НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1684-2464

РИСОВОДСТВО

RICE GROWING

Том 25
№ 3 (72)
2026



Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РИСА»

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») - академик 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
А.Х. Шеуджен (ФГБНУ «ФНЦ риса») - академик РАН, д-р биол. 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, профессор
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, профессор

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) 205-15-55 доб. 146

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") - Academician 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
A.H. Sheudzhen (FSBSI "FSC of Rice") - Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Biology

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, professor
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, professor

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) 205-15-55 ext. 146

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

Джамирзе Р.Р
Аналитический обзор проблем рисоводства в условиях санкционного давления и пути повышения эффективности отрасли 6

Иванова А.Е., Коротенко Т.Л.
Взаимосвязи элементов продуктивности у сортообразцов коллекции риса по группам спелости (2015–2025 гг.) 13

Скаженник М.А., Ковалев В.С., Оглы А.М., Чижиков В.Н., Пшеницына Т.С. Юрченко С.А., Шевченко Е.В.
Формирование урожайности крупнозерных сортов риса 20

Зеленский Г.Л., Гненный Е.Ю., Подрез Е.В., Ткаченко М.А., Ткаченко Ю.В.
Новый клейкий краснозерный сорт риса Редут 30

Тешева С.А., Пищенко Д.А., Полищук В.И.
Совершенствование элементов технологии производства семян риса 36

Сулейманов Д.Ю., Алиев М-Б.Ш., Ладатко М.А.
Качество зерна и урожайность риса в зависимости от норм минерального питания 44

Белоусов И.Е., Чижиков В.Н., Негуляева Н.Н.
Влияние различных схем некорневого питания растений препаратами на основе гумата калия на урожайность риса 50

Архипов М.В., Прияткин Н.С., Гусакова Л.П., Кончук А.П.
Сравнительная оценка скрытой целостности структуры зерновки различных зерновых культур 57

Бочерова И.Н., Галичкина Е.А.
Результаты селекционной оценки новых сортообразцов арбуза столового в условиях Волгоградской области 64

Брагина О.А., Егорова Т.А., Лыско И.А.
Эффективность фунгицидов в защите риса от пирикуляриоза 72

СОДЕРЖАНИЕ

Гергель В.В., Меряхин А.К.
Агрохимические свойства лугово-черноземной почвы в богарном звене рисового севооборота 78

Гергель И. А., Меряхин А.К.
Содержание водорастворимой и обменной форм натрия в лугово-черноземной почве на чеках различной террасности 84

Лешкенов А.М., Кишев А.Ю., Конова С.Р.
Оптимизация норм минеральных удобрений на различных органических фонах при возделывании гороха и кукурузы на зерно в степной зоне Предкавказья 90

Тхаганов Р.Р., Быкова О.А., Аникина А.Ю.
Новый сорт мяты перечной Айсберг 95

Ашинов Ю.Н.
Вице-президент АМАН - Хафицэ Мухамед 101

О работе, путешествиях и не только…
(отзыв на книгу Г.Л. Зеленского «Рис и не только: по странам и континентам») 106

TABLE OF CONTENTS

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

Dzhamirze R.R.
Analytical review of rice growing problems under sanctions pressure and ways to improve the efficiency of the industry 6

Ivanova A.E, Korotenko T.L.
Relationships between productivity elements in rice collection samples by maturity groups (2015–2025) 13

Skazhennik M.A., Kovalyov V.S., Ogly A.M., Chizhikov V.N., Pshenitsyna T.S., Yurchenko S.A., Shevchenko E.V.
Yield formation of large-grain rice varieties 20

Zelensky G.L., Gnenny E.Y., Podrez E.V., Tkachenko M.A., TkachenkoY.V.
New sticky red grain rice variety Redut 30

Tesheva S.A., Pishchenko D.A., Polishchuk V.I.
Improving the elements of rice seed production technology 36

Suleymanov D.Y., Aliyev M.S., Ladatko M.A.
Grain quality and rice yield depending on from the norms of mineral nutrition 44

Belousov I.E, Chizhikov V.N., Negulyaeva N.N.
Effect of various schemes of foliar plant nutrition with potassium humate-based preparations on rice yield 50

Arkhipov M.V., Priyatkin N.S., Gusakova L.P., Kononchuk A.P.
Comparative assessment of the hidden integrity of the caryopsis structure of various grain crops 57

Bocherova I.N., Galichkina E.A.
Results of breeding evaluation of new varieties of table watermelon in the Volgograd region 64

Bragina O.A., Lysko I.A., Egorova T.A.
Effectiveness of fungicides in protecting rice from blast disease 72

TABLE OF CONTENTS

Gergel V.V., Meryakhin A.K.
Agrochemical properties of meadow-chernozem soil in the rainfed link of rice crop rotation 78

Gergel I.A., Meryakhin A.K.
The content of water-soluble and exchangeable forms of sodium in meadow-chernozem soil on checks of various terracing 84

Leshkenov A.M., Kishev A.Y., Konova S.R.
Optimization of mineral fertilizer rates on various organic backgrounds in the cultiva-tion of peas and grain corn in the steppe zone of the Ciscaucasia 90

Thaganov R.R., Bykova O.A., Anikina A.Y.
New peppermint variety Iceberg 95

Ashinov Yu.N.
Vice President of AMAN Hafize Mohamed 101

About work, travel and more ...
(Review of the book by G.L. Zelensky «Rice and more: by countries and continents» 106

DOI 10.33775/1684-2464-2026-72-3-6-12
УДК 633.18:338.43

Джамирзе Р.Р., канд. с.-х. наук,
г. Краснодар, Россия

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРОБЛЕМ РИСОВОДСТВА В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТРАСЛИ

Рисоводство как высокоспециализированная отрасль растениеводства, базирующаяся на мелиоративных системах и характеризующаяся значительной капиталоемкостью производства, оказалось в эпицентре кризисных явлений. Рекордные урожаи последних лет, совпавшие по времени с экспортными ограничениями и падением закупочных цен, сопровождались возникновением системных проблем в отрасли. В статье рассматриваются современные экономические аспекты развития рисоводства, обусловленные санкционными ограничениями, ростом себестоимости производства и снижением цен на реализацию риса-сырца. Парадокс ситуации заключается в том, что рекордные урожаи, привели не к росту прибыли, а к обвалу цен и затовариванию складов на фоне запрета экспорта и роста себестоимости. Проведен анализ факторов, оказывающих влияние на финансовую устойчивость рисоводческих хозяйств, включая ограничение экспортных поставок, увеличение стоимости материально-технических ресурсов, а также проблемы инфраструктуры мелиоративных систем. Показано, что при росте валового производства риса экономическая эффективность отрасли снижается вследствие дисбаланса между затратами и ценой реализации продукции. Рассмотрены основные направления повышения эффективности производства, включающие внедрение ресурсосберегающих технологий, развитие отечественной селекции, совершенствование системы семеноводства, оптимизацию водопользования и развитие глубокой переработки рисового сырья. Особое внимание уделено роли научных исследований и инновационных технологий в повышении продуктивности рисовых агроценозов. Обоснована необходимость комплексного подхода к развитию отрасли, включающего технологические, экономические и институциональные меры поддержки. Результаты проведенного анализа могут быть использованы при разработке программ развития рисоводства и повышении устойчивости отрасли в условиях современных экономических вызовов.

