
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Игорь Николаевич Баштовой
Аспирант отдела селекции
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»
350921, Россия, Краснодар, Белозерный, 3

Арина Сергеевна Слабченко
Магистрант ФГБОУ ВО КубГАУ
arrri_kub@mail.ru
ФГБОУ ВО «КубГАУ им. И.Т. Трубилина»
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Ruslan Ramazanovich Dzhamirze
Senior scientist of breeding department
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Igor Nikolaevich Bashtovoy
Post-graduate student of breeding department
E-mail: arrri_kub@mail.ru

All: FSBSI «Federal Scientific Rice Centre»
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

Arina Sergeevna Slabchenko
Master student of FSBEI HE KubSAU
arrri_kub@mail.ru
FSBEI HE «KubSAU named after I.T. Trubilin»
13, Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-82-96
УДК 635.64: 631.523: 575.116.4

Корж С.О.,
Горун О.Л.,
Явцева Е.И.,
Дубина Е.В., доктор биол. наук, профессор РАН,
Милованов А.В., канд. биол. наук,
Истомин Н.К.,
Елисютикова А.В.,
Савенкова Д.С.,
Назаров А.Л.
г. Краснодар, Россия

АНАЛИЗ ГЕНОТИПОВ ТОМАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ IPBS МАРКЕРОВ

Томат – практически повсеместно возделываемая овощная культура. Насыщение и расширение генотипов томата при помощи межвидовой гибридизации – одно из актуальных направлений в селекции. Знания о внутри- и межвидовом генетическом разнообразии культурных видов томата и их диких предков являются важной информацией для ведения селекционного процесса. Цель работы – оценка эффективности применения iPBS маркеров для анализа генотипов Solanum lycopersicum и мутантных форм, диких видов и полукультурных разновидностей томата. Материалом для генотипирования послужило 20 образцов томата различного происхождения. Для оценки генетического разнообразия культивируемых томатов использовали 10 iPBS маркеров. В ходе анализа удалось идентифицировать 1251 полосу четко амплифицируемых продуктов ПЦР в диапазоне от 250 до 5000 п.н. При помощи кластерного анализа удалось разделить анализируемые образцы на две популяции. PCoA и кластеризация генотипов дали схожие результаты, что позволило сделать вывод о возможности использования данного типа маркерных систем для определения степени полиморфности генотипов томата.

***Ключевые слова**: Solanum lycopersicum, геномный полиморфизм, кластерный анализ, STRUCTURE.*

ANALYSIS OF TOMATO GENOTYPES USING IPBS MARKERS

Tomato is a widely cultivated vegetable crop. Saturation and expansion of tomato genotypes by means of interspecific hybridization is one of the current directions in breeding. Knowledge about the intra- and interspecific genetic diversity of cultivated tomato species and their wild ancestors is important information for conducting the breeding process. The purpose of this work – evalution of effectiveness of the use of iPBS markers for the analysis of genotypes of Solanum lycopersicum and mutant forms, wild species and semi-cultivated varieties of tomato. Materials and methods. The material for genotyping was 20 tomato samples of various origins. 10 iPBS markers were used to assess the genetic diversity of cultivated tomatoes. Results and conclusions. During the analysis, it was possible to identify 1251 bands in the range from 250 to 5000 bp. Using cluster analysis, it was possible to divide the analyzed samples into two populations. PCoA and genotype clustering gave similar results, which allowed us to conclude that it is possible to use this type of marker systems to determine the degree of polymorphism of tomato genotypes.

***Keywords:** Solanum lycopersicum, genomic polymorphism, cluster analysis, STRUCTURE.*

Введение

Томат (*Solanum lycopersicum* L.) является широко возделываемой овощной культурой [18]. Культивируемые виды томата, относящиеся к подвиду *S. lycopersicum*, обычно имеют низкое генетическое разнообразие вследствие интенсивного селекционного отбора на желаемые признаки в процессе одомашнивания. Для расширения генотипа растений томата селекционеры проводят насыщающие скрещивания с использованием в качестве родительского компонента дикие, полудикие и мутантные формы томата. Существует 16 диких видов томатов. Все эти виды применяются в селекции в качестве источников генетической изменчивости, которые несут много ценных генов, утраченных среди культивируемых томатов [2]. Знания о генетическом разнообразии и взаимосвязи между культурными видами томата и их дикими предками являются важной информацией для эффективного ведения селекционного процесса.

Морфологическое описание и классификация это традиционный подход, который часто используется для анализа генетического разнообразия. Однако морфологические свойства томата являются высоко восприимчивыми к абиотическим факторам, что влечет за собой большие погрешности в оценке генотипической изменчивости [1]. Более надежным способом в идентификации генотипа признано использование метода молекулярного маркирования [3]. Для создания генетических баз исследователями применяется большое разнообразие молекулярных маркеров, признанных надежными

для идентификации генотипов: *AFLP* – полиморфизм длины амплифицированных фрагментов, *RAPD* – случайно амплифицированная полиморфная ДНК, *SSR* – простой повтор последовательности, или микросателлитные маркеры, и другие [11].

IPBS метод, основанный на использовании праймеров к участкам связывания тРНК (англ. *PBS – Primer Binding Site*,) последовательностям ретротранспозонов [16]. Ретротранспозоны – распространенные мобильные генетические элементы, которые состоят из двух классов: длинный концевой повтор (*LTR*) и недлинный концевой повтор (*non-LTR*). Они широко представлены в геномах эукориотических клеток, что предлагает эффективность их использования в филогенетических исследованиях. На основе ретротранспозонных маркеров была разработана новая маркерная система *iPBS*, которая представляет собой универсальную маркерную систему на основе ПЦР и зависит от присутствия тРНК в качестве сайта связывания праймера с обратной транскриптазой [15].

Сфера использования *iPBS* маркеров включает в себя создание генетических карт и идентификацию особей или линий, несущих определенную генетическую полиморфную вариацию. Ряд исследователей говорит об эффективности iPBS маркеров для изучения генетического разнообразия. Метод амплификации iPBS использовался для изучения молекулярного разнообразия Тетрадиума рутокарпенного (Tetradium ruticarpum), сафлор (Carthamus tinctorius L.), киноа (Chenopodium quinoa Willd., винограда (Vitis vinifera L.), семейства буковые (Fagaceae) wи многих других. Исследователи отмечали высокую эффективность iPBS маркеров в сравнение с иными маркерными системами [4, 6, 10, 12, 14].

Авторами по литературным источникам не было обнаружено информации о применение iPBS для изучения генетических взаимосвязей среди разновидностей томатов. Применение же iPBS маркеров показывает себя, как простой, доступный и эффективный способ для изучения сельскохозяйственных культур. Поэтому использование данной маркерной системы для молекулярно-генетического анализа популяции томатов может послужить началом для научных исследований генетического разнообразия коллекции этого растения.

Цель исследований

Изучить эффективность применения iPBS маркеров для анализа генотипов *Solanum lycopersicum* и мутантных форм, диких видов и полукультурных разновидностей томата.

Материалы и методы

В представленном исследовании были использованы 10 *iPBS* праймеров для оценки генетического разнообразия культивируемых томатов (табл. 1) [15].

Таблица 1. Использованные в работе праймеры

Название	ДНК-последовательность	Температура отжига
2230	5′-TCT AGG CGT CTG ATA CCA -3′	55°C
2078	5′-GCG GAG TCG CCA-3′	55°C
2075	5′- CTC ATG ATG CCA -3	55°C
2415	5′-CAT CGT AGG TGG GCG CCA -3′	55°C
2273	5′-GCT CAT CAT GCC A-3′	55°C
2228	5′-CAT TGG CTC TTG ATA CCA-3′	55°C
2374	5′-CCC AGC AAA CCA-3′	55°C
2375	5′-TCG CAT CAA CCA-3′	55°C
2237	5′-CCC CTA CCT GGC GTG CCA-3′	55°C
2074	5′-GCT CTG ATA CCA-3′	55°C

Для исследования было выбрано 14 культурных видов томатов (*S. lycopersicum*) и 5 мутантных линий томата, скрещенных с дикими видами (*S. pimpinellifolium, S. cheesmaniae, S.peruvianum var. humifusum, S. racemiierum*), а также одна мутантная форма. Эти генотипы имеют различное происхождение и обладают устойчивостью к разносторонним стрессам биотического происхождения (табл. 2).

Таблица 2. Список использованных в работе сортов и гибридов томата

№	Название	Наличие устойчивости
1	S. lycopersicum 1	I2
2	S. lycopersicum 2	Tm2
3	S. lycopersicum 3	Tm2
4	S. lycopersicum 4	Cf9
5	S. lycopersicum 5	Cf9
6	S. lycopersicum 6	I2

Продолжение таблицы 2

№	Название	Наличие устойчивости
7	S. lycopersicum 7	Sw5, Ph
8	S. lycopersicum 8	Sw5
9	S. lycopersicum 9	Asc
10	S. lycopersicum 10	Tm2, Ve, I2, Mi, Cf5
11	S. lycopersicum 11	I3, Ve, Cf9
12	S. lycopersicum 12	Ph
13	S. lycopersicum 13	Asc, I2, Tm2
14	Mo393×S.pimpinellifolium	-
15	Mo628	-
16	Mo500×S.pimpinellifolium	-
17	Mo500×S.racemiierum	-
18	Mo628×S.peruvianum var.humifusum	-
19	Mo393×S.cheesmaniae	-
20	S. lycopersicum 14	Ph

ДНК выделяли из проростков, выращенных на увлажненной фильтровальной бумаге в термостате без доступа света. Выделение производили ЦТАБ-методом без добавления меркапто-этанола. Образцы ДНК разводили в 1 × Трис – ЭДТА (ТЕ) буфере и качество ДНК проверяли с помощью спектрофотометра NanoPhotometer N80 (Implen GmbH). Параметры для ПЦР подбирались в соответствии с R. Kalendar др. (2010).

Реакцию проводили на ДНК-амплификаторе Bio-Rad C1000 (Bio-Rad) при следующих параметрах:

1. Начальная денатурация – 95оС, 5 мин;
2. Далее 35 циклов: 95 °С, 30 сек; 50 °С, 30 сек; 72 °С, 1 мин;
3. Финальная элонгация – 72 °С, 10 мин.

Электрофоретическое разделение продуктов амплификации проводили в течение 1 ч в 2% ТАЕ-агарозном геле.

При генотипировании оценивались продукты амплификации полученные в результате ПЦР-анализа. Учитывались только четкие электрофоретические полосы, слабые полосы игнорировались. Изменения интенсивности полосы не рассматривалось в качестве критерия полиморфизма. Для генотипических данных наличие или отсутствие полосы оценивалось как 1 или 0 соответственно для дальнейшего анализа в Microsoft Excel, при использовании кроссплатформенного пакета для популяционного генетического анализа GenAlEx 6.3 [19]. Модуль AMOVA использовался для расчета генетической изменчивости внутри популяции и между популяциями [13]. Обработку результатов проводили методом главных координат (PCoA). Дендрограмма для изученных генотипов была построена методом «Neighbor-Joining», используя программу MEGA11 [17]. Структурный анализ популяции был проведен с использованием программного обеспечения STRUCTURE [8].

Результаты и обсуждение

При скрининге выборки генотипов использовали 10 iPBS-маркеров (2230, 2078, 2075, 2415, 2273, 2228, 2374, 2375, 2237, 2074), которые при электрофоретическом разделении показали яркие и воспроизводимые продукты амплификации. Полученные данные были использованы для оценки генетического разнообразия 20 образцов томата (рис. 1).

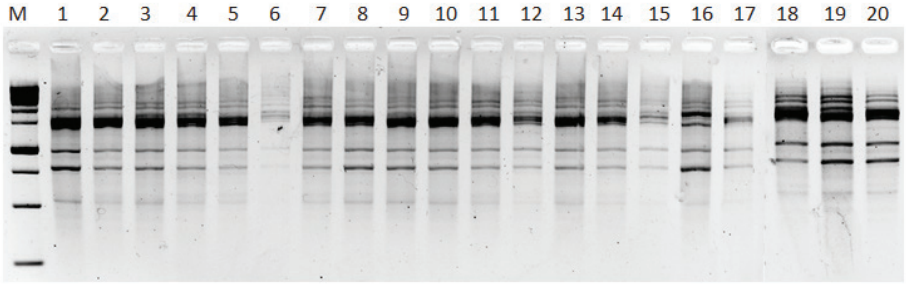


Рисунок 1. Электрофоретическая картина с применением маркера 2230

Примечание – М – Маркер молекулярного веса;
1-20 – генотипы растения томата.

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) с iPBS праймером 2230 дала в общей сложности 100 полос в диапазоне от 250 до 10000 п.н., количество аллелей 20 образцах варьировала 3 до 6 (рис. 2).

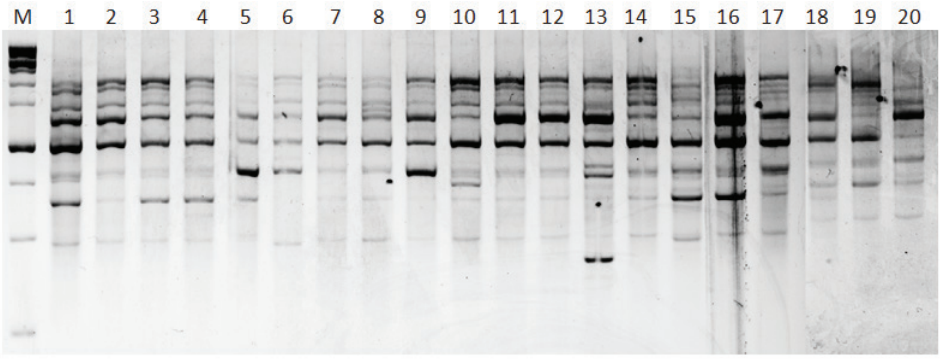


Рисунок 2. Электрофоретическая картина с применением маркера 2078

Примечание: М – маркер молекулярного веса;
1-20 – генотипы растения томата.

iPBS маркер 2078, как показывает фореграмма, содержит 167 фрагмента амплификациии и в среднем 8 полос в 20 образцах (рис. 3).

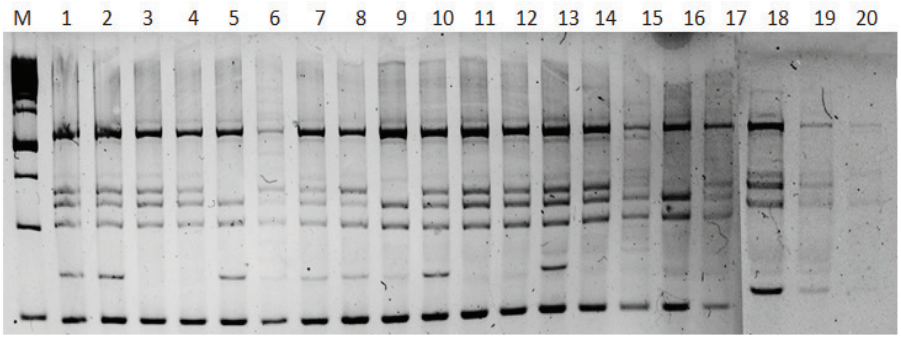


Рисунок 3. Электрофоретическая картина с применением маркера 2075

Примечание – М – маркер молекулярного веса;
1-20 – генотипы растения томата.

С помощью маркера 2075 удалось выделить 100 четких полиморфных продукта с диапазоном от 3 до 5 полос в пределах вариантов (рис. 4).

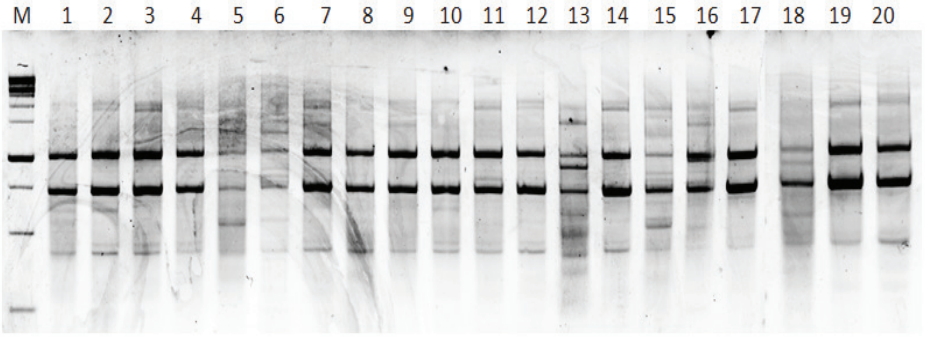


Рисунок 4. Электрофоретическая картина с применением маркера 2415

Примечание – М – маркер молекулярного веса,
1-20 – генотипы растения томата.