Ключевые слова: *рисоводство, селекция риса, экономическая эффективность, себестоимость производства, санкционные ограничения, цена реализации, мелиорация.*

ANALYTICAL REVIEW OF RICE GROWING PROBLEMS UNDER SANCTIONS PRESSURE AND WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE INDUSTRY

Rice growing, as a highly specialized branch of crop production based on melioration systems and characterized by significant capital intensity of production, found itself at the epicenter of the crisis. Record yield in recent years, coinciding with export restrictions and falling purchase prices, have exposed the industry's systemic problems. This article examines the current economic aspects of rice growing development, driven by sanctions restrictions, rising production costs, and declining prices for paddy rice. The paradox of the situation is that record yields have led not to increased profits, but to a collapse in prices and overstocking of warehouses against the backdrop of an export ban and rising production costs. An analysis of factors influencing the financial sustainability of rice farms was conducted, including restrictions on export supplies, increased costs of material and technical resources, as well as infrastructure problems of irrigation systems. It is shown that with an increase in gross rice production, the economic efficiency of the industry decreases due to an imbalance between costs and the selling price of products. The main areas for increasing production efficiency are considered, including the introduction of resource-saving technologies, the development of domestic breeding, the improvement of the seed production system, the optimization of water use, and the development of deep processing of rice raw materials. Particular attention is paid to the role of scientific research and innovative technologies in increasing the productivity of rice agrocenoses. The need for a comprehensive approach to industry development, including technological, economic, and institutional support measures, is substantiated. The results of this scientifically based discussion can be used in developing programs for rice growing development and enhancing the industry's resilience in the face of current economic challenges.

Key words: *rice growing, rice breeding, economic efficiency, production costs, sanction restrictions, selling price, melioration.*

Введение

Рис является одной из важнейших сельскохозяйственных культур мирового земледелия и играет значительную роль в обеспечении продовольственной безопасности. В Российской Федерации рисоводство исторически локализовано в Южном федеральном округе (Краснодарский край, Республика Адыгея, Ростовская область, Астраханская область) и представляет собой высокоинтенсивную отрасль растениеводства, базирующуюся на функционировании сложных мелиоративных систем и применении специализированных агротехнологий [1, 3, 15]. Значимость отрасли определяется не только ее ролью в обеспечении населения социально значимым продуктом питания, но и системообразующим значением для сельских территорий рисосеющих регионов [4, 6, 17].

Период 2022-2026 гг. характеризуется существенными изменениями внешних условий функционирования агропромышленного комплекса России. Санкционное давление, нарушение логистических цепочек поставок импортных средств производства, волатильность валютного курса и изменение структуры внешнеторговых отношений привели к существенному росту себестоимости продукции. Одновременно с этим рисоводческая отрасль столкнулась с уникальным для новейшей истории явлением – рекордными урожаями, достигнутыми благодаря технологическому потенциалу и относительной стабилизации водохозяйственной обстановки после аварии на Федоровском гидроузле в 2022 году, которые совпали с беспрецедентным сужением экспортных каналов сбыта [5, 16].

Для понимания глубины текущего кризиса необходимо провести ретроспективный анализ. Авария на Федоровском гидроузле в Краснодарском крае в апреле 2022 года привела к сокращению посевных площадей и снижению валового сбора риса-сырца до 582,6 тыс. тонн, что существенно ниже среднемноголетних показателей. В ответ на это Правительством РФ был введен временный запрет на экспорт риса (первоначально с 1 июля 2022 года), который впоследствии неоднократно продлевался. Данная мера, будучи оправданной в условиях дефицита, позволила стабилизировать внутренний рынок и обеспечить население продукцией [4, 5, 9]. Однако в последующие годы наблюдался восстановительный рост производства. В 2024 году валовой сбор риса достиг рекордных 1,26 млн тонн, что существенно превысило уровень среднегодового внутреннего потребления. По данным Национального рисового союза, к концу 2025 года переходящие запасы риса-сырца и рисовой крупы (в пересчете на сырец) достигли 819,9 тыс. тонн, что на 30 % превышает показатель предыдущего года [11, 12, 14]. Парадокс ситуации заключается в том, что рекордный объем предложения привел к формированию избытка продукции на внутреннем рынке при сохранении экспортных ограничений, что привело к резкому снижению закупочных цен.

Анализ ценовой динамики свидетельствует о проявлении так называемого эффекта «ценовых ножниц». Средняя цена реализации риса-сырца снизилась с 31,6 руб/кг в декабре 2024 года до 19,9 руб/кг в декабре 2025 года, то есть более чем на 37 %. При этом производственные затраты, по оценкам отраслевых экспертов, снизились на 6,1%, достигнув 140,4 тыс. руб/га, а себестоимость производства составила 19,4 руб/кг. Сложившийся уровень цен ставит большинство производителей риса на грань рентабельности или в зону убыточности. Валовая рентабельность отрасли сократилась с 75,8 % в 2024 году до 57,4 % в 2025 году. Осознание масштабов проблемы привело к корректировке государственной политики. Постановлением Правительства РФ № 2076 от 19 декабря 2025 года с 1 января по 31 декабря 2026 года введена тарифная квота на вывоз риса-сырца в размере 200 тыс. тонн с применением нулевой ставки вывозной пошлины в рамках квоты [12]. По оценкам некоторых экспертов отрасли, данное решение является первым шагом к либерализации экспортного режима, однако запоздалым и недостаточным для полной стабилизации рынка. Предшествующий опыт введения квоты на экспорт рисовой крупы (50 тыс. тонн) показал низкую эффективность из-за административных барьеров: фактически было вывезено не более 13 тыс. тонн.

Одновременно с ценовым давлением отрасль сталкивается и с другими вызовами. Введение с 1 марта 2026 года обновленных санитарных норм (СанПиН 1.2.3685-21), устанавливающих предельно допустимые уровни содержания пестицидов, требует от производителей дополнительного контроля качества и корректировки систем защиты растений [2]. Кроме того, сохраняются риски, связанные с водообеспечением и техническим состоянием мелиоративных систем.