Полученные продукты амплификации при использовании праймера 2415 дают 83 четких фрагмента с вариацией среди образцов от 3 до 6 (рис. 5).

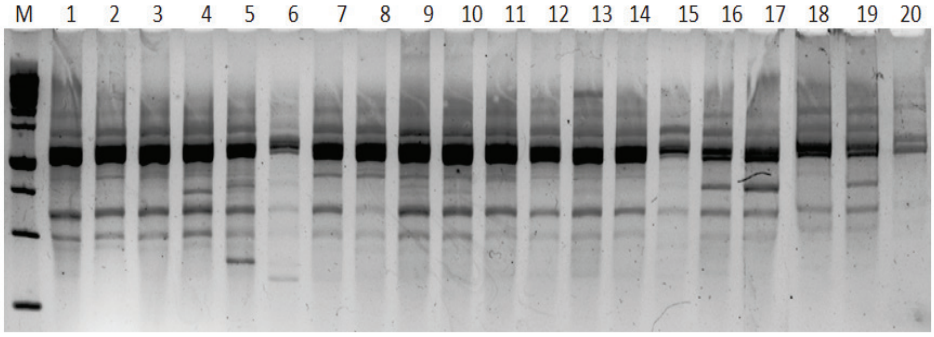


Рисунок 5. Электрофоретическая картина с применением маркера 2373

Примечание – М – маркер молекулярного веса;
1-20 – генотипы растения томата.

Маркер 2273 имел 78 полиморфных продуктов амплификации, каждый образец в своем генотипическом профиле показал наличие от 3 до 6 аллелей (рис. 6).

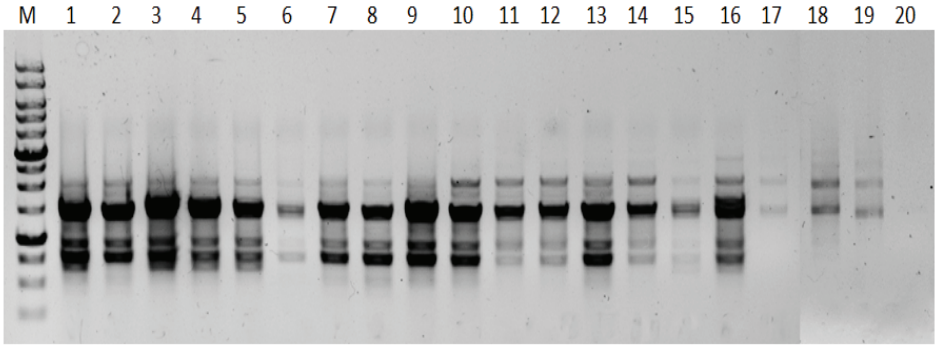


Рисунок 6. Электрофоретическая картина с применением маркера 2228

Примечание – М – маркер молекулярного веса;
1-20 – генотипы растения томата.

Из рисунка видно, что маркер 2228 показал 73 полос на все проанализированные образцы, в диапазоне от 4 до 8 на каждый вариант (рис. 7).

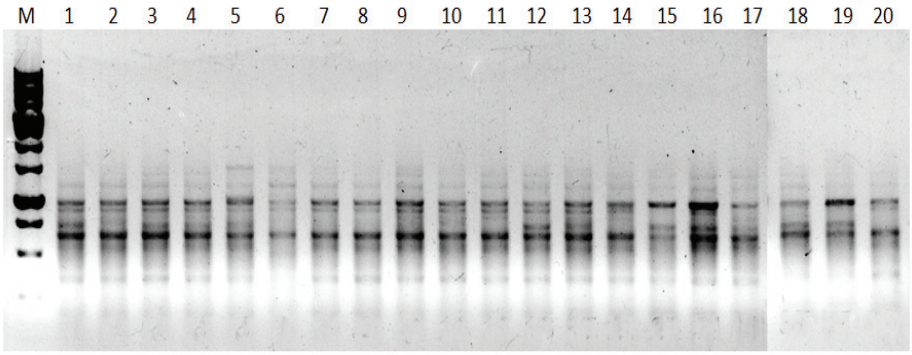


Рисунок 7. Электрофоретическая картина с применением маркера 2374

Примечание – М – маркер молекулярного веса;
1-20 – генотипы растения томата.

С помощью маркера 2374 удалось идентифицировать 105 амплификационных фрагментов среди всей выборки и 4-8 уникальных полос для анализируемого образца (рис. 8).

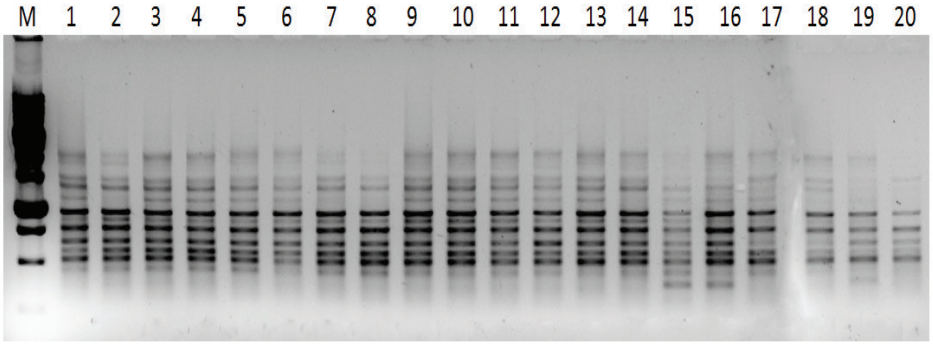


Рисунок 8. Электрофоретическая картина с применением маркера 2375

Примечание – М – маркер молекулярного веса;
1-20 – генотипы растения томата.

Маркер 2375 показал четкие полосы, благодаря чему легко идентифицируется 163 полиморфных продукта (рис. 9).

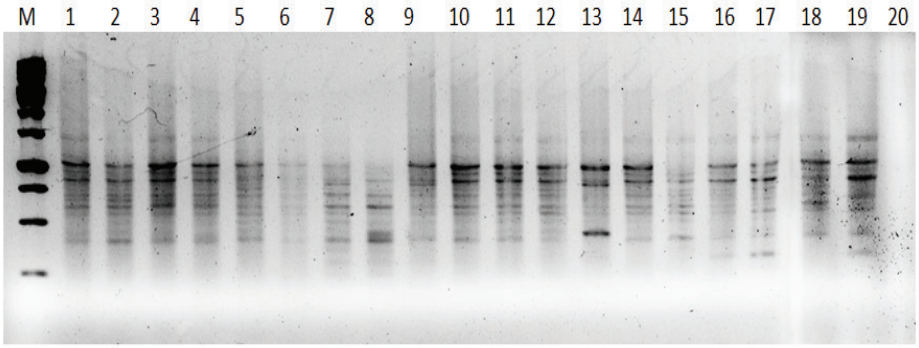


Рисунок 9. Электрофоретическая картина с применением маркера 2237

Примечание – М – маркер молекулярного веса;
1-20 – генотипы растения томата.

С помощью данного маркера было обнаружено 147 полос, количество аллей для каждого образца составило в среднем 8 (рис. 10).

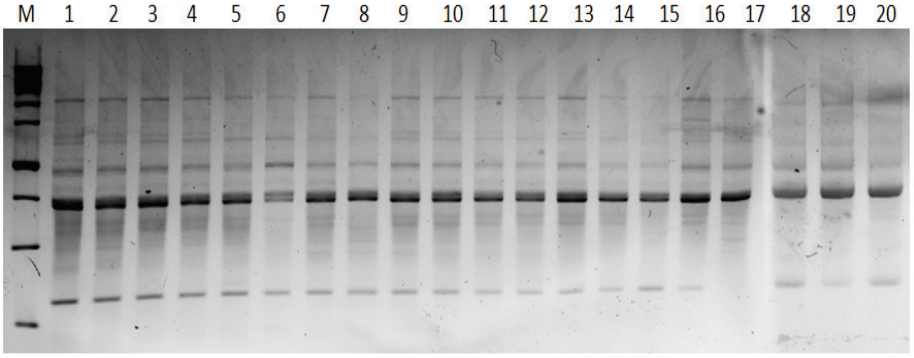


Рисунок 10. Электрофоретическая картина с применением маркера 2074

Примечание – М – маркер молекулярного веса;
1-20 – генотипы растения томата.

iPBS маркер 2074 дает четкие амплификационные продукты, в среднем количество аллелей при анализе 20 образцов было равно 235, видна четкая разница между вариантами. Наибольшее количество полос (14) было идентифицировано у образов под номерами 11 и 17, наименьшее (7) у образца №20. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) с iPBS праймерами дала в общей сложности 1251 полосу в диапазоне от 250 до 10000 п.н. В целом, полимеразная цепная реакция (ПЦР) со всеми iPBS праймерами дала в общей сложности 1251 полосу в диапазоне от 250 до 5000 п.н.

Данные о генетическом разнообразии анализируемых образцов были проанализированы с помощью

макрос расширения AMOVA в программе Microsoft Excel, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты анализа генетического разнообразия

№	Наименование	NP	NTI	TNB	PPL%	NPB	I	h
1	S. lycopersicum 1	1	67	-	-	-	-	-
2	S. lycopersicum 2	1	69	-	-	-	-	-
3	S. lycopersicum 3	1	67	-	-	-	-	-
4	S. lycopersicum 4	1	66	-	-	-	-	-
5	S. lycopersicum 5	1	65	-	-	-	-	-
6	S. lycopersicum 6	1	55	-	-	-	-	-
7	S. lycopersicum 7	1	65	-	-	-	-	-
8	S. lycopersicum 8	1	55	-	-	-	-	-
9	S. lycopersicum 9	1	62	-	-	-	-	-
10	S. lycopersicum 10	1	68	-	-	-	-	-
11	S. lycopersicum 11	1	67	-	-	-	-	-
12	S. lycopersicum 12	1	64	-	-	-	-	-
13	S. lycopersicum 13	1	69	-	-	-	-	-
14	S. lycopersicum 14	1	43	105	74,1	21	0,326	0,207
15	Mo628	2	62	-	-	-	-	-
16	Mo500×S.pimpinellifolium	2	57	-	-	-	-	-
17	Mo500×S.racemiierum	2	73	-	-	-	-	-
18	Mo628×S.peruvianum var.humifusum	2	64	-	-	-	-	-
19	Mo393×S.cheesmaniae	2	58	-	-	-	-	-
20	Mo393×S.pimpinellifolium	2	55	90	48,2	6	0,292	0,201
	Всего	-	1251	111	81,25	52	0,375	0,243

Примечание - NTI - количество электрофоретических полос на генотип;
TNB - общее количество электрофоретических полос;
PPL% - процент полиморфных локусов;
NPB - количество частных полос;
I - индекс Шеннона;
h - индекс разнообразия.

Из таблицы 3 видно, что количество электрофоретических полос у каждого образца варьировало от 43 до 73, наименьший показатель отмечался у сорта *S. lycopersicum* 14, а наибольший - у Mo500× *S. racemiierum*. Значение по показателю NTI составило 1251. Коэффициент полиморфизма был различным среди двух популяций, наиболее высоким (74,1 %) был у группы растений, состоящей из 14 разновидностей гибридных томатов, что говорит высокой генетической разнородности данной группы. PPL % в популяции, состоящей из полукультурных форм томата и одной мутантной формы, составил 48,2 %, из чего можно заключить, что данная группа является более однородной по своему составу, чем первая. Общий процент PPL для всех анализируемых генотипов составил 81,25 %, что объясняется гетерогенностью образцов. В первой группе была обнаружена 21 специфичная аллель, а во второй 6. Индекс Шеннона (I) по всей выборке составил 0,0375, что говорит о высокой дисперсии среди проанализированных образцов. Значения коэффициентов индекса Шеннона и индекса разнообразия по каждой популяции были различными, 0,326 и 0,207 для первой популяции и 0,292 и 0,201 для второй, что объясняется большей величиной численности видов, представленных в первой популяции. Взаимосвязь между генотипами томата рассчитывалась в программе Microsoft Excel. Данные приведены в таблице 4.

Таблица 4. Матрица коэффициентов сходства различия для генотипов томатов

S. lycopersicum 1	S. lycopersicum 2	S. lycopersicum 3	S. lycopersicum 4	S. lycopersicum 5	S. lycopersicum 6	S. lycopersicum 7	S. lycopersicum 8	S. lycopersicum 9	S. lycopersicum 10	S. lycopersicum 11	S. lycopersicum 12	S. lycopersicum 13	S. lycopersicum 14	Mo628	Mo500*S.pimpinellifolium	Mo500*S.racemiierum	Mo628*S.peruvianum var.humifusum	Mo393*S.cheesmaniae	Mo393*S.pimpinellifolium	
0																				S. lycopersicum 1
12	0																			S. lycopersicum 2
18	16	0																		S. lycopersicum 3
25	23	9	0																	S. lycopersicum 4
20	24	24	23	0																S. lycopersicum 5
24	28	28	31	18	0															S. lycopersicum 6
20	18	18	19	20	26	0														S. lycopersicum 7
26	24	26	29	26	28	20	0													S. lycopersicum 8
17	15	19	24	17	23	15	25	0												S. lycopersicum 9
25	23	23	22	27	29	21	25	20	0											S. lycopersicum 10
20	20	16	19	20	24	18	28	13	13	0										S. lycopersicum 11
15	15	19	24	19	21	23	29	12	22	13	0									S. lycopersicum 12
30	30	32	31	28	32	26	38	29	29	30	29	0								S. lycopersicum 13
46	48	46	41	42	38	42	38	41	43	44	43	44	0							S. lycopersicum 14
21	23	15	16	19	21	15	21	20	22	13	20	27	35	0						Mo628
28	34	26	33	28	28	30	28	29	39	30	29	42	36	23	0					Mo500*S.pimpinellifolium
28	32	30	35	28	32	34	42	25	37	30	25	34	44	31	28	0				Mo500*S.racemiierum
35	35	31	34	33	35	31	37	34	34	27	28	37	41	28	33	25	0			Mo628*S.peruvianum var.humifusum
39	43	37	38	41	37	37	37	38	34	37	36	35	25	32	29	35	26	0		Mo393*S.cheesmaniae
40	42	38	35	42	38	38	36	37	35	38	35	46	24	33	32	30	29	15	0	Mo393*S.pimpinellifolium

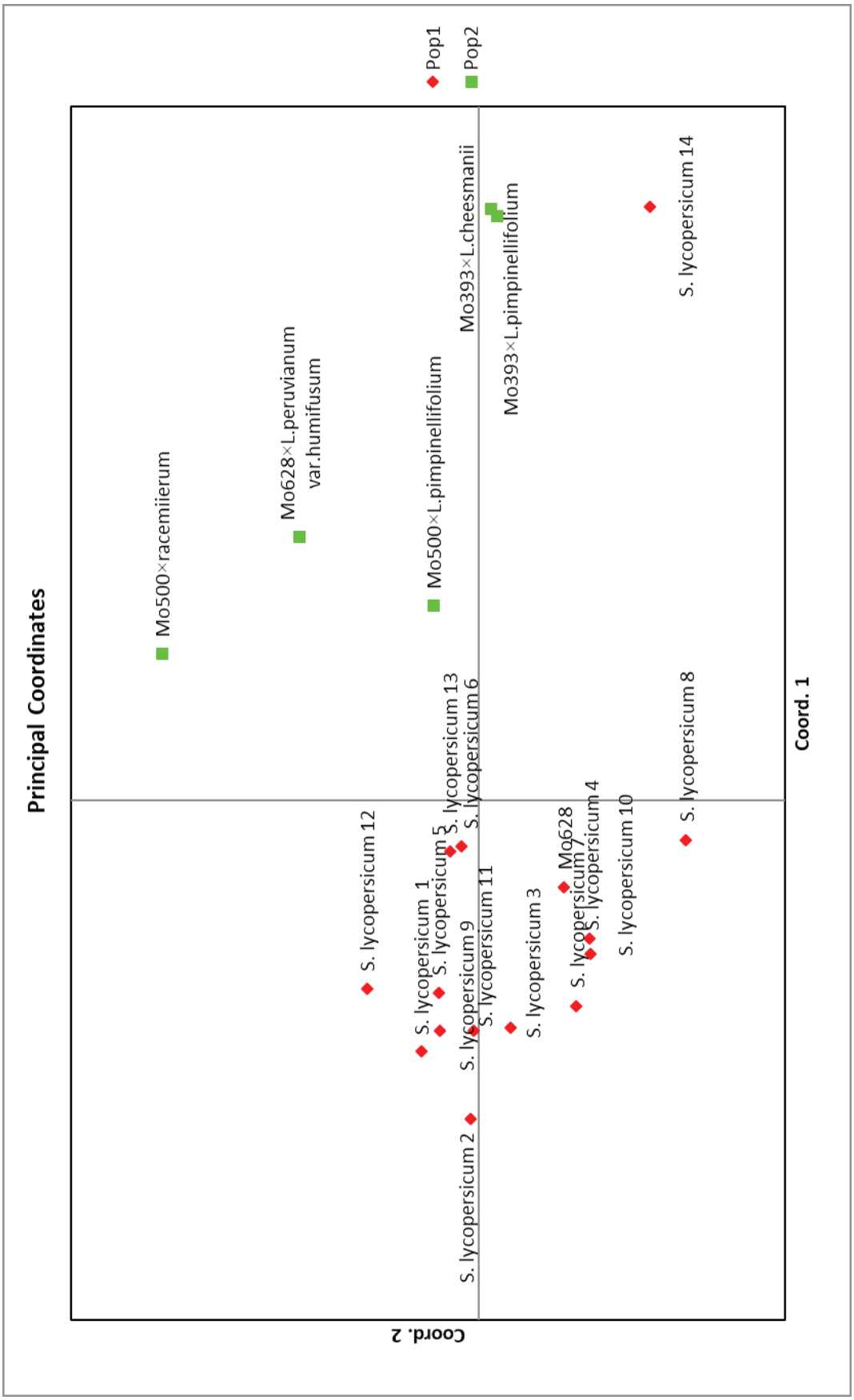


Рисунок 11. График анализа 20 генотипов томата

Для изучения генетических взаимоотношений между образцами был выполнен PCoA анализ. Результаты анализа и само расположение генотипов представлены на рисунке 11. Анализируемые образцы томата можно подразделить на две основные группы, в одну из которых входят мутантные формы с полукультурными подвидами, во вторую, большую - томаты, представленные родом *S. lycopersicum* (рис. 11).

Mo393×*S.cheesmaniae* и Mo393×*S.pimpinellifolium* расположены на одной линии, так как материнским компонентом обеих гибридных комбинаций выступает мутантная форма Mo393; аналогичную зависимость можно наблюдать у гибридов Mo500×*S. pimpinellifolium* и Mo500×*S.racemiierum*, имеющих общего предка Mo500, однако здесь генетическое расстояние намного выше. В среднем расстояния между образцами популяции 2 имеют наиболее удаленное расстояние друг от друга, что обосновано наличием в гибридной популяции генетической плазмы, принадлежащей 4 различным видам *S. pimpinellifolium, S. cheesmaniae, S.peruvianum var. humifusum, S. racemiierum.*

В популяции 1 расстояния между анализируемыми образцами в среднем меньше, чем между формами популяции 2.

№	Название
1	S. lycopersicum 1
2	S. lycopersicum 2
3	S. lycopersicum 3
4	S. lycopersicum 4
5	S. lycopersicum 5
6	S. lycopersicum 6
7	S. lycopersicum 7
8	S. lycopersicum 8
9	S. lycopersicum 9
10	S. lycopersicum 10
11	S. lycopersicum 11
12	S. lycopersicum 12
13	S. lycopersicum 13
14	Mo393×S.pimpinellifolium
15	Mo628
16	Mo500×S.pimpinellifolium
17	Mo500×S.racemiierum
18	Mo628×S.peruvianum var.humifusum
19	Mo393×S.cheesmaniae
20	S. lycopersicum 14

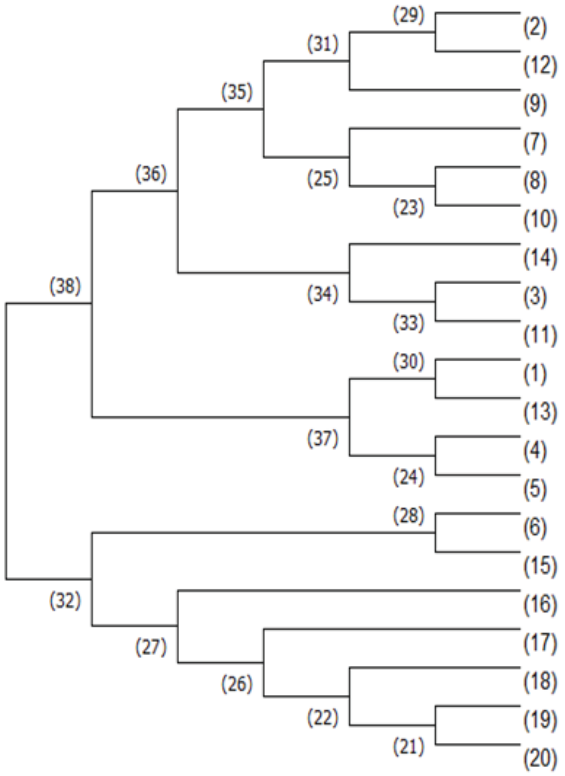


Рисунок 12. Кластеризация 20 генотипов томата методом Neighbor-Joining

С помощью программы MEGA11 была построена дендрограмма проанализированных образцов.

На дендрограмме, полученной с использованием метода «Neighbor-Joining», генотипы были разделены на два больших кластера, в один кластер были вынесены гибридные популяции, имеющие в своем генотипе дикие подвиды томата (*S. pimpinellifolium, S. cheesmaniae, S.peruvianum var. humifusum, S. racemiierum*), во второй кластер - *S. lycopersicum*. Второй кластер в свою очередь подразделяется на ещё две подгруппы отдельно, вынося мутантную форму Mo628. Образованная другая подгруппа имеет отдельные кластеры различных групп, образованные пары *S. lycopersicum* 7, 8 и 10 являются источниками аллелей устойчивости к *Sw5*. На основании полученных данных был сделан вывод о генотипе сорта *S. lycopersicum* 14: расположение данного образца вблизи Mo393×*S. pimpinellifolium* можно объяснить наличием в сорте гена *Ph*, который был идентифицирован и интрогрессирован в культурные виды томата из дикого подвида *S.pimpinellifolium* (рис. 12) [9].

Данные дендрограммы совпадают с полученными результатами PCoA анализа. В обоих случаях видно разделение на два кластера: первый, представленный культурными формами, и второй, состоящий из комбинаций мутантных и диких подвидов. Кластеризация данных генотипов также под-

разделяет *S. lycopersicum* на небольшие кластеры, между которыми отмечается взаимосвязь по генам устойчивости к патогенам, что соответствует данным полученных методом анализа главных компонент.

В дальнейшем был проведен анализ структуры популяции 20 образцов томата в соответствии с данными *iPBS* маркеров с использованием программного обеспечения STRUCTURE (рис. 4-5).

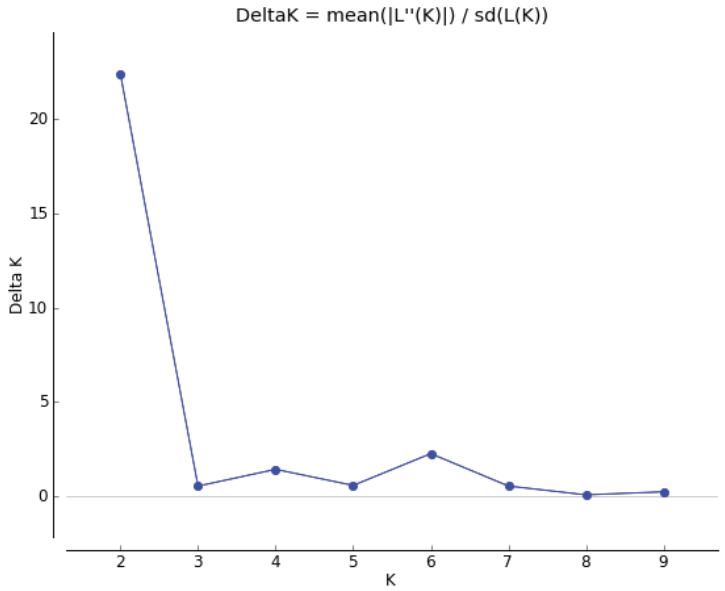
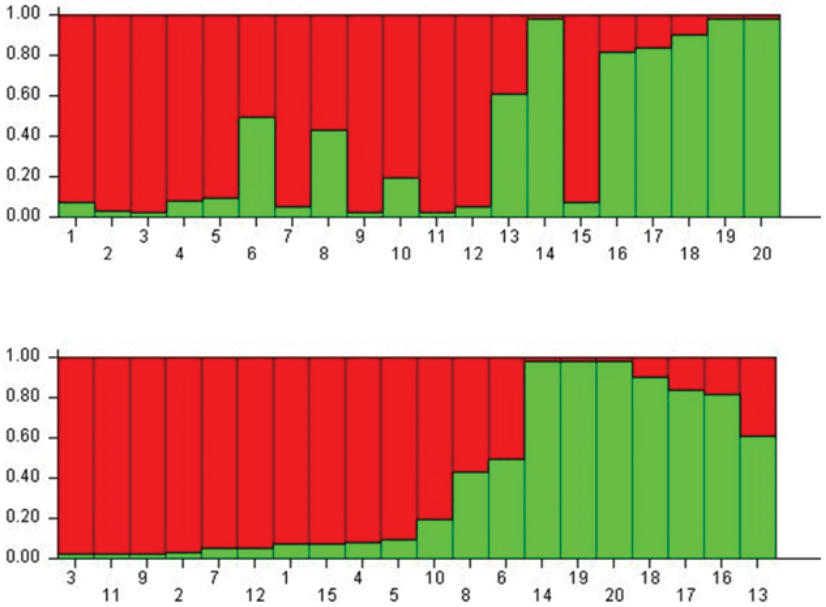


Рисунок 13. График для определения количества K групп, полученный с помощью программного обеспечения STRUCTURE HARVESTER

В программе STRUCTURE было исследовано распределение образцов по количеству мнимых групп (K). Предполагается, что наиболее четко можно разделить генотипы при значении K=2 (рисунок 5) и K=6 (рис. 13).

Данные образцы были разделены на две популяции, поскольку наибольшее значение ΔK \было во втором кластере. Структурный анализ, выполненный при значении K=2, в целом подтвердили результаты анализа Neighbor-Joining и PCoA (рис. 14) [7].

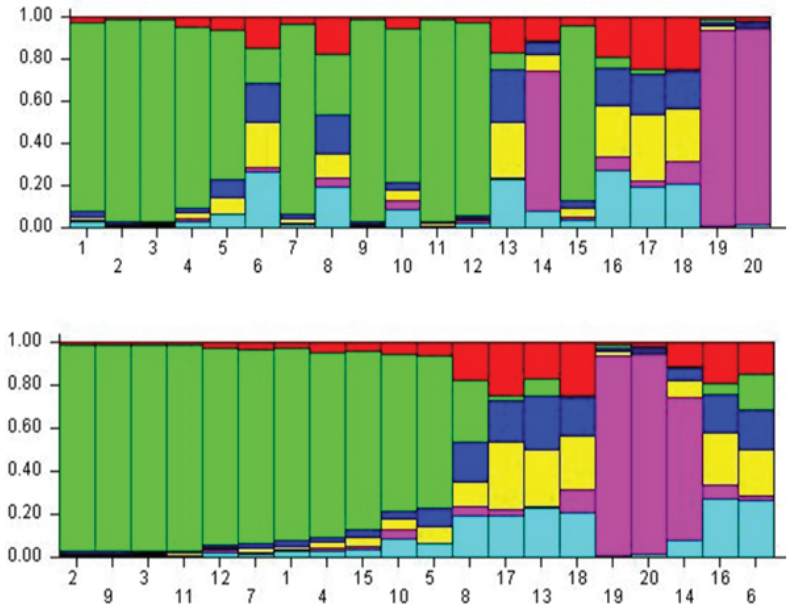


№	Название
1	S. lycopersicum 1
2	S. lycopersicum 2
3	S. lycopersicum 3
4	S. lycopersicum 4
5	S. lycopersicum 5
6	S. lycopersicum 6
7	S. lycopersicum 7
8	S. lycopersicum 8
9	S. lycopersicum 9
10	S. lycopersicum 10
11	S. lycopersicum 11
12	S. lycopersicum 12
13	S. lycopersicum 13
14	Mo393×L.pimpinellifolium
15	Mo628
16	Mo500×L.pimpinellifolium
17	Mo500×racemiierum
18	Mo628×L.peruvianum var.humifusum
19	Mo393×L.cheesmaniae
20	S. lycopersicum 14

Рисунок 14. Генетическая структура 20 генотипов томата, полученная с помощью программного обеспечения STRUCTURE с использованием 10 маркеров iPBS

Образцы под номерами: 14, 19, 20, 18, 17, 16 представлены в большой степени 2 популяцией. Генотипы 6 и 8 показали, что их можно отнести в равной степени, как к первой популяции, так и ко второй популяции (рис.14).

Второе по величине значение ΔK наблюдается в точке 6, на основании этого был построен график, разделяющий анализируемый объем данных на 6 мнимых популяций (рис. 13).



№	Название
1	S. lycopersicum 1
2	S. lycopersicum 2
3	S. lycopersicum 3
4	S. lycopersicum 4
5	S. lycopersicum 5
6	S. lycopersicum 6
7	S. lycopersicum 7
8	S. lycopersicum 8
9	S. lycopersicum 9
10	S. lycopersicum 10
11	S. lycopersicum 11
12	S. lycopersicum 12
13	S. lycopersicum 13
14	Mo393×L.pimpinellifolium
15	Mo628
16	Mo500×L.pimpinellifolium
17	Mo500×racemiierum
18	Mo628×L.peruvianum var.humifusum
19	Mo393×L.cheesmaniae
20	S. lycopersicum 14

Рисунок 15. Генетическая структура 20 генотипов томата, полученная с помощью программного обеспечения STRUCTURE с использованием 10 маркеров iPBS

Примечание - сегменты каждой вертикальной линии показывают присутствие генотипа одной популяции в генотипе другой популяции.

На графике видно, что образцы под номерами 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11 и 15 обособленно выделяются относительно проанализированных образцов, их генотип представлен в основном одним цветом. № 19, 20, 14 также были выделены в отдельный кластер. Генотипы 6, 8, 13, 16, 17 содержат в своем генетическом профиле части шести популяции, а образец 18 – пяти (рис. 15).

В целом, анализ структурной выборки генотипов томата показывает, что 50 % образцов представлено однородными по генотипу образцами томата. Вторая выборка представлена более разнородно и включает кластеры, группирующиеся в соответствии с их происхождением.

Генетические взаимоотношения 20 образцов растений томата были проанализированы с помощью PCoA анализа, кластерным методом Neighbor-Joining и программным обеспечением STRUCTURE 2.3.4, которые дали схожие результаты, из чего можно заключить об эффективности применения данных при анализе генетического разнообразия томата.

С помощью, полученных данных удалось разделить генотипы на две популяции. Популяция 1 представляла собой выборку из 6 образцов, популяция 2 представлена 14 генотипами томата. Внутри популяции удалось выделить три образца: *S. lycopersicum* 6, 8 и 13, которые имеют в своем генотипе признаки первой и второй популяции.

Выводы

В настоящей работе с помощью 10 маркеров *iPBS* было проанализировано 14 образцов *S. lycopersicum* и 5 мутантных видов томата с дикими видами и одной мутантной формы. Данные о наличие генов устойчивости для культурных видов томата к различным заболеваниям известны из заявленного описания коллекционного материала. При биоинформационной обработке данных методами PCoA анализа, кластерным методом Neighbor-Joining и программным обеспечением STRUCTURE 2.3.4 исследуемые образцы томата распределились сходным образом. Полукультурные виды объединились в отдельную группу, а вторая представлена 14 образцами *S. lycopersicum*. В этой группе в свою очередь удалось выделить кластеры, логически группирующиеся по генотипическим особенностям образца.

Таким образом, достаточно четкое разделение образцов показывает эффективность проведения

анализа с помощью *iPBS* маркеров, что позволяет в дальнейших исследованиях использовать данный тип маркерных систем для определения возможных связей родословной образцов томата.

Работа выполнена при поддержке государственной программы «Приоритет 2030».