В научной литературе, представленной публикациями в рецензируемых журналах, активно обсуждаются вопросы импортозамещения в селекции, цифровизации агротехнологий и повышения эффективности использования водных ресурсов. Однако комплексные исследования, рассматривающие рисоводство как систему, находящуюся на пересечении макроэкономических, отраслевых и технологических факторов, представлены недостаточно. Остаются дискуссионными вопросы оптимального сочетания мер государственной поддержки и рыночных механизмов, а также оценки долгосрочных последствий экспортных ограничений для инвестиционной привлекательности отрасли.

Цель исследований

Провести анализ современных проблем развития рисоводства и предложить механизмы повышения экономической эффективности отрасли в услови-

ях роста себестоимости производства и снижения цен реализации.

Материалы и методы

Объектом исследования является отрасль рисоводства Российской Федерации. Информационной базой исследования послужили данные о факторах, определяющие себестоимость и цену реализации риса-сырца в условиях санкционных ограничений, организационно-экономические механизмы функционирования отрасли, а также технологические и управленческие инструменты стабилизации и повышения эффективности рисоводства. В процессе исследования использованы следующие методы: аналитический, экономико-статистический, сравнительный анализ, системный подход и методы обобщения научных данных. Применение указанных методов позволило выявить основные тенденции развития отрасли и определить перспективные направления повышения эффективности рисоводства.

Результаты и обсуждение

В последние годы производство риса в Российской Федерации характеризуется устойчивым ростом валового сбора и повышением урожайности культуры. Развитие отрасли обеспечивается внедрением новых сортов, совершенствованием агротехнологий и расширением площадей орошаемых земель [7, 8, 13]. Однако увеличение объемов производства сопровождается формированием экономических дисбалансов. Ограничения экспортных поставок и рост предложения продукции на внутреннем рынке приводят к снижению цен на рис-сырец. Одной из наиболее актуальных проблем отрасли является увеличение затрат на производство продукции: удорожание минеральных удобрений, рост цен на средства защиты растений, повышение стоимости горюче-смазочных материалов, увеличение тарифов на электроэнергию, рост затрат на обслуживание оросительных систем, повышение стоимости сельскохозяйственной техники. Значительная доля затрат приходится также на водообеспечение рисовых чеков и поддержание функционирования мелиоративных систем [10].

Для оценки тенденций развития рисоводства в Краснодарском крае был проведен анализ двух показателей: экстенсивного (посевные площади) и интенсивного (урожайность). Их соотношение позволяет оценить, за счет каких факторов (вовлечения дополнительных земель или интенсификации производства) достигается динамика валовых сборов. В контексте текущего ценового кризиса и роста себестоимости вопрос о приоритетах развития приобретает критическую значимость: экстенсивный путь ведет к затовариванию рынка и дальнейшему давлению на цены, тогда как интенсивный создает резервы для снижения издержек и повышения конкурентоспособности. Основные показатели динамики посевных площадей и урожайности риса в Краснодарском крае за исследуемый период представлены ниже (рис. 1).

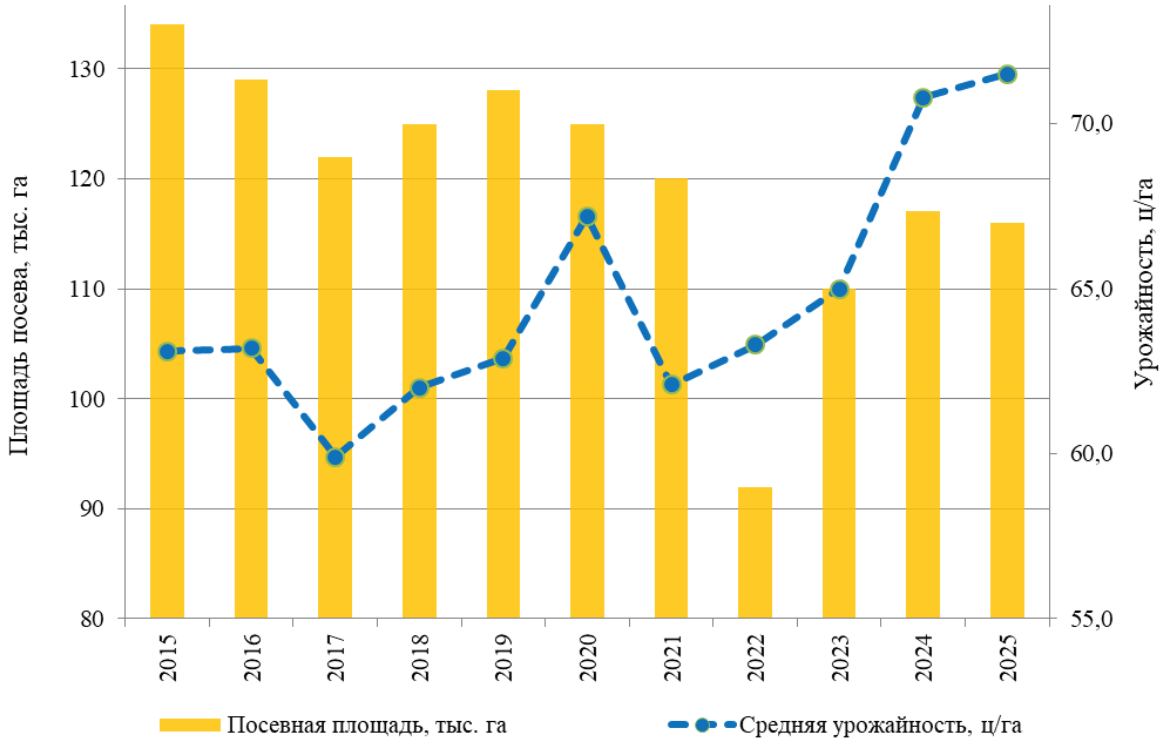


Рисунок. Динамика посевных площадей и средней урожайности риса в Краснодарском крае, 2015-2025 гг.