ЛИТЕРАТУРА

1. Аджиева, В.Ф. Сравнительный анализ полиморфизма микросателлитных маркеров генотипов томата (Solanum lycopersicum L.) белорусской и зарубежной селекции / В.Ф.Аджиева, Н.А.Некрашевич, С.В.Малышев // Молекулярная и прикладная генетика.- 2010. – №11. – С. 11-10.
2. Нековаль, С.Н. Наследование морфологических признаков у межвидовых гибридов F1 растений томата / С.Н. Нековаль, Н.А. Щербаков, Н.И. Бочарникова // Научный журнал КубГАУ.- 2011. - №65. – С.1-11.
3. Чесноков, Ю.В. Генетические ресурсы растений и ускорение селекционного процесса / Ю. В. Чесноков, В. М. Косолапов. - М: ООО «Угрешская типография», 2016. - 172 с.
4. Ali, F. Mobile genomic element diversity in world collection of safflower (Carthamus tinctorius L.) panel using iPBS-retrotransposon markers / F.Ali, A.Yılmaz, M.A. Nadeem E.Habyarimana, I.Subaşı, M.A.Nawaz, H.J.Chaudhary, M.Q.Shahid, S.Ercişli, M.A.Zia, G.Chung, F.S.Baloch // PLoS One. – 2019. - №14(2). – n.pag. doi: 10.1371/journal.pone.0211985.
5. Arens, P. Development and evaluation of robust molecular markers linked to disease resistance in tomato for distinctness, uniformity and stability testing / P.Arens, C.Mansilla, D.Deinum, L.Cavellini, A.Moretti, S.Rolland, H. van der Schoot, D.Calvache, F.Ponz, C.Collonnier, R.Mathis, D.Smilde, C.Caranta, B.Vosman // Theor. Appl.Genet. – 2010. - №120. - P.655–664. doi: 120. 655-64. 10.1007/s00122-009-1183-2.
6. Coutinho, J.P. Molecular characterization of Fagaceae species using inter-primer binding site (iPBS) markers / J.P.Coutinho, A.Carvalho, A.Martín, J.E.Lima-Brito // Mol Biol Rep. – 2018.-№45. - P.133–142. doi: 10.1007/s11033-018-4146-3 10.
7. Dent, A. Earl. STRUCTURE HARVESTER:A website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method / A.Dent Earl, M.Bridgett von Holdt // Conservation Genetics Resources. – 2012. - №4(2). – P.359-361.
8. Evanno, G., Regnaut S., Goudet J. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study / G.Evanno, S.Regnaut, J.Goudet // Molecular Ecology. – 2005. - №14. – P. 2611-2620.
9. Foolad, M. Marker-Assisted Selection in Tomato Breeding. Critical Reviews in Plant Sciences / M.Foolad, D.Panthee // CRIT REV PLANT SCI. – 2012. – №31. - P. 93-123. doi:10.1080/07352689.2011.616057.
10. Guo, D-L. Molecular diversity analysis of grape varieties based on iPBS markers / D-L.Guo, M-X.Guo, X-G.Hou, G.Zhang // Biochemical Systematics and Ecology. – 2014. - №52. - P. 27–32. doi:10.1016/j.bse.2013.10.008.
11. Havecker, E.R. The diversity of LTR retrotransposons / E.R.Havecker, X.Gao, D.F.Voytas // Genome Biol. – 2004. - № 5(6). – P. 225. doi:10.1186/gb-2004-5-6-225.
12. Hossein-Pour, A. Genetic diversity and population structure of quinoa (chenopodium quinoa willd.) Using IPBS-retrotransposons markers / A.Hossein-Pour, K.Haliloglu, G.Ozkan ve M.Tan // Applied ecology and environmental research. – 2019. - №17(2). – P. 1899–1911. doi:10.15666/aeer/1702_18991911.
13. Huang, K. A generalized framework of AMOVA with any number of hierarchies and any level of ploidies / K.Huang, Y.Li, D.W.Dunn, P.Zhang, B.Li // bioRxiv.- 2019. - n.pag.
14. Xu, J.Y. Molecular diversity analysis of Tetradium ruticarpum (WuZhuYu) in China based on inter-primer binding site (iPBS) markers and inter-simple sequence repeat (ISSR) markers / J.Y.Xu, Y.Zhu, Z.Yi, G.Wu, G.Y.Xie, M.J.Qin // Chinese Journal of Natural Medicines. – 2018. - №16. - P.1.doi: 10.1016/S1875-5364(18)30024-4.
15. Kalendar, R. Use of retrotransposonderived genetic markers to analyse genomic variability in plants / R.Kalendar, A.Amenov, A.Daniyarov // Funct Plant Biol. – 2019. - № 46(1). - P.15–29. doi: 10.1071/fp180 98.
16. Kalendar, R. iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation / R.Kalendar, K.Antonius, P.Smykal et al. // Theor Appl Genet. – 2010. - №121(8). - P. 1419–1430. doi: 10.1007/s0012 2-010-1398-2.
17. Kumar, S. MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets / S.Kumar, G.Stecher, K.Tamura // Molecular biology and evolution. – 2016.- № 33(7). – P. 1870-1874.
18. Osei, M.K. Marker-Assisted Selection (MAS): A Fast-Track Tool in Tomato Breeding / M.K. Osei, R.N. Prempeh, J.A.Danquah, J.A.Opoku, A.Danquah, E.Danquah, E.T.Blay, HansAdu-Dapaah // Recent Advances in Tomato Breeding and Production. - 2018. doi:10.5772/intechopen.76007.
19. Peakall, R. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research / R.Peakall, P.E.Smouse // Molecular ecology notes . - 2006.

REFERENCES

1. Adzhieva, V.F. Comparative analysis of polymorphism of microsatellite markers of tomato genotypes (Solanum lycopersicum L.) of Belarusian and foreign breeding / V.F.Adzhieva, N.A.Nekrasevich, S.V.Malyshev // Molecular and applied genetics. - 2010. - №11. – P. 11-10.
2. Chesnokov, Yu.V., Kosolapov V.M. Molecular genetic markers and modern methods of DNA typing. Genetic resources of plants and acceleration of the breeding process. M.: Ugreshskaya tipografiya, 2016.
3. Nekoval, S. N. Inheritance of morphological traits in interspecific F1 hybrids of tomato plants / S. N. Nekoval, N.A. Shherbakov, N.I. Bocharnikova // Nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2011. - № 65. - P. 1-11.
4. Ali, F. Mobile genomic element diversity in world collection of safflower (Carthamus tinctorius L.) panel using iPBS-retrotransposon markers / F.Ali, A.Yılmaz, M.A. Nadeem E.Habyarimana, I.Subaşı, M.A.Nawaz, H.J.Chaudhary, M.Q.Shahid, S.Ercişli, M.A.Zia, G.Chung, F.S.Baloch // PLoS One. – 2019. - №14(2). – n.pag. doi: 10.1371/journal.pone.0211985.
5. Arens, P. Development and evaluation of robust molecular markers linked to disease resistance in tomato for distinctness, uniformity and stability testing / P.Arens, C.Mansilla, D.Deinum, L.Cavellini, A.Moretti, S.Rolland, H. van

der Schoot, D.Calvache, F.Ponz, C.Collonnier, R.Mathis, D.Smilde, C.Caranta, B.Vosman // Theor. Appl.Genet. – 2010. - №120. - P.655–664. doi: 120. 655-64. 10.1007/s00122-009-1183-2.
6. Coutinho, J.P. Molecular characterization of Fagaceae species using inter-primer binding site (iPBS) markers / J.P.Coutinho, A.Carvalho, A.Martín, J.E.Lima-Brito // Mol Biol Rep. – 2018.- № 45. - P. 133–142. doi: 10.1007/s11033-018-4146-3 10.
7. Dent, A. Earl. STRUCTURE HARVESTER:A website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method / A.Dent Earl, M.Bridgett von Holdt // Conservation Genetics Resources. – 2012. - №4(2). – P.359-361.
8. Evanno, G., Regnaut S., Goudet J. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study / G.Evanno, S.Regnaut, J.Goudet // Molecular Ecology. – 2005. - №14. – P. 2611-2620.
9. Foolad, M. Marker-Assisted Selection in Tomato Breeding. Critical Reviews in Plant Sciences / M.Foolad, D.Panthee // CRIT REV PLANT SCI. – 2012. – №31. - P. 93-123. doi:10.1080/07352689.2011.616057.
10. Guo, D-L. Molecular diversity analysis of grape varieties based on iPBS markers / D-L.Guo, M-X.Guo, X-G.Hou, G.Zhang // Biochemical Systematics and Ecology. – 2014. - №52. - P. 27–32. doi:10.1016/j.bse.2013.10.008.
11. Havecker, E.R. The diversity of LTR retrotransposons / E.R.Havecker, X.Gao, D.F.Voytas // Genome Biol. – 2004. - № 5(6). – P. 225. doi:10.1186/gb-2004-5-6-225.
12. Hossein-Pour, A. Genetic diversity and population structure of quinoa (chenopodium quinoa willd.) Using IPBS-retrotransposons markers / A.Hossein-Pour, K.Haliloglu, G.Ozkan ve M.Tan // Applied ecology and environmental research. – 2019. - №17(2). – P. 1899–1911. doi:10.15666/aeer/1702_18991911.
13. Huang, K. A generalized framework of AMOVA with any number of hierarchies and any level of ploidies / K.Huang, Y.Li, D.W.Dunn, P.Zhang, B.Li // bioRxiv.- 2019. - n.pag.
14. Xu, J.Y. Molecular diversity analysis of Tetradium ruticarpum (WuZhuYu) in China based on inter-primer binding site (iPBS) markers and inter-simple sequence repeat (ISSR) markers / J.Y.Xu, Y.Zhu, Z.Yi, G.Wu, G.Y.Xie, M.J.Qin // Chinese Journal of Natural Medicines. – 2018. - №16. - P.1.doi: 10.1016/S1875-5364(18)30024-4.
15. Kalendar, R. Use of retrotransposonderived genetic markers to analyse genomic variability in plants / R.Kalendar, A.Amenov, A.Daniyarov // Funct Plant Biol. – 2019. - № 46(1). - P. 15–29. doi: 10.1071/fp180 98.
16. Kalendar, R. iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation / R.Kalendar, K.Antonius, P.Smykal et al. // Theor Appl Genet. – 2010. - №121(8). - P. 1419–1430. doi: 10.1007/s0012 2-010-1398-2.
17. Kumar, S. MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets / S.Kumar, G.Stecher, K.Tamura // Molecular biology and evolution. – 2016.- № 33(7). – P. 1870-1874.
18. Osei, M.K. Marker-Assisted Selection (MAS): A Fast-Track Tool in Tomato Breeding / M.K. Osei, R.N. Prempeh, J.A.Danquah, J.A.Opoku, A.Danquah, E.Danquah, E.T.Blay, HansAdu-Dapaah // Recent Advances in Tomato Breeding and Production. - 2018. doi:10.5772/intechopen.76007.
19. Peakall, R. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research / R.Peakall, P.E.Smouse // Molecular ecology notes. - 2006.

Светлана Олеговна Корж
Младший научный сотрудник лаборатории информационных, цифровых и биотехнологий
E-mail: S.O.Korzh@yandex.ru

Горун Олеся Леонидовна
Младший научный сотрудник лаборатории информационных, цифровых и биотехнологий
E-mail: olesyagorunflash@gmail.com

Явцева Елена Ивановна
Младший научный сотрудник лаборатории информационных, цифровых и биотехнологий
E-mail: eiena19111983@gmail.com

Елена Викторовна Дубина
Заведующий лабораторией информационных, цифровых и биотехнологий
E-mail: lenakrug1@rambler.ru

Никита Константинович Истомин
Младший научный сотрудник лаборатории информационных, цифровых и биотехнологий
E-mail: istomin_nike@mail.ru,

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»
350921, г. Краснодар, пос.Белозерный, 3

Svetlana Olegovna Korzh
Junior researcher of the Laboratory of Information, Digital and Biotechnologies
E-mail: S.O.Korzh@yandex.ru

Olesya Leonidovna Gorun
Junior researcher of the Laboratory of Information, Digital and Biotechnologies
E-mail: olesyagorunflash@gmail.com

Elena Ivanovna Yavtseva
Junior researcher of the Laboratory of Information, Digital and Biotechnologies
E-mail: eiena19111983@gmail.com

Elena Viktorovna Dubina
Head of the laboratory of information, digital and biotechnology
E-mail: lenakrug1@rambler.ru

Nikita Konstantinovich Istomin
Junior researcher of the Laboratory of Information, Digital and Biotechnologies
E-mail: istomin_nike@mail.ru

All: FSBSI «FSC rice»
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

Александр Валериевич Милованов
Ведущий специалист отдела науки и инноваций
E-mail: milovanov1991@mail.ru

Анастасия Васильевна Елисютикова
Лаборант лаборатории «Молекулярно генетических исследований растений и животных» Департамента по реализации проекта «Генетика и селекция в животноводстве и растениеводстве
E-mail: nas-elisyutikova@yandex.ru

Дарья Сергеевна Савенкова
Лаборант лаборатории «Молекулярно-генетических исследований растений и животных» Департамента по реализации проекта «Генетика и селекция в животноводстве и растениеводстве»
E-mail: dasha_19.99s@mail.ru

Амбарцум Львович Назаров
Аспирант
E-mail: aln8181@mail.ru

Все: ФГБОУ КубГАУ имени И.Т.Трубилина
350044, г. Краснодар, ул.Калинина, 13

Aleksandr Valerievich Milovanov
Leading specialist of the Department of Science and Innovation
E-mail: milovanov1991@mail.ru

Anastasiya Vasilevna Elisyutikova
Assistant of the Laboratory of “Molecular Genetic Research of Plants and Animals” of the Department for the implementation of the project “Genetics and Breeding in Animal Husbandry and Plant Growing”
E-mail: nas-elisyutikova@yandex.ru

Darya Sergeevna Savenkova
Laboratory assistant of the Laboratory of “Molecular Genetic Research of Plants and Animals” of the Department for the implementation of the project “Genetics and Breeding in Animal Husbandry and Plant Growing”
E-mail: dasha_19.99s@mail.ru

Ambarczum Lvovich Nazarov
Graduate student
E-mail: aln8181@mail.ru

All: FGBOU KubGAU named after I.T.Trubilin
13, str. Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-97-107
УДК 633. 18:631.52:631.523

Чижикова С.С., канд. биол. наук,
Папулова Э.Ю., канд. биол. наук,
Ладатко М.А., канд. с.-х. наук,
Зеленский Г.Л., д-р с.-х. наук, профессор,
Туманьян Н.Г., д-р биол. наук, профессор
г. Краснодар, Россия

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА РИСА В СВЯЗИ С ДОЗАМИ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И НОРМАМИ ВЫСЕВА СЕМЯН

Важнейшим фактором получения высоких урожаев риса является обеспечение сбалансированного минерального питания растений, существенной частью которого является азот. Реакция сортов риса на дозы азотного питания в связи с качеством зерна изучена недостаточно. Целью исследования является изучение влияния азотного питания и норм высева семян на технологические признаки качества зерна риса. Материалом исследования служили сорта селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» Рубикон, Полюс 5, Утес и Рапан 2. Сорта риса были выращены на ОПУ ФНЦ риса при различных дозах азотного питания (д.в. кг/га): N_0, N_{92}, N_{138}, N_{184}. Нормы высева семян 4,0; 6,0 и 8,0 млн шт/га всхожих семян. Оценку качества зерна риса по признакам масса 1000 абсолютно сухих зерен, стекловидность, трещиноватость зерна, общий выход крупы и содержания в ней целого ядра проводили по межгосударственным и национальным ГОСТам и в соответствии с инструкциями к научным приборам. Однозначного влияния нормы высева в различных вариантах внесения азотных удобрений обнаружено не было. При возрастании доз азотных удобрений с 92 д.в. кг/га, отмечается тенденция снижения крупности зерна у сортов Рубикон, Полюс 5 и Утес. У сорта Рапан 2 крупность зерна менялась незначительно. Существенной разницы в показателях стекловидности в вариантах опыта не обнаружено. Трещиноватость зерна у сортов Рубикон и Полюс 5 при всех нормах высева в условиях повышения доз азотных удобрений до 184 д.в. кг/га снижалась. У сортов Рапан 2 и Утес (2021 г.) показатели повышались при N_{92} д.в. кг/га. Для показателя общего выхода крупы отмечена тенденция возрастать при повышении норм высева и доз азотных удобрений для большинства сортов. Снижение трещиноватости с увеличением доз азотных удобрений до 184 д.в. кг/га приводило к повышению содержания целого ядра в крупе. Сорт Рапан 2 характеризовался стабильностью в различных условиях выращивания.