Главным итогом одиннадцатилетнего периода является устойчивый рост урожайности, достигший пиковых значений 71,5 ц/га в 2025 году. Это позволяет отрасли наращивать производство даже при некотором сокращении посевных площадей, что является классическим проявлением научно-технического прогресса в растениеводстве. Кризис 2022 года ярко продемонстрировал критическую зависимость рисоводства от состояния мелиоративных систем. Сокращение посевных площадей на 23,3 % привело к снижению валового сбора более чем на 200 тыс. тонн, что подтверждает необходимость постоянного мониторинга и модернизации гидротехнических сооружений. Анализ показывает, что к 2025 году произошла структурная перестройка: валовый сбор, сопоставимый с уровнем середины 2010-х годов, обеспечивается на 10-12 % меньших площадях. Это свидетельствует о повышении эффективности использования земельных ресурсов. Данные по росту урожайности и восстановлению валовых сборов в 2024-2025 гг. вступают в кажущееся противоречие с ценовым кризисом в отрасли. Высокий урожай, достигнутый благодаря интенсивным технологиям, при ограниченном экспорте привел к перепроизводству и обвалу цен. Это создает уникальную ситуацию, когда технологический успех (рост продуктивности) оборачивается экономическими проблемами (падение доходности), что требует корректировки системы сбыта и государственной поддержки.

Проведенный анализ подтвердил наличие системного кризиса перепроизводства в отрасли. Валовой сбор риса в 2025 году достиг рекордных значений, превысивших уровень 2023, 2024 гг. Это привело к формированию переходящих запасов, которые, по оценкам Национального рисового союза, на начало 2026 года составили порядка 820 тыс. тонн, что на 30 % превышает среднегодовые показатели. В период с декабря 2024 по декабрь 2025 года средняя цена реализации риса-сырца снизилась с 31,6 руб/кг до 19,9 руб/кг, то есть более чем на треть. При этом уровень производственных затрат снизился на 6,1%, достигнув 140,4 тыс. руб/га (табл. 1).

Таблица. Финансово-экономические показатели производства риса в Краснодарском крае, 2015-2025 гг.

Год	Валовый сбор, тыс. т.	Цена на сырец, руб/кг	Цена на крупу, руб/кг	Затраты на 1 га, тыс. руб	Себестоимость, тыс. руб/т
2015	845,4	22,9	37,2	64,4	10,2
2016	815,2	16,4	28,3	75,2	12,0
2017	730,6	17,7	30,1	78,6	13,0
2018	774,7	18,0	30,3	81,5	12,1
2019	805,4	20,9	35,8	89,3	13,6
2020	840,1	22,4	36,7	82,9	12,1
2021	745,2	24,5	38,2	89,9	13,9
2022	582,6	36,1	58,4	107,0	16,2
2023	714,5	42,3	69,1	116,8	17,7
2024	828,2	40,4	65,6	149,5	21,0
2025	829,7	25,8	46,5	140,4	19,4

Анализ данных таблицы показывает, что производство риса в Краснодарском крае в 2015-2025 гг. характеризуется относительной стабильностью валового сбора при существенных изменениях экономических показателей. Объем производства варьировал от 582,6 до 845,4 тыс. т, при этом наибольшее снижение наблюдалось в 2022 г. после аварии на Федоровском гидроузле, когда валовой сбор снизился до 582,6 тыс. т. В 2024–2025 гг. валовой сбор восстановился до уровня около 829 тыс. т. В рассматриваемый период отмечается значительная волатильность цен на сырец и рисовую крупу. Если в 2015-2021 гг. цена на сырец находилась в пределах 16,4-24,5 руб/кг, то в 2022-2023 гг. она резко возросла до 36,1-42,3 руб/кг. Однако в 2025 г. произошло снижение до 25,8 руб/кг. Аналогичная тенденция наблюдается и в отношении цен на рисовую крупу. Одновременно с этим производственные затраты на возделывание риса увеличились с 64,4 тыс. руб/га в 2015 г. до 140,4 тыс. руб/га в 2025 г., что привело к росту себестоимости продукции с 10,2 до 19,4 тыс. руб/т. Таким образом, увеличение себестоимости при снижении цены реализации в последние годы создает риски снижения рентабельности и финансовой устойчивости рисоводческих хозяйств. Из этого следует, что валовая рентабельность отрасли сократилась с 75,8 % в 2024 году до 57,4 % в 2025 году. Такая динамика свидетельствует о высокой уязвимости отрасли к конъюнктурным колебаниям и зависимости от ограниченного числа каналов сбыта.

Определенное негативное влияние оказывают и санкции. Санкционное давление проявилось опосредованно – через удорожание импортных компонентов (средства защиты растений, запчасти к ирригационным системам и комбайнам). Кроме того, ограничения на экспорт зерна риса, введенные в качестве меры по стабилизации внутреннего

рынка, усугубили проблему сбыта, лишив производителей экспортной альтернативы. При этом даже на фоне перепроизводства собственного сырья сохраняется значительный объем импорта риса (преимущественно длиннозерных сортов), что указывает на возможные структурные проблемы в сортовой политике и недостаточную гибкость перерабатывающей промышленности.

На основе выявленных проблем предлагается система мер, объединенных в два основных блока – тактический (организационно-экономический) и стратегический (научно-производственный и технологический).

Организационно-экономические меры. Одним из ключевых направлений стабилизации рынка является совершенствование регулирования товарных потоков. В условиях избыточного предложения необходима корректировка механизмов внешнеторгового регулирования. Возобновление экспорта риса-сырца в рамках тарифных квот с 2026 года является положительным фактором, однако для повышения эффективности внешнеторговой деятельности необходимо упрощение административных процедур для экспортеров и расширение географии поставок. Другим инструментом стабилизации ценовой конъюнктуры может стать проведение государственных закупочных интервенций, направленных на изъятие избыточных объемов продукции с рынка и формирование стабилизационного фонда. Реализация таких мер позволит поддержать доходность сельскохозяйственных товаропроизводителей в периоды снижения рыночных цен. Дополнительным направлением повышения устойчивости отрасли можно считать стимулирование внутреннего спроса на рисовую продукцию. Перспективным является расширение использования риса и продуктов его переработки в системе госзаказа, включая социальное питание, продовольственные резервы и обеспечение силовых структур. Одновременно необходимо стимулировать развитие производства продуктов переработки с более высокой добавленной стоимостью. Успешная реализация программ технологической модернизации невозможна без квалифицированных кадров, что требует развития системы дополнительного профессионального образования для руководителей и специалистов рисоводческих хозяйств, внедрения программ стажировок на передовых предприятиях и актуализации образовательных программ высшего и среднего профессионального образования с учетом современных требований к цифровым компетенциям и владению инновационными технологиями.