Ключевые слова: *рис, сорт, удобрения, норма высева семян.*

TECHNOLOGICAL TRAITS OF RICE GRAIN QUALITY IN CONNECTION WITH DOSES OF MINERAL FERTILIZERS AND SEEDING RATES

The most important factor in obtaining high yields of rice is to ensure a balanced mineral nutrition of plants, the most important part of which is nitrogen. The response of rice varieties to doses of nitrogen nutrition in connection with grain quality has not been studied enough. The purpose of the research is to study the effect of nitrogen nutrition and seeding rates on the technological traits of rice grain quality. The material for the study were the varieties bred by FSBSI Federal Scientific Rice Centre: Rubikon, Polus 5, Utes and Rapan 2. Rice varieties were grown on experimental plot of Federal Scientific Rice Centre with different doses of nitrogen nutrition (a.i. kg/ha): N_0, N_{92}, N_{138}, N_{184}. Seeding rates were 4,0; 6,0 and 8,0 mln pcs/ha of germinating seeds. The assessment of rice grain quality by the traits of mass of 1000 absolutely dry grains, vitreousity, grain fracturing, total milling yield and head rice content was carried out according to interstate and national state standards and in accordance with the instructions for scientific instruments. No unequivocal influence of the seeding rate in various options for applying nitrogen fertilizers was found. With an increase in the doses of nitrogen fertilizers from 92 a.i. kg/ha, there is a tendency to reduce grain size in varieties Rubikon, Polus 5 and Utes. In the variety Rapan the grain size changed slightly. There was no significant difference in vitreousity between the experimental variants. The grain fracturing decreased in varieties Rubikon and Polyus 5 at all seeding rates under conditions of increasing doses of nitrogen fertilizers up to 184 a.i. kg/ha. In varieties Rapan 2 and Utes, the indicators increased at N_{92} a.i. kg/ha. For the indicator of total milling yield, there was a tendency to increase with an increase in seeding rates and doses of nitrogen fertilizers for most varieties. Decreased fracturing with increasing doses of nitrogen fertilizers up to 184 a.i. kg/ha led to an increase in the head rice content. Variety Rapan 2 was characterized by stability under various growing conditions.

Keywords: *rice, variety, fertilizers, seeding rate.*

Введение

Рис (*Oryza sativa* L.) является одной из ведущих сельскохозяйственных культур наряду с пшеницей и кукурузой. Рисопродукты - основной источник

питания 2,5 млрд. человек в Азии и сотен миллионов людей на остальных континентах. Урожайность зерновых неуклонно растет с 1940-х годов благодаря селекционным усилиям, направленным на создание новых сортов и совершенствование технологии возделывания [2, 3]. Современные достижения в рисосеянии обусловлены созданием и внедрением высокоурожайных сортов с повышенными технологическими признаками качества зерна и ценными потребительскими достоинствами. Определяющим фактором получения высоких урожаев риса является обеспечение сбалансированного минерального питания растений, важнейшей частью которого является азот [3]. Недостаток азота в почве в период всходов - кущения приводит к резкому снижению урожая, избыточное азотное питание - к израстанию и полеганию, поражению пирикуляриозом. Эффективное действие азотных удобрений продолжается в течение 10-15 дней, поэтому под рис их применяют дробно: от 25 до 70 % азота от запланированной дозы вносят в основной прием за 2-3 дня до посева риса, дальнейшая потребность растений в азотном питании удовлетворяется за счет подкормок [3, 7, 8]. Рисовые зерна при наливе наиболее чувствительны к азотному состоянию растений. Повышенные дозы азота в эту фазу могут привести к увеличению содержания белка и уменьшению содержания амилозы [16, 23]. При применении комбинированных (органические и неорганические азотные удобрения) обработок содержание амилозы так же снижается [25, 13]. Доказано, что существует оптимальное время для внесения азотной подкормки, которое позволяет уменьшить количество и размеры мучнистых пятен в зерновке на единицу прироста содержания [20, 24]. Согласно исследованиям зарубежных авторов внесение азотных удобрений и доступность азота влияют на рост растений, площадь листьев, содержание пигментов и существенное увеличение урожайности зерна риса (на 18-41 %), содержания белка (0,1 - 0,7 %) [11, 12, 17]. Уровень азотного питания так же влияет на содержание белка и амилозы. При более высоких дозах азотного питания содержание белка значительно выше, в то время как содержание амилозы значительно ниже. При этом более низкое содержание амилозы приводит к улучшению кулинарных и пищевых достоинств крупы риса. В результате внесения азотных удобрений в количестве 120 кг/га урожайность риса увеличивается до 80 % и значительно повышается качество зерна [10, 15]. Ранее проведенные исследования свидетельствуют о неоднозначном влиянии уровня минерального питания на качество риса. При сбалансированном азотном питании увеличивается масса 1000 зерен, стекловидность зерна, снижается количество трещиноватых, недоразвитых зерен и пленчатость [4, 14]. Однако дальнейшее увеличение дозы приводит к обратному результату. По данным А.Х. Шеуджена, увеличивается трещиноватость эндосперма зерновки, снижается стекловидность и масса зерновки при увеличении доз азотных удобрений [7]. Чрезмерное использование азотных удобрений также способствует ухудшению кулинарных достоинств риса. В Китае в среднем применяют 193 д.в. кг/га азота, что на 90 % выше, чем в среднем в мире [9, 16, 18, 22]. При более высоких дозах азота основная причина ухудшения качества зерна связана с повышенным содержанием белка, хотя более низкое содержание амилозы может способствовать улучшению свойств клейстеризации крахмала [19, 21].

При обеспечении сбалансированного минерального питания дальнейшее повышение продуктивности риса возможно за счет изменения его архитектоники [2]. Существенный вклад в решение этой проблемы должны внести достижения в области селекции, а именно создание сортов нового типа с хорошими адаптационными свойствами фотосинтетического аппарата и способностью эффективно использовать лучистую энергию солнца. Перспективными в этом направлении считаются растения с эректоидными листьями. Располагаясь в посеве почти вертикально, листья и побеги у таких растений освещаются равномерно, обеспечивая хороший доступ углекислоты, что интенсифицирует фотосинтез [1, 4]. Сорта с эректоидным расположением листьев позволяют загущать посевы и увеличивать продуктивность ценоза за счет сохранения зеленой окраски листьев и высокое содержание влаги в них даже после наступления полной спелости зерна [5, 6]. Таким образом, для получения урожаев с высоким качеством зерна необходима разработка агротехнических приемов для сортов, включающая оптимальные нормы высева и уровень азотного питания. Соблюдая эти условия, рисоводы могут максимально использовать биологические особенности каждого сорта.

Цель исследований

Изучить влияние азотного питания и норм высева семян на технологические признаки качества зерна риса.

Материалы и методы

Материалом исследований служили вертикальнолистные сорта селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» Рубикон, Полюс 5 и сорта, имеющий обычные листья: Утес и Рапан 2 st. Сорт Полюс 5 (Oryza sativa L., sub. sp. japonica, var. italica) относится к среднепозднеспелой группе с вегетационным периодом в среднем 121 день. Высота растения 90 см. Метелка длинная (17-18 см), поникающая, цветковые чешуи соломенно-желтого цвета, со слабым опушением, без остей. Стебли средней толщины. Озерненность метелки в среднем 194 шт., число колосков на 1 см метелки 11,1 шт. Масса 1000 зерен 28,5 г, плёнчатость

16,0 %, стерильность 5,3 %. Общий выход крупы 73,2 %, в том числе целого ядра 80,9 %. Качество крупы: крупа и каша белая, рассыпчатая, с хорошими кулинарными и вкусовыми показателями. Отношение длины зерновки к ширине (l/b) 2,4. Содержание амилозы 19,6 %. Устойчивость к полеганию высокая. Пригодность к механической уборке: не осыпается, но обмолачивается легко. В полевых условиях не поражается пирикуляриозом, при искусственном заражении – среднеустойчив. Отличительная особенность сорта – имеет эректоидные листья, прижатые к стеблю. Агротехнические особенности выращивания сорта: сроки посева: 1-5 мая; нормы высева 210 кг/га; отношение к удобрениям (дозы): $N_{150}P_{90}K_{60}$. Лучшие предшественники: многолетние травы, рапс, мелиоративное поле. Урожайность в среднем за три года составила 9,42 т/га.

Сорт Рубикон (Oryza sativa L., sub. Sp. japonica, var. italica) относится к среднеспелой группе с вегетационным периодом в среднем 117 дней. Высота растения 82 см. Метелка длинная (16-17 см), поникающая, цветковые чешуи соломенно-желтого цвета, со слабым опушением, без остей. Стебли средней толщины. Озерненность метелки в среднем 188 шт., число колосков на 1 см метелки 11,4 шт. Масса 1000 зерен 29,2 г, плёнчатость 16,9 %, стерильность 5,5 %. Общий выход крупы 72,6 %, в том числе целого ядра 80,9 % (данные за три года). Крупа и каша белая, рассыпчатая, с хорошими кулинарными и вкусовыми показателями. Отношение длины зерновки к ширине (l/b) 2,4. Содержание амилозы 19,8 %. Устойчивость к полеганию высокая. Пригодность к механической уборке: не осыпается, но обмолачивается легко. В полевых условиях не поражается пирикуляриозом, при искусственном заражении – среднеустойчив. Важнейшие отличительные особенности сорта Рубикон – эректоидные листья, прижатые к стеблю. Агротехнические особенности выращивания сорта: сроки посева: 1-5 мая; нормы высева 210 кг/га; отношение к удобрениям (дозы): $N_{150}P_{90}K_{60}$. Лучшие предшественники: многолетние травы, рапс, мелиоративное поле. Урожайность: в среднем за три года составила 9,25 т/га.

Сорт риса Утес (Oryza sativa L., sub. Sp. japonica, var. italica) относится к среднеспелой группе с вегетационным периодом в среднем 117 дней. Высота растения 90 см. Метелка эректоидная при выметывании и среднепоникающая при созревании зерна, средней крупности (16,6 см), хорошо озерненная, цветковые чешуи соломенно-желтые, без остей. Озерненность метелки: 176 колосков, с низкой стерильностью (4,2 %), число колосков на 1 см метелки:10,6 шт. Толщина стебля 0,8 см. Масса 1000 зерен 29,7 г, плёнчатость 18,5 %. Общий выход крупы 71,5 %, в том числе целого ядра 85,1 %. Крупа и каша белая, рассыпчатая, с хорошими кулинарными и вкусовыми показателями. Отношение длины зерновки к ширине (l/b) 2,5. Содержание амилозы 19,0 %. Устойчивость к полеганию высокая. Пригодность к механической уборке: пригоден для прямого и раздельного комбайнирования. В полевых условиях не поражается пирикуляриозом, при искусственном заражении поражаемость пирикуляриозом 17,8 %. Важнейшие отличительные особенности сорта: короткостебельный сорт, с компактным кустом, с поникающей метелкой при созревании. Агротехнические особенности выращивания сорта: сроки посева 1-5 мая; нормы высева 210 кг/га; отношение к удобрениям (дозы): $N_{130}P_{90}K_{60}$. Лучшие предшественники: многолетние травы, рапс, чистый пар. Урожайность 8,98 т/га.

Сорт риса Рапан 2 (italica Alef) создан методом индивидуального отбора из сорта риса Рапан, патент № 10935 от 26.02.2020 г. Вегетационный период составляет 107-112 дней. Высота растений 90-95 см. Стебель средней толщины, прочный, полый. Лист промежуточный. Метелка вертикальная со слабым изгибом в фазе полной спелости. Цветковые чешуи соломенно-желтые, слабо опушенные. Зерновка средняя, округлая, отношение длины зерновки к ширине (l/b) 2,0-2,2. Масса 1000 зерен 27-28 г, стекловидность 93-97 %, пленчатость 17,5-18,5 %, выход крупы 70-72 %, содержание целого ядра в крупе 90-94 %. Цвет крупы и каши белый. Устойчивость к пирикуляриозу средняя. Сорт устойчив к полеганию, осыпанию, но пригоден к уборке прямым комбайнированием. В конкурсном испытании формировал урожайность от 79,0 до 98,0 ц/га. В экологическом испытании 2017 года по предшественнику озимый ячмень показал урожайность 113,0 ц/га. В опытах по производственной проверке в ФГУП «Красноармейский» им. А.И.Майстренко урожайность сорта составила 84,0 ц/га, а в ОНО ОП ЭСП Красное» - 72,0 ц/га.

Сорта риса были выращены на ОПУ ФНЦ риса при различных дозах азотного питания д.в. кг/га: N_0, N_{92}, N_{138}, $N_{184.}$ Нормы высева семян 4,0; 6,0 и 8,0 млн шт/га всхожих семян. Оценку качества зерна риса проводили на сертифицированном оборудовании по межгосударственным и национальным ГОСТам и в соответствии с инструкциями к научным приборам: определение массы 1000 абсолютно сухих зерен - по ГОСТу 10842-89 (использовали анализатор влажности ЭЛВИЗ-2, установку воздушно-тепловую АСЭШ-8-2 и счетчик семян SLY-C), стекловидность зерна - по ГОСТу 10987-76, трещиноватость и стекловидность зерна - в проходящем свете (прибор ДСЗ-3). Математическую и статистическую обработку данных проводили с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Одними из основных факторов, оказывающих ключевое влияние на качество зерна риса, являют-

ся дозы азотного питания и нормы высева семян. Результаты по оценке качества зерна сортов риса, выращенных с использованием различных доз азота и норм высева, представлены в таблицах 1–5.

Таблица 1. Крупность зерна сортов риса, выращенных на ОПУ ФГБНУ ФНЦ риса, урожаи 2020, 2021 гг.

Сорт	Год	Норма высева семян, млн шт/га	Дозы азотных удобрений, д.в. кг/га				$НСР_{05}$
			0	92	138	184	
Рапан 2	2021	4,0	26,0	26,8	26,5	26,0	0,32
		6,0	25,6	26,7	26,1	26,1	0,21
		8,0	25,3	26,3	25,5	25,3	0,16
$НСР_{05}$			0,35	0,13	0,39	0,39	
Рубикон	2021	4,0	26,5	25,7	25,4	24,7	0,19
		6,0	27,5	27,0	25,7	24,9	0,10
		8,0	27,0	26,5	25,2	24,8	0,15
$НСР_{05}$			0,13	0,13	0,23	0,23	
Полюс 5	2021	4,0	26,8	27,0	24,5	24,2	0,25
		6,0	26,8	26,8	25,0	24,1	0,06
		8,0	26,4	26,2	25,0	24,9	0,12
$НСР_{05}$			0,12	0,13	0,13	0,13	
Утес	2020	4,0	28,4	26,4	26,8	26,0	0,25
		6,0	28,3	26,2	26,4	26,1	0,21
		8,0	28,0	26,3	26,8	26,2	0,10
$НСР_{05}$			0,13	0,13	0,13	0,26	
Утес	2021	4,0	28,6	28,4	27,7	27,0	0,10
		6,0	28,8	28,7	28,1	27,4	0,28
		8,0	28,7	28,6	28,3	27,7	0,20
$НСР_{05}$			0,13	0,13	0,13	0,26	

Крупность зерна сорта Рапан 2 при всех нормах высева повышалась при N_{92} по сравнению с крупностью при N_0: с нормой высева 4,0 млн шт/га всхожих семян – на 0,8 г, с 6,0 – на 1,1 г, с 8,0 – на 1,0 г. А при дозе азота 138 и 184 д. в. кг/га происходило снижение показателей этого признака по сравнению с крупностью при N_{92} соответственно на 0,3 и 0,8 г (при норме высева 4,0 млн. шт/га всхожих семян), на 0,6 г в обоих случаях (при 6,0) и на 0,8 и 1,0 (при 8,0). У сортов Рубикон и Утес урожая 2021 года наблюдали снижение массы 1000 а. с. зерен при увеличении доз азотного питания при всех нормах высева. У сорта Рубикон при норме высева 4,0 млн шт/га всхожих семян от N_0 до N_{184} – на 0,8, 1,1 и 1,8 г соответственно, при норме высева 6,0 млн шт/га всхожих семян – на 0,5, 1,8 и 2,6 г соответственно, при норме высева 8,0 млн шт/га всхожих семян – на 0,5, 1,8 и 2,2 г соответственно. У сорта Утес (2021) при норме высева 4,0 млн шт/га всхожих семян от N_0 до N_{184} – на 0,2, 0,9 и 1,6 г соответственно, при норме высева 6,0 млн шт/га всхожих семян – на 0,1, 0,7 и 1,4 г соответственно, при норме высева 8,0 млн шт/га всхожих семян – на 0,1, 0,4 и 1,0 г соответственно. У сорта Утес урожая 2020 года наблюдали снижение массы 1000 а. с. зерен при N_{92} при всех нормах высева – на 2, 2,1 и 1,7 г соответственно, далее увеличение показателей этого признака при N_{138} соответственно – на 0,4, 0,2 и 0,5 г, а затем снижение крупности – на 0,8, 0,3 и 0,6 г соответственно. У сорта Полюс 5 отмечали неоднозначное изменение крупности в зависимости от нормы высева при N_{92}: при норме высева 4,0 млн шт/га всхожих семян масса 1000 а.с. зерен увеличилась на 0,2 г, при 6,0 – она была одинакова, при 8,0 – показатель этого признака снизился на 0,2 г. При N_{138} и N_{184} происходило снижение крупности по сравнению с показателями это признака при N_{92} – на 2,5, 1,8, 1,2 г и на 2,8, 2,7, 1,3 г соответственно. Снижение крупности некоторых сортов при повышении дозы азота может быть обосновано повышением озерненности метелки, и, как следствие, увеличением недозрелых зерновок риса.