Научно-производственные и технологические меры. Стратегически важным направлением развития отрасли является совершенствование сортовой политики и развитие отечественной селекции риса. Приоритетным является создание высокопродуктивных сортов, в том числе длиннозерной группы, обладающих высокой технологичностью и конкурентоспособностью на рынке. Развитие отечественной селекции позволит снизить зависимость от импортного сырья и обеспечить импортозамещение в сегменте рисовой продукции. Параллельно с селекционной работой необходимо совершенствование системы первичного и промышленного семеноводства и государственной поддержки приобретения оригинальных и элитных семян отечественной селекции. Существенный резерв повышения эффективности производства связан с внедрением цифровых технологий и элементов точного земледелия. Использование систем спутникового мониторинга, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для дифференцированного внесения удобрений и средств защиты растений, а также применение высокоточной лазерной планировки рисовых чеков способствует более рациональному использованию водных и материальных ресурсов, снижению затрат на производство и повышению продуктивности посевов. Особое значение имеет повышение энергоэффективности и модернизация мелиоративных систем. Обновление оросительной инфраструктуры и внедрение ресурсосберегающих технологий водопользования позволяют существенно снизить затраты на эксплуатацию систем орошения и повысить устойчивость производства в изменяющихся климатических условиях. Перспективным направлением повышения экономической эффективности является также развитие глубокой переработки рисового сырья. Создание производств по выпуску рисовой муки, крахмала, экструдированных продуктов и специализированных пищевых концентратов позволяет увеличить добавленную стоимость продукции, снизить зависимость производителей от колебаний цен на сырец и повысить рентабельность отрасли.

Таким образом, повышение устойчивости рисоводства в условиях санкционного давления, роста производственных затрат и нестабильности ценовой конъюнктуры требует реализации комплекса взаимосвязанных мер, направленных на укрепление экономической и технологической базы отрасли. К числу приоритетных направлений относятся модернизация производственных процессов на основе ресурсосберегающих технологий, совершенствование селекционно-семеноводческой работы с созданием высокопродуктивных и адаптивных сортов риса, а также развитие глубокой переработки сырья, обеспечивающей формирование продукции с более высокой добавленной стоимостью. Важное значение имеет также совершенствование механизмов государственной поддержки, включая модернизацию мелиоративной инфраструктуры,

стимулирование инновационной деятельности и создание благоприятных условий для расширения внутреннего и внешнего рынков сбыта. Реализация указанных направлений позволит повысить конкурентоспособность отечественного рисоводства, снизить зависимость отрасли от внешнеэкономических факторов и обеспечить ее устойчивое развитие в долгосрочной перспективе.

Выводы

Современное развитие рисоводства происходит в условиях сочетания экономических и институциональных ограничений, связанных с санкционными факторами, ростом себестоимости производства и снижением цен реализации продукции. Предложенная система направлений повышения устойчивости рисоводства охватывает ключевые аспекты функционирования отрасли: технологическую модернизацию, селекционно-семеноводческое обеспечение, развитие переработки и совершенствование институциональной среды. Комплексная реализация этих мер позволит снизить себестоимость производства риса-сырца примерно на 15-20 %; повысить долю отечественных сортов в структуре посевов до 90-95 %; увеличить объемы переработки риса с выпуском продукции высокой степени готовности; диверсифицировать каналы сбыта и снизить зависимость от колебаний цен на сырьевом рынке; обеспечить рентабельность производства на уровне не ниже 20-25 %, что соответствует критериям расширенного воспроизводства. Дальнейшие научные исследования должны быть направлены на количественную оценку эффективности предлагаемых мер, разработку прогнозных сценариев развития отрасли и совершенствование механизмов государственной поддержки с учетом региональной специфики рисоводства. Реализация указанных направлений позволит повысить конкурентоспособность отрасли и обеспечить ее устойчивое развитие в условиях современных экономических вызовов.

Литература / References

1. Алешин Е.П. Рисоводство. Краснодар: Просвещение-Юг, 2003. 512 с. [Aleshin E.P. Rice growing. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2003;512 p. (in Russian)].
2. В России ограничили допустимые уровни пестицидов в еде и сельхозсырье [Электронный ресурс]. (дата обращения: 12.03.2026). [Russia has limited permissible levels of pesticides in food and agricultural raw materials [Electronic resource] (in Russian)]. URL: https://myurist.online/news/v-rossii-ogranichili-dopustimye-urovni-pestitsidov-v-ede-i-selhozsyre (reference date: 12.03.2026).
3. Гаркуша С.В., Харитонов Е.М., Ковалев В.С. Современные технологии возделывания риса на Кубани. Краснодар: ФГБНУ ФНЦ риса, 2019. 220 с. [Garkusha S.V., Kharitonov E.M., Kovalev V.S. Modern technologies of rice cultivation in Kuban. Krasnodar: Federal Scientific Center of Rice, 2019;220 p. (in Russian)].
4. Джамирзе Р.Р. Современное рисоводство России как стратегическая отрасль сельского хозяйства в обеспечении продовольственной безопасности страны (обзор) // *Рисоводство*. 2025. № 4(69). С. 6-13. [Dzhamirze R.R. Modern rice growing in Russia as a strategic branch of agriculture in ensuring food security of the country (review). *Rice growing*. 2025;4(69):6-13 (in Russian)]. doi.org/10.33775/1684-2464-2025-69-4-6-13
5. Избыток риса обвалил рынок. Чего ждать в 2026 году? [Электронный ресурс] Растениеводство. (дата обращения: 12.03.2026). [The excess rice collapsed the market. What to expect in 2026? Crop production [Electronic resource] (in Russian)]. URL: https://agrobook.ru/blog/user/aleksandra-koreneva/izbytok-risa-obvalil-rynok-chego-zhdat-v-2026-godu (reference date: 12.03.2026).
6. Информация о проделанной работе филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Астраханской области по мониторингу распространения вредных организмов, имеющих карантинное значение для стран-импортеров российского зерна в 2025 году [Электронный ресурс]. (дата обращения: 12.03.2026). [Information on the work completed by the branch of the Federal State Budgetary Institution “Rosselkhoztsentr” in the Astrakhan Region to monitor the spread of pests of quarantine significance for countries importing Russian grain in 2025 [Electronic resource] (in Russian)]. URL: https://rosselhoscenter.ru/ob-uchrezhdenii/filialy/yuzhnyy/astrakhanskaya-oblast/i5nformatsiya-o-prodelannoy-rabote-filiala-fgbu-rosselkhoztsentr-po-astrakhanskoy-oblasti-po-monitori/ (reference date: 12.03.2026).
7. Киселев Е.Н., Погорелов А.В., Гаркуша С.В. Исследование посевов риса по данным дистанционного зондирования // *Рисоводство*. 2020. № 1. С. 34-43. [Kiselev E.N., Pogorelov A.V., Garkusha S.V. Study of rice crops using remote sensing data. *Rice growing*. 2020;1:34-43 (in Russian)].
8. Костылев П.И., Краснова Е.В., Редькин А.А. Селекция риса на устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам // *Труды КубГАУ*. 2023. № 105. С. 180-185. [Kostylev P.I., Krasnova E.V., Redkin A.A. Rice breeding for resistance to biotic and abiotic stresses. *Proceedings of KubSAU*. 2023;105:180-185 (in Russian)].
9. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Государственная программа развития сельского хозяйства. М., 2023. 210 с. [Ministry of Agriculture of the Russian Federation. State Program for Agricultural Development. Moscow, 2023;210 p. (in Russian)].
10. Огорева Ю.А. Экономический анализ состояния и тенденций развития рисоводства в Краснодарском крае // *Труды КубГАУ*. 2025. № 117. С. 13-21. [Ogoreva Yu.A. Economic analysis of the state and development trends of rice cultivation in the Krasnodar region. *Proceedings of KubSAU*. 2025;117:13-21 (in Russian)].
11. О текущей ситуации в рисоводстве на 1 февраля 2026 года [Электронный ресурс]. (дата обращения: 12.03.2026).