Неоднозначный характер изменений по признаку «стекловидность» был отмечен у всех сортов риса (табл. 2).

Таблица 2. Стекловидность сортов риса, выращенных на ОПУ ФГБНУ ФНЦ риса, урожаи 2020, 2021 гг.

Сорт, год	Год	Норма высева семян, млн шт/га	Дозы азотных удобрений, д.в. кг/га				$НСР_{05}$
			0	92	138	184	
Рапан 2	2021	4,0	96	95	96	95	2,6
		6,0	97	95	95	94	2,8
		8,0	96	96	95	95	2,2
$НСР_{05}$			5,2	1,5	3,8	3,5	
Рубикон	2021	4,0	91	92	92	93	1,2
		6,0	92	92	91	93	1,2
		8,0	90	92	91	92	1,6
$НСР_{05}$			1,3	2,9	1,3	1,3	
Полюс 5	2021	4,0	90	87	87	87	1,2
		6,0	89	88	87	87	1,2
		8,0	90	91	91	92	1,7
$НСР_{05}$			1,3	1,3	1,3	1,3	
Утес	2020	4,0	91	92	92	89	1,9
		6,0	91	91	91	89	1,2
		8,0	90	90	90	86	1,2
$НСР_{05}$			2,1	1,3	1,3	1,3	
Утес	2021	4,0	95	97	92	93	1,0
		6,0	96	97	93	90	1,2
		8,0	97	95	96	94	1,0
$НСР_{05}$			3,1	1,3	1,3	1,3	

У сорта Рапан 2 этот признак имел незначительные различия в зависимости от доз азота и норм высева - 94-97 %. У сорта Рубикон – 90-93 %. У сорта Полюс 5 при норме высева 4,0 млн шт/га всхожих семян вариант без азота имел максимальный показатель по признаку «стекловидность» (90 %), в остальных вариантах с этой нормой высева стекловидность была одинаковой (87 %). При норме высева 6,0 и 8,0 млн шт/га всхожих семян этот признак имел незначительные различия в зависимости от доз азота - 87-89 % и 90-92 % соответственно. У сорта Утес урожая 2020 года при норме высева 4,0 млн шт/га всхожих семян стекловидность варьировала от 89 до 92 %. При норме высева 6,0 млн шт/га всхожих семян этот признак был одинаков почти при всех дозах азота. Неизменным в зависимости от доз азота был этот параметр и при норме высева 8,0 млн шт/га всхожих семян (90 %), и только при N_{184} стекловидность незначительно снизилась на 4 % по сравнению с остальными показателями. У сорта Утес урожая 2021 года показатель этого признака составил от 90 до 97 %. Увеличение доз азота может приводить к увеличению количества подгонов у растения и к снижению стекловидности. Показатели трещиноватости зерна сортов риса представлены в таблице 3.

Таблица 3. Трещиноватость сортов риса, урожаи 2020, 2021 гг.

Сорт	Год	Норма высева семян, млн шт/га	Дозы азотных удобрений, д.в. кг/га				$НСР_{05}$
			0	92	138	184	
Рапан 2	2021	4,0	8	9	10	10	1,0
		6,0	7	10	8	6	1,7
		8,0	7	14	5	5	1,9
$НСР_{05}$			1,3	1,3	3,5	2,6	
Рубикон	2021	4,0	27	26	20	19	1,0
		6,0	28	25	23	16	2,0
		8,0	23	23	24	21	1,2
$НСР_{05}$			1,3	2,0	1,3	1,3	
Полюс 5	2021	4,0	39	39	33	26	1,2
		6,0	41	39	31	31	1,2
		8,0	45	35	33	33	1,9
$НСР_{05}$			2,6	1,3	1,8	2,6	

Продолжение таблицы 1

Сорт	Год	Норма высева семян, млн шт/га	Дозы азотных удобрений, д.в. кг/га				$НСР_{05}$
			0	92	138	184	
Утес	2020	4,0	10	14	9	8	1,2
		6,0	9	14	9	9	2,1
		8,0	9	17	7	7	1,2
$НСР_{05}$			1,3	1,3	1,3	2,3	
Утес	2021	4,0	14	9	10	9	1,2
		6,0	19	9	9	8	1,0
		8,0	10	14	10	9	1,9
$НСР_{05}$			1,3	3,5	1,3	1,3	

У сорта Рапан 2 при норме высева 4,0 и 6,0 млн шт/га всхожих семян этот признак имел незначительные различия в зависимости от доз азота – 6-10 %. При норме высева 8,0 млн шт/га всхожих семян трещиноватость сначала повысилась на 7 % при повышении дозы азота до N_{92}, затем снизилась на 9 %. У сорта Рубикон при нормах высева 4,0 и 6,0 млн шт/га всхожих семян этот признак снижался с повышением доз азота по сравнении с N_0 соответственно – на 1, 7 и 8 % и на 3, 5 и 12 %. При норме высева 8,0 млн шт/га всхожих семян показатель этого признака был в пределах 21-24 %. У сорта Полюс 5 при всех нормах высева с увеличением доз азота происходило снижение трещиноватости. У сорта Утес урожая 2020 года при всех нормах высева происходило увеличение трещиноватости при N_{92} по сравнению с N_0 соответственно на 4, 5 и 8 %, затем ее снижение по сравнению с N_{92} соответственно на 5, 5 и 10 %. Похожая тенденция по признаку «трещиноватость» наметилась у сорта Утес урожая 2021 года при норме высева семян 8,0 млн шт/га всхожих семян. Показатель этого признака увеличивался при N_{92} по сравнению с N_0 соответственно на 4 %, затем снизился при повышении дозы азота на 4 %. При нормах высева 4,0 и 6,0 были отмечены максимальные показатели при N_0, по сравнению с показателями при N_{92} они были выше на 5 и 10 % соответственно.

Показатели качества по признаку «общий выход крупы» представлены в таблице 4.

Таблица 4. Общий выход сортов риса, сортовая агротехника, 2020, 2021 гг.

Сорт	Год	Норма высева семян, млн шт/га	Дозы азотных удобрений, д.в. кг/га				$НСР_{05}$
			0	92	138	184	
Рапан 2	2021	4,0	68,2	68,8	69,6	69,6	0,10
		6,0	68,6	68,8	69,6	68,8	0,16
		8,0	69,4	69,4	69,3	69,2	0,10
$НСР_{05}$			0,13	0,13	0,23	0,26	
Рубикон	2021	4,0	71,4	75,2	74,9	75,0	0,10
		6,0	73,0	74,2	74,6	75,4	0,10
		8,0	73,4	74,0	74,4	73,2	0,23
$НСР_{05}$			0,26	0,26	0,15	0,26	
Полюс 5	2021	4,0	75,4	75,3	75,4	73,4	0,19
		6,0	74,0	74,2	75,6	75,8	0,23
		8,0	73,4	74,6	74,7	75,0	0,15
$НСР_{05}$			0,13	0,13	0,20	0,26	
Утес	2020	4,0	64,2	65,5	66,0	66,4	0,31
		6,0	66,0	65,0	66,5	66,7	0,10
		8,0	66,8	67,2	66,8	66,8	0,16
$НСР_{05}$			0,13	0,13	0,13	0,13	
Утес	2021	4,0	68,6	69,6	70,4	70,4	0,20
		6,0	69,2	69,4	68,2	69,4	0,10
		8,0	69,2	69,4	68,8	69,2	0,25
$НСР_{05}$			0,23	0,35	0,13	0,13	

Общий выход крупы у сорта Рапан 2 повышался при норме высева 4,0 и 6,0 млн шт/га всхожих семян при N_{92} на 0,6 и 0,2 % соответственно, при N_{138} на 1,4 и 1 % соответственно по сравнению с N_0. Общий выход крупы у сорта Рубикон (4,0) находился в пределах 71,4-75,2 %, у сорта Рубикон (6,0) – 73,0-75,4 %, у сорта Рубикон (8,0) – 73,2-74,4 %. Показатель этого признака у сорта Полюс 5 (4,0) незначительно изменялся в связи с изменениями доз азта, за исключением варианта N_{184} (73,4 %). При норме высева 6,0 и 8,0 млн. шт/га всхожих семян у этого сорта трещиноватость возрастала с увеличением дозы азота на 0,2 и 1,2, 1,6 и 1,3, 1,8 и 1,6 % соответственно по сравнению с показателями при N_0. У сорта Утес урожая 2020 г. этот параметр при норме высева 4,0 млн шт/га всхожих семян возрастал с увеличением дозы азота на 1,3, 1,8 и 2,2 % соответственно по сравнению с показателем при N_0. Общий выход крупы у этого сорта при норме высева 6,0 млн шт/га всхожих семян находился в пределах от 65,0 до 66,7 %, а при 8,0 был одинаковым при всех дозах азота (66,8 %), кроме показателя при N_{92} (67,2 %). Показатель этого признака у сорта Утес урожая 2021 года при норме высева 4,0 млн шт/га всхожих семян повышался при повышении дозы азота до N_{92} на 1 %, при дальнейшем увеличении дозы азота на 0,8 %. При нормах высева 6,0 и 8,0 млн шт/га всхожих семян общий выход крупы у этого же сорта находился в пределах 68,2-69,4 и 68,8-69,4 % соответственно.

Изменение по показателю содержание целого ядра при различных нормах высева и дозах азота представлены в таблице 5.

Таблица 5. Содержание целого ядра сортов риса, сортовая агротехника, 2020, 2021 гг.

Сорт	Год	Норма высева, млн шт/га	Дозы азотных удобрений				$НСР_{05}$
			0	92	138	184	
Рапан 2, 21	2021	4,0	96,5	96,8	95,6	95,8	0,10
		6,0	96,5	98,8	97,0	99,1	0,12
		8,0	97,4	98,9	98,5	97,2	0,10
$НСР_{05}$			0,12	0,23	0,26	0,35	
Рубикон, 21	2021	4,0	89,5	91,5	90,0	93,5	0,97
		6,0	89,7	92,5	93,3	93,4	0,30
		8,0	91,3	86,2	90,7	93,2	0,38
$НСР_{05}$			0,38	0,13	0,26	0,24	
Полюс 5, 21	2021	4,0	77,9	75,9	78,6	87,4	0,31
		6,0	84,9	79,4	87,3	90,5	0,16
		8,0	88,2	79,8	88,1	93,1	0,16
$НСР_{05}$			0,23	0,30	0,23	0,13	
Утес, 20	2021	4,0	85,4	84,8	88,8	88,6	0,60
		6,0	85,5	85,2	87,7	85,9	0,25
		8,0	89,4	81,8	87,0	86,8	0,21
$НСР_{05}$			0,23	0,57	0,13	0,53	
Утес, 21	2021	4,0	87,3	91,7	94,0	94,4	0,19
		6,0	88,4	91,3	94,0	94,5	0,30
		8,0	87,0	91,0	94,5	94,3	0,15
$НСР_{05}$			0,44	0,26	0,23	0,13	

У сорта Рапан 2 при всех нормах высева сначала происходило увеличение содержание целого ядра с увеличением дозы азота до N_{92} на 0,3 %, 2,3 и 1,5 % соответственно, затем при N_{138} - снижение показателей на 2,4, 1,8 и 0,4 % соответственно, далее, при максимальной дозе азота, содержание целого ядра в крупе увеличилось при норме высева 4,0 и 6,0 млн шт/га всхожих семян на 0,2 и 2,1 % соответственно, а при 8,0 – снижалось на 1,3 %. У сорта Полюс 5 наблюдалась тенденция снижения содержания целого ядра при всех нормах высева и при повышении дозы азота до N_{92} на 2,0, 5,5 и 8,4 %, затем происходило повышение показателей этого признака при N_{138} на 2,7, 7,9 и 8,3 % соответственно, далее шло дальнейшее повышение этого признака на 8,8, 3,2 и 5,0 % соответственно. У сорта Утес урожая 2020 года содержание целого ядра снижалось при всех нормах высева при N_{92} на 0,6, 0,3 и 7,6 % соответственно, затем повышалось при N_{138} на 4,0, 2,5 и 5,2 % соответственно. У сорта Утес урожая 2021 года происходило повышение содержания целого ядра с увеличением доз азота при всех нормах высева. При норме высева 4,0 млн шт/га всхожих семян - с 87,3 до 94,4 %,

при 6,0 млн шт/га с 88,4 до 94,0 %, при 8,0 – с 87,0 до 94,5 при N_{138}, а затем произошло незначительное снижение этого признака при повышении дозы азота до N_{184} – до 94,3 %. У сорта Рубикон при норме высева 4,0 млн шт/га всхожих семян этот параметр увеличивался с повышением дозы азота до N_{92} на 2 %, затем при N_{138} снизился на 1,5 %, далее при N_{184} произошло увеличение содержания целого ядра на 3,5 %. При норме высева 6,0 млн шт/га всхожих семян показатель этого признака повышался с увеличением доз азота от 89,7 % при N_0 до 93,4 % при N_{184}. При норме высева 8,0 произошло снижение содержания целого ядра при N_{92} на 5,1 %, затем увеличение на 4 % при N_{138} и на 2,5 % при N_{184}.

Таким образом, в результате изучения влияния азотных удобрений в отношении реализации качества зерна новых сортов риса получены данные, позволяющие утверждать наличие различного характера реакции сортов на азотные удобрения, ухудшения качества зерна в одних условиях и улучшения в других.

Рентабельность выработки крупы рисовой зависит от трещиноватости зерна: интенсивное трещинообразование в зерне при созревании приводит к снижению содержания целого ядра в технологическом процессе выработки крупы. Решение вопроса влияния азотных удобрений на трещиноватость зерна при созревании позволит оптимизировать технологические режимы в период созревания риса, повысить качество урожая и рентабельность рисоводства.

Для выявления доли влияния нормы высева, сорта и дозы азотного удобрения был проведен двухфакторный анализ данных. Однозначного влияния нормы высева (4, 6, 8 млн шт/га всхожих семян) в различных вариантах внесения азотных удобрений (0, 92, 138, 184 д.в. кг/га) обнаружено не было.

По ранее полученным данным отсутствие внесения азотных удобрений в период вегетации, как правило, приводит к увеличению крупности зерновки при снижении озерненности метелки и кущения растения. Такая закономерность отмечена для сортов Рубикон и Утес (2020 г.). У сорта Рапан 2 и Полюс 5 крупность была ниже или на уровне варианта N_{92}. При увеличении дозы удобрения до 92 крупность зерна либо находится на том же уровне (Полюс 5, Утес, 2021 г.), либо начинает снижаться (Рубикон, Утес, 2020 г.), либо повышается (Рапан 2). При дальнейшем возрастании доз азотных удобрений, отмечается тенденция снижения крупности зерна у сортов Рубикон, Полюс 5 и Утес. У сорта Рапан крупность зерна менялась незначительно.

Трещиноватость зерна у сортов Рубикон и Полюс 5 при всех нормах высева в условиях повышения доз азотных удобрений до 184 кг д. в./га снижалась. У сортов Рапан 2 и Утес (2021 г.) показатели повышались в варианте N_{92} и в дальнейшем либо незначиельно снижались, либо оставались на уровне варианта N_0. Существенной разницы в показателях стекловидности в вариантах опыта обнаружено не было.

Для показателя общего выхода крупы отмечена тенденция возрастать при повышении норм высева и повышении доз азотных удобрений для большинства сортов. Характеристика показателей содержаания целого ядра подтверждает показатели трещиноватости зерна для вариантов опыта. Повышение трещиноватости при 92 д. в. кг/га сопровождалось снижением показателя содержания целого ядра, дальнейшее снижение трещиноватости при повышении доз азотных удобрений до 184 д. в. кг/га приводило к повышению содержания целого ядра в крупе.

По результатам двухфакторного анализа изменчивость признака «крупность зерна» значима и обусловлена дозами азотных удобрений на 13,1 %, признака «трещиноватость» - 4,3 %, признака «содержание целого ядра в крупе риса» - 7,8 %.

Выводы

Реакция сортов риса на дозы азотного питания в связи с качеством зерна изучена недостаточно. Влияния норм высева в различных вариантах внесения азотных удобрений обнаружено не было. При возрастании доз азотных удобрений с 0 до 92 д. в. кг/га, отмечалась тенденция повышения крупности зерна, при повышении доз удобрений до 184 д. в. кг/га - тенденция снижения крупности зерна у сортов Рубикон, Полюс 5 и Утес; у сорта Рапан крупность зерна менялась незначительно. Изменения показателей стекловидности в вариантах опыта были незначительны. Трещиноватость зерна у сортов Рубикон и Полюс 5 при всех нормах высева в условиях повышения доз азотных удобрений до 184 д. в. кг/га снижалась. У сортов Рапан 2 и Утес (2021 г.) показатели повышались при N_{92} д. в. кг/га. Общий выход крупы для большинства сортов повышался при повышении норм высева и повышении доз азотных удобрений. Снижение трещиноватости при повышении доз азотных удобрений до 184 д. в. кг/га приводило к повышению содержания целого ядра в крупе.

В результате проведенных исследований показано улучшение качества зерна в условиях повышения доз азотных удобрений, вследствие повышения показателя содержания целого ядра в крупе. Сорт Рапан 2 характеризовался стабильностью по признакам качества зерна в условиях различных доз азота и норм высева.

Работа выполнена в рамках госзадания № 075-01046-23-01; FGRG-2022-0009.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бегун, И. И. Изменчивость количественных признаков у гибридов риса с эректоидным расположением листьев /И. И. Бегун, Г.Л. Зеленский // Труды КубГАУ. – № 6 (21). – Краснодар, 2009. – С. 39 – 42.
2. Зеленский, Г. Л. Новый исходный материал для селекции риса на повышение продуктивности [Электронный ресурс] /Г. Л. Зеленский, М. В. Шаталова // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 5 (89). – С. 888-903 – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/60.pdf. (Дата обращения 04.01.2018).
3. Зеленский, Г. Л. Рис: биологические основы селекции и агротехники: монография / Г. Л. Зеленский. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 236 с.
4. Ткаченко, М.А. Зависимость продуктивности вертикальнолистных сортов риса от густоты стояния и уровня азотного питания / М.А. Ткаченко, Е.Ю. Гненный, В.С. Динкова, Е.Г. Самелик, Г.Л. Зеленский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2022. - № 179. - С. 22-32.
5. Ткаченко, Ю. В. Оценка вертикальнолистных образцов риса в конкурсном испытании / Ю. В. Ткаченко, Г. Л. Зеленский // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ: Сборник статей по материалам научно-исследовательских работ. В 4-х томах / Под редакцией А.И. Трубилина. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018. – С. 168-172.
6. Шаталова, М. В. Изменчивость признака «Угол отклонения листьев от стебля» у вертикальнолистных образцов риса / М. В. Шаталова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам XI Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края, Краснодар, 29–30 ноября 2017 года / Ответственный за выпуск А. Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 1309-1310.
7. Шеуджен, А.Х. Проблемы применения микроэлементов в рисоводстве Российской Федерации / А. Х. Шеуджен // Рисоводство. – 2004. - № 5. – С. 73-80.
8. Чижикова, С.С. Влияние полиэлиментных некорневых подкормок на технологические признаки качества зерна сорта Привольный-4 в условиях Краснодарского края / С.С. Чижикова, В.Н. Чижиков, К.К. Ольховая // Жученковские чтения IV в рамках международной научно-практической конференции «Современные проблемы адаптации». – 2018. – С. 341-345.
9. Bao, J.S. Toward understanding the genetic and molecular bases of the eating and cooking qualities of rice / J.S. Bao // Cereal Foods World. – 2012. – 57. – P. 148–156.
10. Ghosh, M. The effect of planting data and quality of aromatic rice (Oryza sativa) / M. Ghosh, B. K. Mandail, B.B. Mandail, S. B. Lodh, A. K. Dash // Agricultural Science. – 2004. – 142. – P. 183-191. doi: https://doi.org/10.1017/S002185960400423X.
11. Gu, Junfei Grain quality changes and responses to nitrogen fertilizer of japonica rice cultivars released in the Yangtze River Basin from the 1950s to 2000s / Junfei Gu, Jing Chen, Lu Chen, Zhiqin Wang, Hao Zhang, Jianchang Yang // Crop Journal. – 2015. - 3(4). –P. 285-297. doi 10.1016/j.cj.2015.03.007.
12. Hao, H. L. Effects of different nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn, Cu and Zn concentrations in shoot and grain quality in rice (Oryza sativa) / H. L. Hao, Y. Z. Wei, X. E. Yang, Y. Feng, C. Y. Wu // Rice Sci. – 2007. – 14. – P. 289–294.
13. Kheyri, Norollah The Effects of Using Organic and Biological Fertilizer Along with Lower Rate of Chemical Nitrogen Fertilizer on Quality and Quantity of Rice Yield / Norollah Kheyri, Yousof Niknejad, Maryam Abbasalipour, , Ikufīziyuluzhī-i Giyāhān-i Zirāī. – 2018. -12. - 3(47). – P. 445-460.
14. Koutroubas, S.D. Grain quality variation and relationships with morpho-physiological traits in rice (Oryza sativa L.) genetic resource in Europe / S.D. Koutroubas, F. Mazzini, B. Pons, D.A. Ntanos // Field Crops Res. – 2004. – 86. – P. 115–130.
15. Martin, M. Proteins in rice grains influence cooking properties / M. Martin, M. A. Fitzgerald // J. Cereal Sci. – 2002. - 36. – P. 285–294.
16. Peng, Shaobing Improving nitrogen fertilization in rice by site-specific N management: a review / Shaobing Peng, Roland J. Buresh, Jianliang Huang, Xuhua Zhong, Yingbin Zou, Jianchang Yang, Guanghuo Wang, Yuanying Liu, Ruifa Hu, Qiyuan Tang, Kehui Cui, Fusuo Zhang, Achim Dobermann // Agronomy for Sustainable Development. – 2010. - 30. – P. 649–656.
17. Perez, C. M. Effects of nitrogenfertilizer treatment and source and season on grain quality of IR64 rice / C. M. Perez, B. O. Juliano, S. K. De Datta, S. T. Amarante // Plant Food Hum. Nutr. – 1990. – 40. – P. 123–130.
18. Syahariza, Z. A. The importance of amylose and amylopectin fine structures for starch digestibility in cooked rice grains / Z. A. Syahariza, S. Sar, J. Hasjim, M. J. Tizzotti, R. G. Gilbert // Food Chem. – 2013. – V. 136 – P. 742–749.
19. Tayefe, M. Effect of nitrogen fertilizer on rice quality / M. Tayefe, A. Gerayzade, S. M. Sadeghl, Ebrahim Amiri // Ecology, Environment and Conservation. – 2010. - 16(3). – P. 431-436.
20. Tsukaguchi, Tadashi The effects of nitrogen uptake before and after heading on grain protein content and the occurrence of basal- and back-white grains in rice (Oryza sativa L.) / Tadashi Tsukaguchi, Yae Taniguchi, Rie Ito // Plant Production Science. – 2016. - 19(4). – P. 508-517. doi 10.1080/1343943X.2016.1223527.
21. Tong, C. Genetic diversity of amylose content and RVA pasting parameters in 20 rice accessions grown in Hainan / C. Tong, Y.L. Chen, F.F. Tang, F.F. Xu, Y. Huang, H. Chen, J.S. Bao // China. Food Chem. – 2014. – 161. – P. 239–245.
22. Wopereis, M. Effect of late nitrogen application on rice yield, grain quality and profitability in the Senegal River valley / M. Wopereis, H. Watanabe, J. Moreira, M. C. S. Wopereis // European Journal of Agronomy. – 2002. - V.17. - Issue 3. – P. 191-198. doi: 10.1016/S1161-0301(02)00009-6.
23. Xiong, Fei Effects of nitrogen application time on caryopsis development and grain quality of rice variety Yangdao 6 / Fei Xiong, Zhong Wang, Yun-jie Gu, Gang Chen, Peng Zhou // Rice Science. – 2008. - 15(1). – P. 57-62. doi 10.1016/S1672-6308(08)60020-7.
24. Yoshida, Hiroe Modeling the effects of N application on growth, yield and plant properties associated with the occurrence of chalky grains of rice / Hiroe Yoshida, Kunihiko Takehisa, Toshihiko Kojima, Hiroyuki. Ohno, Kaori Sasaki,

Hiroshi Nakagawa // Plant Production Science. – 2016. - 19(1). – P. 30-42.
25. Zhou, Chanchan Effects of Cultivar, Nitrogen Rate, and Planting Density on Rice-Grain Quality / Chanchan Zhou, Yuancai Huang, Baoyan Jia, Yan Wang, Quan Xu, Ruifeng Li, Shu Wang, Fugen Dou // Agronomy. – 2018. - 8(11). – 246. doi:10.3390/agronomy8110246.

REFERENCES

1. Begun, I. I. Variability of quantitative traits in rice hybrids with erectoid leaf arrangement /I. I. Runner, G.L. Zelensky // Proceedings of KubGAU. – № 6(21). – Krasnodar, 2009. – P. 39-42.
2. Zelensky, G. L. A new source material for rice breeding to increase productivity [Electronic resource] /G. L. Zelensky, M. V. Shatalova // Scientific Journal of KubGAU. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – № 5 (89). – P. 888-903 – Access mode: http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/60.pdf . (Accessed 04.01.2018).
3. Zelensky, G. L. Rice: biological bases of breeding and agrotechnics: monograph / G. L. Zelensky. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – 236 p.
4. Tkachenko, M.A. Dependence of productivity of vertical-leaved rice varieties on the density of standing and the level of nitrogen nutrition / M.A. Tkachenko, E.Y. Gnennyi, V.S. Dinkova, E.G. Samelik, G.L. Zelensky // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2022. - № 179. - P. 22-32.
5. Tkachenko, Yu. V. Evaluation of vertical-leaved rice samples in a competitive test / Yu. V. Tkachenko, G. L. Zelensky // Bulletin of scientific and technical creativity of the youth of the Kuban State Agrarian University: Collection of articles based on research papers. In 4 volumes / Edited by A.I. Trubilin. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2018. – P. 168-172.
6. Shatalova, M. V. Variability of the sign “The angle of deviation of leaves from the stem” in vertical-leaved rice samples / M. V. Shatalova // Scientific support of the agro-industrial complex: A collection of articles based on the materials of the XI All-Russian Conference of Young Scientists dedicated to the 95th anniversary of the Kuban State Agrarian University and the 80th anniversary of the formation of the Krasnodar Territory, Krasnodar, November 29-30 two thousand seventeen / Responsible for the release of A. G. Koshchaev. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2017. – P. 1309-1310.
7. Sheudzhen, A.H. Problems of the use of trace elements in rice growing in the Russian Federation / A. H. Sheudzhen // Rice growing. – 2004. - № 5. – P. 73-80.
8. Chizhikova, S.S. The influence of polyelimentary foliar fertilizing on technological signs of the quality of grain of the Privolny-4 variety in the conditions of the Krasnodar Territory / S.S. Chizhikova, V.N. Chizhikov, K.K. Olkhovaya // Zhuchenkov readings IV within the framework of the international scientific and practical conference “Modern problems of adaptation”. – 2018. – P. 341-345
9. Bao, J.S. Toward understanding the genetic and molecular bases of the eating and cooking qualities of rice / J.S. Bao // Cereal Foods World. – 2012. – 57. – P. 148–156.
10. Ghosh, M. The effect of planting data and quality of aromatic rice (Oryza sativa) / M. Ghosh, B. K. Mandail, B.B. Mandail, S. B. Lodh, A. K. Dash // Agricultural Science. – 2004. – 142. – P. 183-191. doi: https://doi.org/10.1017/S002185960400423X.
11. Gu, Junfei Grain quality changes and responses to nitrogen fertilizer of japonica rice cultivars released in the Yangtze River Basin from the 1950s to 2000s / Junfei Gu, Jing Chen, Lu Chen, Zhiqin Wang, Hao Zhang, Jianchang Yang // Crop Journal. – 2015. - 3(4). –P. 285-297. doi 10.1016/j.cj.2015.03.007.
12. Hao, H. L. Effects of different nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn, Cu and Zn concentrations in shoot and grain quality in rice (Oryza sativa) / H. L. Hao, Y. Z. Wei, X. E. Yang, Y. Feng, C. Y. Wu // Rice Sci. – 2007. – 14. – P. 289–294.
13. Kheyri, Norollah The Effects of Using Organic and Biological Fertilizer Along with Lower Rate of Chemical Nitrogen Fertilizer on Quality and Quantity of Rice Yield / Norollah Kheyri, Yousof Niknejad, Maryam Abbasalipour, , Ikufīziyuluzhī-i Giyāhān-i Zirāī. – 2018. -12. - 3(47). – P. 445-460.
14. Koutroubas, S.D. Grain quality variation and relationships with morpho-physiological traits in rice (Oryza sativa L.) genetic resource in Europe / S.D. Koutroubas, F. Mazzini, B. Pons, D.A. Ntanos // Field Crops Res. – 2004. – 86. – P. 115–130.
15. Martin, M. Proteins in rice grains influence cooking properties / M. Martin, M. A. Fitzgerald // J. Cereal Sci. – 2002. - 36. – P. 285–294.
16. Peng, Shaobing Improving nitrogen fertilization in rice by site-specific N management: a review / Shaobing Peng, Roland J. Buresh, Jianliang Huang, Xuhua Zhong, Yingbin Zou, Jianchang Yang, Guanghuo Wang, Yuanying Liu, Ruifa Hu, Qiyuan Tang, Kehui Cui, Fusuo Zhang, Achim Dobermann // Agronomy for Sustainable Development. – 2010. - 30. – P. 649–656.
17. Perez, C. M. Effects of nitrogenfertilizer treatment and source and season on grain quality of IR64 rice / C. M. Perez, B. O. Juliano, S. K. De Datta, S. T. Amarante // Plant Food Hum. Nutr. – 1990. – 40. – P. 123–130.
18. Syahariza, Z. A. The importance of amylose and amylopectin fine structures for starch digestibility in cooked rice grains / Z. A. Syahariza, S. Sar, J. Hasjim, M. J. Tizzotti, R. G. Gilbert // Food Chem. – 2013. – V. 136 – P. 742–749.
19.. Tayefe, M. Effect of nitrogen fertilizer on rice quality / M. Tayefe, A. Gerayzade, S. M. Sadeghl, Ebrahim Amiri // Ecology, Environment and Conservation. – 2010. - 16(3). – P. 431-436.
20. Tsukaguchi, Tadashi The effects of nitrogen uptake before and after heading on grain protein content and the occurrence of basal- and back-white grains in rice (Oryza sativa L.) / Tadashi Tsukaguchi, Yae Taniguchi, Rie Ito // Plant Production Science. – 2016. - 19(4). – P. 508-517. doi 10.1080/1343943X.2016.1223527.
21. Tong, C. Genetic diversity of amylose content and RVA pasting parameters in 20 rice accessions grown in Hainan / C. Tong, Y.L. Chen, F.F. Tang, F.F. Xu, Y. Huang, H. Chen, J.S. Bao // China. Food Chem. – 2014. – 161. – P. 239–245.
22. Wopereis, M. Effect of late nitrogen application on rice yield, grain quality and profitability in the Senegal River valley / M. Wopereis, H. Watanabe, J. Moreira, M. C. S. Wopereis // European Journal of Agronomy. – 2002. - V.17. - Issue 3. – P. 191-198. doi: 10.1016/S1161-0301(02)00009-6.