[On the current situation in rice growing as of February 1, 2026 [Electronic resource] (in Russian)]. URL: https://np-urs.ru/tpost/7meu1ezra1-o-tekuschei-situatsii-v-risovodstve-na-1 (reference date: 12.03.2026).
12. Рисоводы обратились к МСХ с просьбой отменить ограничения на экспорт рисовой крупы [Электронный ресурс] // Зерно Он-Лайн. (дата обращения: 12.03.2026). [Rice growers appealed to the Ministry of Agriculture with a request to lift restrictions on the export of milled rice [Electronic resource]. Zerno On-Line (in Russian)]. URL: https://www.zol.ru/n/3fd71 (reference date: 12.03.2026).
13. Скубиев С.И., Шаповалов Д.А., Лепехин П.П. Использование беспилотных летательных аппаратов для мониторинга посевов риса // *Рисоводство*. 2018. № 4. С. 51-55. [Skubiev S.I., Shapovalov D.A., Lepekhin P.P. Use of unmanned aerial vehicles for monitoring rice crops. *Rice growing*. 2018;4:51-55 (in Russian)].
14. Федеральная служба государственной статистики. Сельское хозяйство России: статистический сборник. М.: Росстат, 2024. 310 с. [Federal State Statistics Service. Agriculture of Russia: statistical digest. Moscow: Rosstat, 2024;310 p. (in Russian)].
15. FAO. Rice Market Monitor. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023;45 p.
16. Russian Agriculture Ministry to work out mechanism for setting rice export quotas starting 2026 [Electronic resource]. URL: https://interfax.com/newsroom/top-stories/111754/
17. World Agricultural Production. Circular Series WAP. Washington: USDA Foreign Agricultural Service, 2023;40 p.

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

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»
350921, Россия, Краснодар, Белозерный, 3

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

FSBSI «Federal Research Centre of Rice»
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2026-72-3-13-19
УДК 633.18: 58.087: 581.15: 575.21: 519.235

Иванова А.Е.,
Коротенко Т.Л., канд. с.-х. наук
г. Краснодар, Россия

ВЗАИМОСВЯЗИ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ У СОРТООБРАЗЦОВ КОЛЛЕКЦИИ РИСА ПО ГРУППАМ СПЕЛОСТИ (2015–2025 гг.)

Коэффициент корреляции является одним из инструментов, показывающих взаимосвязи между независимыми характеристиками растений и компонентами урожайности, повышающих эффективность селекционных программ. Также корреляционный анализ позволяет выявить признаки, имеющие малое или нулевое значение при отборе. Российские и зарубежные ученые уже количественно оценили взаимосвязь между урожайностью риса и ее компонентами в ряде исследований. Однако в большинстве из них использовался небольшой размер выборки сортов, и до настоящего времени не проводилась подробная оценка этих взаимосвязей в динамике по годам. На основе обширных накопленных дано проведено исследование природы и силы взаимосвязи между продуктивностью и ее компонентами в разрезе раннеспелых, среднеспелых и позднеспелых сортов риса, что повысит точность отбора исходных форм в программах селекции растений. Проведен анализ взаимосвязи элементов продуктивности у 1391 сортообразцов коллекции риса разных групп спелости по данным многолетнего изучения (2015–2025 гг.) в условиях Краснодарского края. Установлено, что масса зерна с метелки как показатель индивидуальной продуктивности наиболее тесно связана с общим количеством колосков и плотностью метелки, тогда как связь с пустозерностью имеет отрицательный характер. Связи в целом сохраняются во всех группах спелости, а наиболее устойчивыми по годам являются корреляции массы зерна с метелки с общим количеством колосков и плотностью метелки. У позднеспелых генотипов масса зерна с метелки в большей степени сопряжена с крупностью и выполненностью зерна, тогда как у раннеспелых форм связь данных признаков выражена слабее.

Ключевые слова: *рис, сортообразцы, группы спелости, элементы продуктивности, масса зерна с метелки, корреляционный анализ.*

RELATIONSHIPS BETWEEN PRODUCTIVITY ELEMENTS IN RICE COLLECTION SAMPLES BY MATURITY GROUPS (2015–2025)

The correlation coefficient is one of the fundamental tools used to assess relationships between independent plant characteristics and yield components and to improve the efficiency of breeding programs. Correlation analysis also makes it possible to identify traits that have low or no value in selection. Russian and international researchers have quantified relationships between rice yield and its components in a number of studies. However, most of these have used small sample sizes of varieties and, to date, no detailed assessment of these relationships has been conducted over time. Based on extensive long–term data, this study focused on understanding the nature and strength of relationships between productivity and its components in early–, medium– and late–ripening rice varieties, which may improve the accuracy of selecting initial forms in breeding programs. Relationships between productivity traits were analyzed in 1,391 rice collection accessions of different maturity groups based on long–term evaluation (2015–2025) under the conditions of Krasnodar region. Grain weight per panicle, as an indicator of individual productivity, was most closely related to the total number of spikelets per panicle and panicle density, whereas its relationship with sterility was negative. In general, these relationships were maintained in all maturity groups, and the correlations of grain weight per panicle with the total number of spikelets and panicle density were the most stable over years. In late–ripening genotypes, grain weight per panicle was more closely related to grain size and grain filling, whereas in early-ripening forms the relationship between these traits is expressed less.

Key words: *rice, accessions, maturity groups, productivity traits, grain weight per panicle, correlation analysis.*

Введение

Одной из ключевых задач для современной селекции риса является повышение урожайности сортов и поиск генотипов, сочетающих высокую продуктивность и стабильность проявления ценных признаков, для дальнейшего включения в селекционный процесс. Урожайность риса как интегральный хозяйственно ценный признак формируется под влиянием комплекса количественных показателей, связанных с архитектоникой растения, озерненностью метелки, плотностью и выполненностью зерна. Поэтому изучение взаимосвязей между элементами продуктивности растений и биологическими свойствами приобретает важное

значение, для комплексного анализа признаков и более обоснованного отбора особо ценных для селекции генотипов [1, 2].