23. Xiong, Fei Effects of nitrogen application time on caryopsis development and grain quality of rice variety Yangdao 6 / Fei Xiong, Zhong Wang, Yun-jie Gu, Gang Chen, Peng Zhou // Rice Science. – 2008. - 15(1). – P. 57-62. doi 10.1016/S1672-6308(08)60020-7.

24. Yoshida, Hiroe Modeling the effects of N application on growth, yield and plant properties associated with the occurrence of chalky grains of rice / Hiroe Yoshida, Kunihiko Takehisa, Toshihiko Kojima, Hiroyuki. Ohno, Kaori Sasaki, Hiroshi Nakagawa // Plant Production Science. – 2016. - 19(1). – P. 30-42.

25. Zhou, Chanchan Effects of Cultivar, Nitrogen Rate, and Planting Density on Rice-Grain Quality / Chanchan Zhou, Yuancai Huang, Baoyan Jia, Yan Wang, Quan Xu, Ruifeng Li, Shu Wang, Fugen Dou // Agronomy. – 2018. - 8(11). – 246. doi:10.3390/agronomy8110246.

Светлана Сергеевна Чижикова
Старший научный сотрудник
лаборатории качества риса
E-mail: Kvetochka2005@yandex.ru

Эллина Юрьевна Папулова
Старший научный сотрудник лаборатории
качества риса
E-mail: elya888.85@mail.ru

Максим Александрович Ладатко
Заведующий лабораторией сортовой
агротехники и паспортизации сортов
E-mail: Kvetochka2005@yandex.ru

Григорий Леонидович Зеленский
Главный научный сотрудник
отдела селекции ФНЦ риса
E-mail: zelensky08@mail.ru

Наталья Георгиевна Туманьян
Заведующая лабораторией качества риса
E-mail: tngerag@yandex.ru

ФГБНУ «ФНЦ риса»
350921, Россия, Белозерный, Краснодар, 3

Svetlana Sergeevna Chizhikova
Senior researcher at the rice quality laboratory
E-mail: Kvetochka2005@yandex.ru

Ellina Yurievna Papulova
Senior Researcher at the Rice Quality Laboratory
E-mail: elya888.85@mail.ru

Maxim Alexandrovich Ladatko
Head of the Laboratory of varietal agrotechnics and
certification of varieties
E-mail: Kvetochka2005@yandex.ru

Grigory Leonidovich Zelensky
Chief researcher of the department
of the FNC of rice
E-mail: zelensky08@mail.ru

Natalia Georgievna Tumanyan
Head of laboratory of rice quality
E-mail: tngerag@yandex.ru

FSBSI «FSC of rice»
3, Belozerniy, Krasnodar, 350921, Russia

Джамирзе Р.Р., канд. с.-х. наук
г. Краснодар, Россия

КОНГРЕСС МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
(десятилетие науки и технологий, 22-31)

В парке науки и искусства «Сириус» на федеральной территории «Сириус» 1-3 декабря 2022 года прошел «II Конгресс молодых ученых», который стал основополагающим событием «Десятилетия науки и технологий, 22-31» в России. Некоторые ученые ФГБНУ «ФНЦ риса» были приглашены для участия в деловой программе, сессиях и дискуссиях, нацеленных на улучшение климата в научном сообществе.

а) Обсуждение инноваций техники

б) Совместное фото

Рисунок 1. Сотрудники ФНЦ риса на конгрессе молодых ученых в Сириусе, Сочи 2022 г.

Конгресс объединил более 4 тысяч талантливых представителей академической среды – университетов и научно-исследовательских институтов, бизнеса, и госкорпораций, а главное – молодых ученых, грантодержателей, студентов и ученых из 77 регионов, в том числе более 280 высших учебных заведений Российской Федерации и представители более 125 подразделений РАН, а также Владимир Владимирович Путин, Дмитрий Николаевич Чернышенко, Андрей Александрович Фурсенко, Геннадий Яковлевич Красников и другие. Помимо российских ученых площадку конгресса посетили и приняли участие международные специалисты более чем из 40 стран мира, в числе которых делегаты из Азербайджана, Аргентины, Афганистана, Бангладеш, Венгрии, Вьетнама, Греции, Египта, Ирака, Ирана, Индии, Индонезии, Казахстана, Китая, Мексики, Мьянмы, Нигерии, Пакистана, Республики Абхазии, Республики Беларусь, Сирии, Таджикистана, Туниса, Турции, Узбекистана и другие.

Рисунок 2. Президент РФ с участниками конгресса молодых ученых, Сочи 2022 г.

В рамках работы основных треков проведено около 100 мероприятий, где участники Конгресса обсудили основные направления деятельности научного сообщества для развития технологического суверенитета и ключевых технологий. Красной нитью в работе мероприятия были представлены презентации инициатив «Десятилетия науки и технологий, 22-31». На площадке Конгресса работал блок Российского Научного Фонда «Школа РНФ», в рамках которого эксперты организации провели образовательные мероприятия по различным направлениям научно-исследовательской деятельности, грантовой поддержки, экспертизе научных проектов. Для всех кто желает связать свою жизнь с научной карьерой были представлены перспективные направления научной работы, в которых требуются молодые специалисты и научные прорывы и продемонстрированы современные достижения и разработки российских ученых. Большой блок тем посвящен расширению профессиональных компетенций ученых, роли науки в развитии экономики регионов и международного научного сотрудничества в эпоху глобальных перемен. Важной частью работы деловой программы стали обсуждения шагов, направленных на развитие научного мышления и школьного образования.

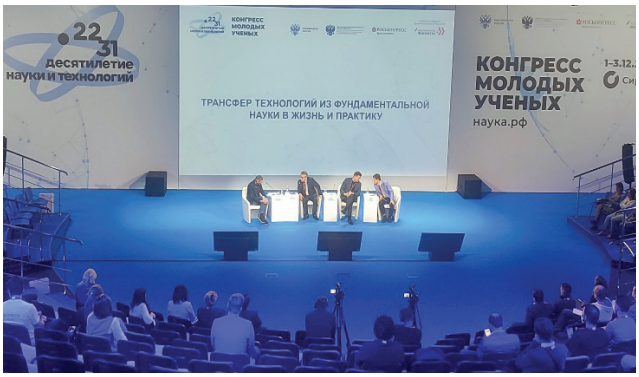


Рисунок 3. Пленарные заседания по внедрению научных разработок в жизнь, Сочи 2022 г.

Платформа мероприятия в очередной раз стала местом для диалога органов государственной власти, высокотехнологичных компаний и ведущих ученых и обсуждения ключевых вопросов научно-технологического развития страны.

Объявленное Президентом РФ «Десятилетие науки и технологий, 22-31» в перспективе позволит сконцентрировать усилия профессионального сообщества на ключевых научных направлениях, активно задействовать молодое поколение исследователей, а также сделать информацию о достижениях российских ученых доступнее для граждан. В мероприятиях конгресса принял участие Президент РФ, главы субъектов, представители Администрации Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации, министерств и ведомств, ответственных за устойчивое социально-экономическое и технологическое развитие страны, а также представители государственных корпораций, фондов, технологических, научно-производственных и иных компаний, представляющих реальный сектор экономики. По заявлениям заместителя председателя Правительства Российской Федерации, сопредседателя Координационного комитета по «Десятилетию науки и технологий, 22-31» Д.Н. Чернышенко обсуждались перспективы связанные с расширением роли науки в развитии экономик регионов, международного сотрудничества в эпоху глобальных перемен и поиском быстрых решений в ответ на текущие вызовы. Как отметил А.А. Фурсенко помощник Президента РФ: «У нас возникают новые традиции. На этом форуме мы вручаем премии молодым ученым. Это ребята из разных мест областей знаний, но всех их характеризует одно – очень высокий уровень работы».

Рисунок 4. Журавлева Е.К. в деловой беседе с Чернышенко Д.Н., Сочи 2022 г.

Рисунок 5. Пресс-конференция с Фурсенко А.А., Чернышенко Д.Н. и Фальковым В.Н., Сочи 2022 г.

Мероприятия Конгресса молодых ученых призваны обобщить лучшие практики и наметить планы по дальнейшей реализации ключевых направлений научно-технологического развития Российской Федерации.

Руслан Рамазанович Джамирзе
Старший научный сотрудник отдела селекции
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Ruslan Ramazanovich Dzhamirze
Senior scientist of breeding department
E-mail: arrri_kub@mail.ru

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ АВТОРСКИХ ОРИГИНАЛОВ

К публикации принимаются ранее не опубликованные статьи на русском и английском языках. Рукописи предоставляются на твердом и электронном носителях или по e-mail на адрес **arrri_kub@mail.ru** с пометкой **«В редакцию журнала».** Название файла должно содержать указание полугодия и года выпуска номера и фамилию автора латиницей, например, **«1(2014)Ivanova.doc»**. Допустимые форматы файлов: **.doc, .docx, .rtf.** В отдельных случаях редакция может попросить представить отдельные файлы изображений или текст также в формате **.pdf,** либо в печатном варианте.

Структура статьи

- УДК;
- фамилия и инициалы, ученая степень автора/авторов и указание города и страны;
- название статьи, аннотация и ключевые слова на русском и английском языках;
- текст статьи;
- литература;
- информация об авторе/авторах с указанием их фамилии, имени и отчества (полностью), должности и контактных данных (информация о месте работы, почтовый адрес, e-mail, контактный телефон) на русском и английском языках.

Статью рекомендуется чётко структурировать. Примерная структура: обзор, проблема, гипотезы, материал и методы, изложение, аргументация, обсуждение, выводы. Формально структуру статьи желательно отразить в заголовках внутри текста, выделенных **полужирным** шрифтом.

В случае необходимости перевод редактируется или осуществляется редакцией журнала.

Форматирование текста

Пожалуйста, избегайте собственного форматирования. Окончательное форматирование осуществляется редакцией.

- поля: верхнее, нижнее, правое – 1,5 см, левое – 2 см; шрифт – Times New Roman, 12 кегль; интервал полуторный; абзацный отступ – 1,25 см; без переносов;
- используйте *курсив* или ***полужирный курсив*** для примеров, а также наиболее важных терминов и понятий;
- избегайте использования подчёркиваний;
- таблицы и рисунки должны иметь отдельную нумерацию (например, **Таблица 1, Рисунок 1**) и быть озаглавлены, ссылки на них обязательны в тексте статьи. Название таблиц размещается над левым верхним углом таблицы, название рисунка – под рисунком по центру;
- в случае необходимости можно использовать обычные (не концевые!) пронумерованные сноски

Оформление ссылок и списка литературы

Библиографический список приводится в конце статьи в алфавитном порядке в виде пронумерованного списка источников под названием **ЛИТЕРАТУРА.** Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

Книги	Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Апрод. – Краснодар, 1972. – 156 с. Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): в 2 т. / А. А. Жученко. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с; Т. 2. – 785 с. Ерыгин, П. С. Физиология риса / П. С. Ерыгин. – М.: Колос, 1981. – 208 с. Система рисоводства Краснодарского края / под. ред. Е. М. Харитонова. – Краснодар, 2011. – 316 с.
Авторефераты	Ляховкин, А. Г. Мировой генофонд риса (Oryza sativa L.) в связи с проблемами селекции: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук / А. Г. Ляховкин. – Ленинград, 1989. – 58 с.
Диссертации	Ковалев, В. С. Селекция сортов риса для Краснодарского края и Адыгеи и разработка принципов их рационального использования: дис. … д-ра с.-х. наук в форме научного доклада : 06.01.05 : защищена 25.03.1999 / В. С. Ковалев. – Краснодар, 1999. – 49 с.
Газеты, журналы	Рисоводство: научно-производственный журнал / учредитель: ГНУ «ВНИИ риса» Россельхозакадемии. – 2013, № 1 (22). – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – ISSN 1684-2464.
Статьи	Кумейко, Ю. В. Влияние ингибитора нитрификации на показатели, характеризующие режим азотного питания растений риса / Ю. В. Кумейко // Рисоводство. – Краснодар, 2013. – № 1 (22). – С. 66-70. Чижикова, Н. П. Эволюция минералогического состава и микростроения основных типов почв Кубани при рисосеянии / Н. П. Чижикова, М. П. Верба // Почвы и их плодородие на рубеже столетий: Материалы 2-го съезда Белорусского общества почвоведов. – Минск, 2001. – Кн.1. – С. 232-233.
Электронные ресурсы	Зеленский, Г. Л. Российские сорта риса для детского и лечебного питания [Электронный ресурс] / Г. Л. Зеленский // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар, 2011. - № 72 (08). – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/01.pdf (Дата обращения: 1.10.2014).
Зарубежные издания	Satake, T. High Temperature-Induced Sterility in Indica Rice in the Flowering Stage / T. Satake, S. Yoshida // Japanese Journal of Crop Science. – 1978. – № 47. – P. 6-17.

Ссылки на зарубежные издания размещаются в алфавитном порядке, после отечественных. В тексте статьи ссылка на источник делается путем указания в квадратных скобках порядкового номера цитируемой литературы, например, **[1]**.

Возвращение рукописи автору на доработку не означает, что статья принята к печати. После получения доработанного текста рукопись вновь рассматривается редколлегией. Доработанный текст необходимо вернуть вместе с ответом на все замечания рецензента. Датой поступления считается день получения редакцией финального варианта статьи.

Редколлегия сборника оставляет за собой право отклонять статьи, оформление и/или содержание которых не соответствует изложенным требованиям, а также статьи, получившие отрицательные оценки рецензентов.

Очередность публикации принятых материалов устанавливается в соответствии с внутренним планом редакции.

FORMATTING REQUIREMENTS

Preparing the manuscript
Editorial address
Please send your manuscripts as an e-mail attachment to the following address: **arrri_kub@mail.ru, "Attn. Editors of the Magazine".**

Languages
Manuscripts can be written in English or in Russian. In view of academic globalization, English articles are especially welcome.

File format
Please prepare the text of your manuscript and submit it as a **.doc, .docx, .rtf file.** Sometimes we may ask for a **.pdf** file for our reference, or for separate **.jpg** files.

Manuscript materials should be ordered as follows:
— authors' names, academic credentials, city and country;
— abstract of approximately 100 words and its Russian translation 5-7 key words;
— body of work;
— list of references and sources;
— information about the authors including full names, affiliation and contacts including mailing and e-mail addresses;
— If needed, translation can be effected by the editors.

Basic formatting
— Do not format the text, use standard paper size to A4
— Set line spacing to 1.5
— Use the same font (Times New Roman, point 12) throughout the document
— Use *italics* or ***boldface italics*** to draw the readers' attention to particular aspects of the text
— Tables and figures should be numbered separately **(Table 1, Figure 1, etc.)**
— Use footnotes
Final formatting will be done by the editors.

Bibliographical references
At the end of the manuscript, provide a full bibliography with the heading: **REFERENCES.**
Arrange the entries **alphabetically** by surnames of authors.
Some examples of references are given below.

Books and monographs	Modeling the Impact of Climate Change on Rice Production in Asia / edited by R. B. Matthews, M. J. Kroppf, D. Bachelet, H. H. van Laar. – Wallingford: CAB INTERNATIONAL. – 289 p. Yoshida, S. Fundamentals of Rice Crop Science / S. Yoshida. – Los Banos, 1981. – 269 pp.
Journal articles	Satake, T. High Temperature-Induced Sterility in Indica Rice in the Flowering Stage / T. Satake, S. Yoshida // Japanese Journal of Crop Science. – 1978. – № 47. – P. 6-17
Online sources	Vaghefi, N. The Economic Impacts of Climate Change on the Rice Production in Malaysia [Electronic source] / N. Vaghefi, M. Nasir Shamsudin, A. Makmom, M. Bagheri // International Journal of Agricultural Research. – 2011. – Vol. 6, Issue 1. – Pp. 67-74. – Access mode: http://scialert.net/abstract/?doi=ijar.2011.67.74 (Accessed 1.10.2014).

References in the text and in the footnotes should include the number of the publication as in the references list enclosed in square brackets, Eg.: **[1].**

Подписано в печать 20.03.2023
Формат 60*84/8
Бумага офсетная
Усл. печатн. листов 13,875
Заказ № 1694. Тираж 500 экз.

Тираж изготовлен в типографии
ИП Копыльцов П.И.,
394052, г. Воронеж,
ул. Маршала Неделина, д. 27, кв. 56.