По данным фенотипирования мирового генофонда риса в условиях южного региона России коллекционные образцы существенно различаются по длительности вегетационного периода, высоте растений, региону происхождения и показателям продуктивности [5]. Близкие по тематике исследования показывают, что элементы структуры урожая и другие количественные признаки образцов риса по–разному сопряжены с урожайностью зерна и могут использоваться как ориентиры при отборе высокопродуктивных генотипов [4]. Разнообразие признаков и диапазон их изменчивости влияют на формирование урожайности, поэтому необходимо установить, какие элементы структуры урожая наиболее сопряжены между собой, а также проявляют наибольшую стабильность в разные годы изучения [5, 6, 8].

Полевая оценка генотипов в биоресурсной коллекции – обязательный элемент их характеристики, включающей комплекс из комплекса показателей, характеризующих скороспелость, морфотип растения, продуктивность, устойчивость к внешним стрессорам. При многолетнем изучении генплазмы такой подход дает возможность установить, какие взаимосвязи более устойчиво сохраняются из года в год, а какие в большей степени зависят от условий сезона. Например, пустозерность – один из наиболее чувствительных признаков, отражающих реакцию растений на стресс и погодные условия. В предыдущих исследованиях на материале данной коллекции установлено, что пустозерность является достаточно динамичным признаком, а ее увеличение в отдельные годы сопровождалось снижением массы зерна с метелки и массы 1000 зерен [3].

Во многих исследованиях также выявлены определенные закономерности взаимосвязи признаков. Например, в работе П. И. Костылева и соавт. показано, что масса зерна с метелки как показатель продуктивности отдельного растения положительно коррелировала с количеством колосков и зерен, массой 1000 зерен, длиной и плотностью метелки [4]. При этом плотность метелки является расчетным показателем, поэтому не может рассматриваться как полностью самостоятельный признак.

Зарубежные исследования показывают, что характер и сила сопряженности отдельных признаков с продуктивностью риса различаются и зависят от генотипа и условий выращивания. G. Li и соавт. установили, что число метелок у растения и масса зерна с метелки тесно связаны с формированием продуктивности риса [10]. M.Z. Islam и соавт. показали, что число выполненных зерен в метелке и масса 1000 зерен характеризовались положительными связями с урожайностью [6]. S. Y. Lee и соавт. исследовали 276 сортов риса, разделенных по группам спелости, и показали, что проявление признаков, связанных с продуктивностью, зависит от группы спелости и условий выращивания [8]. Вместе с тем представляет интерес оценка этих взаимосвязей на более широком коллекционном материале и их устойчивости в многолетнем изучении.

Эффективность работы селекционных процессов полностью зависит от генетической изменчивости и обоснованными критериями отбора. Биоресурсные коллекции предоставляют широкий спектр генотипов, среди которых возможно выделение исходного материала с требуемым сочетанием признаков [7].

Исследователи из Китая использовали данные о признаках четырех экотипов риса, выведенных в стране в период с 1978 по 2017 гг., и обнаружили, что корреляция между агрономическими признаками и урожайностью зависит от экотипа сорта риса. У инбредных и гибридных экотипов японики обнаружено, что только высокое количество метелок на единицу площади и длительный период роста приводили к высокой урожайности зерна [9]. Ряд ученых в условиях субтропического климата установили, что генотипические коэффициенты корреляции были выше фенотипических, что отражает наличие аддитивного генетического контроля и указывает на отсутствие влияния окружающей среды, усиливающего генетические ассоциации. Между количеством дней до созревания и урожайностью выявлена высокозначимая генетическая корреляция [11].

Следовательно, корреляционный анализ имеет значение не только как статистический прием, но и как способ выявления признаков, наиболее значимых при изучении генетического разнообразия культуры и подборе родительских форм для скрещиваний.

Цель исследования

Анализ взаимосвязей элементов продуктивности у сортообразцов риса разных групп спелости с оценкой устойчивости сопряженности по данным многолетнего изучения генетических ресурсов.

Материалы и методы

Исследования проводили в экологических условиях Краснодарского края на базе ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», в группе УНУ «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур». Материалом исследования служили данные об оценке продуктивности и биологических свойств растений коллекционных образцов риса в период с 2015 по 2025 гг. Образцы риса выращивали в коллекционном питомнике на орошаемом участке в условиях мелкоделяночного

опыта (1 м^2). Для сравнительного анализа образцы были дифференцированы на группы спелости по продолжительности периода от всходов до полной спелости: раннеспелые – 95–110 дней, среднеспелые – 111–120 дней, позднеспелые – более 121 дня.

Для установления взаимосвязи хозяйственно ценных признаков между собой использовали парные коэффициенты корреляции. В анализ включили следующие признаки: вегетационный период, высоту растения, длину метелки, общее количество колосков в метелке, пустозерность, массу зерна с метелки, плотность метелки и массу 1000 зерен. В качестве ключевого признака рассматривали «массу зерна с метелки» как интегральный показатель индивидуальной продуктивности растения.

Статистическую обработку данных проводили в программах Microsoft Excel и RStudio. Взаимосвязи между признаками оценивали по коэффициенту линейной корреляции Пирсона (r) по всему массиву данных и отдельно по группам спелости. Статистическую значимость коэффициентов корреляции оценивали по t–критерию для коэффициента корреляции Пирсона, связи считали статистически значимыми при $p<0,05$. Для оценки устойчивости корреляционных связей по годам рассчитывали годовые значения коэффициентов корреляции для ключевых признаков, связанных с массой зерна с метелки.

Общее число наблюдений составило 1391, распределение сортов по группам спелости: раннеспелые – 512, среднеспелые – 478, позднеспелые – 401 шт.

Результаты и обсуждение

Семенная коллекция УНУ ФНЦ риса (г. Краснодар) насчитывает более 7,5 тыс. образцов из 43 стран. Экспериментальные данные по изучению коллекционных образцов риса в условиях юга России показали, что продолжительность вегетационного периода у исследуемых образцов варьировала от 90 до 150 дней, высота растений – от 52,0 до 146,0 см. Вариабельность признака «длина метелки» по сортам составляла от 10,8 до 28,2 см. Более широкий диапазон изменчивости отмечен по признакам, которые непосредственно связаны с формированием продуктивности метелки. Общее количество колосков в метелке у исследуемых генотипов составляло от 26,3 до 283,8 шт., а пустозерность колебалась в пределах от 1,7 до 73,0 %, масса зерна с метелки – от 0,39 до 6,45 г, плотность метелки – от 1,9 до 18,3 шт/см, масса 1000 зерен – от 13,5 до 45,3 г.

Общую структуру взаимосвязей между изученными количественными признаками у сортообразцов риса по данным многолетнего изучения отражает корреляционная матрица (табл. 1). Наиболее тесная положительная корреляция массы зерна с метелки установлена с общим количеством колосков в метелке ($r = 0,801$) и плотностью метелки ($r = 0,766$). Умеренная положительная корреляция выявлена между массой зерна с метелки и массой 1000 зерен ($r = 0,451$), тогда как пустозерность слабо коррелировала с данным признаком ($r = – 0,214$), при этом связь была обратной.

Высокая положительная корреляция установлена между общим количеством колосков и плотностью метелки ($r = 0,893$). Сопряженность высоты растения и вегетационного периода с массой зерна с метелки слабая ($r = 0,162$ и $r = – 0,187$ соответственно), а длина метелки практически не проявляла связи с данным показателем ($r = 0,025$).

Таблица 1. Общая корреляционная матрица количественных признаков у коллекционных образцов за период 2015–2025 гг.

Признаки	Вегетационный период, дней	Высота растения, см	Длина метелки, см	Общее количество колосков в метелке, шт	Пустозерность, %	Масса зерна с метелки, г	Плотность метелки, шт/см
Вегетационный период, дней	1,000						
Высота растения, см	–0,025	1,000					
Длина метелки, см	**0,142**	**0,129**	1,000				
Общее количество колосков в метелке, шт.	–0,040	**0,090**	–0,034	1,000			
Пустозерность, %	**0,297**	0,022	**0,102**	**0,145**	1,000		
Масса зерна с метелки, г	**–0,187**	**0,162**	0,025	**0,801**	**–0,214**	1,000	
Плотность метелки, шт/см	**–0,171**	–0,030	**–0,084**	**0,893**	0,052	**0,766**	1,000
Масса 1000 зерен, г	**–0,203**	**0,233**	–0,018	0,009	**–0,133**	**0,451**	0,044

Примечание - Полужирным шрифтом выделены статистически значимые коэффициенты корреляции ($p < 0,05$); Для исключения дублирования приведена нижняя половина симметричной корреляционной матрицы

В общей совокупности исследуемых образцов установлено, что масса зерна с метелки наиболее тесно коррелировала с признаками, характеризующими озерненность и плотность метелки. В то же время слабые связи массы зерна с метелки с высотой растения, длиной метелки и продолжительностью вегетационного периода показывают, что эти признаки сами по себе не могут рассматриваться как надежные индикаторы продуктивности без учета других параметров. Также принадлежность образцов к разным группам спелости может влиять на характер формирования элементов продуктивности; в связи с этим дальнейшее изучение корреляционных связей было проведено отдельно для раннеспелых, среднеспелых и позднеспелых форм.

Особенности взаимосвязей массы зерна с метелки с другими количественными признаками по группам спелости представлены в табл. 2.

Таблица 2. Корреляция массы зерна с метелки с другими признаками по группам спелости

Признаки	Раннеспелые	Среднеспелые	Позднеспелые
Вегетационный период, дней	**0,21**	**–0,13**	**–0,25**
Высота растения, см	**0,15**	0,06	**0,24**
Длина метелки, см	**0,12**	–0,07	–0,06
Общее количество колосков в метелке, шт.	**0,81**	**0,84**	**0,76**
Пустозерность, %	–0,01	**–0,10**	**–0,34**
Плотность метелки, шт/см	**0,74**	**0,79**	**0,76**
Масса 1000 зерен, г	0,28	**0,41**	**0,57**

Примечание - Полужирным шрифтом выделены статистически значимые коэффициенты корреляции (p < 0,05)

Сила взаимозависимости массы зерна с метелки с другими параметрами продуктивности у образцов разных сроков созревания неодинакова. Во всех группах наиболее тесная положительная связь массы зерна с метелки установлена с общим количеством колосков в метелке (r = 0,76–0,84) и плотностью метелки (r = 0,74–0,79). Связь массы зерна с метелки с массой 1000 зерен усиливалась от раннеспелых к позднеспелым образцам (r = 0,28, 0,41 и 0,57 соответственно). Для пустозерности наблюдались изменения по группам: у раннеспелых образцов связь практически отсутствовала (r = –0,01), у среднеспелых была слабой (r = –0,10), а у позднеспелых отрицательная связь была более выраженной (r = –0,34).

Отдельно следует отметить изменение направления корреляции между массой зерна с метелки и продолжительностью вегетационного периода: у раннеспелых образцов она была положительной (r = 0,21), тогда как у среднеспелых и позднеспелых – отрицательной (r = –0,13 и r = –0,25).

Динамика коэффициентов корреляции по годам показала неодинаковую устойчивость взаимосвязей массы зерна с метелки с отдельными элементами продуктивности (рис. 1). Во всех группах спелости наиболее устойчивой оставалась положительная корреляция продуктивности метелки с количеством колосков. Средние годовые значения коэффициента корреляции массы зерна с метелки с общим количеством колосков составили: r = 0,790 у раннеспелых, r = 0,795 у среднеспелых и r = 0,693 у позднеспелых образцов; с плотностью метелки – соответственно r = 0,705; r = 0,737 и r = 0,629. Связь с пустозерностью была менее стабильной: у раннеспелых и среднеспелых образцов знак связи менялся по годам, тогда как у позднеспелых форм она была преимущественно отрицательной (среднее r = –0,296). Расширенная характеристика устойчивости годовых корреляций по группам спелости представлена в таблице 3.

Таблица 3. Корреляция продуктивности метелки с изученными признаками по группам спелости (2015–2025 гг.)

Признак	Показатель	Раннеспелые	Среднеспелые	Позднеспелые
Вегетационный период, дней	диапазон r по годам	–0,265–0,446	–0,370–0,138	–0,486–0,142
	среднее r ± SD	0,194±0,207	–0,104±0,173	–0,136±0,214
Высота растения, см	диапазон r по годам	–0,103–0,397	–0,006–0,423	0,073–0,533
	среднее r ± SD	0,150±0,153	0,163±0,137	0,288±0,145
Длина метелки, см	диапазон r по годам	–0,236–0,439	–0,514–0,374	–0,309–0,440
	среднее r ± SD	0,102±0,161	–0,081±0,254	–0,032±0,239
Общее количество колосков в метелке, шт.	диапазон r по годам	0,603–0,906	0,517–0,910	0,429–0,941
	среднее r ± SD	0,790±0,107	0,795±0,125	0,693±0,151
Пустозерность, %	диапазон r по годам	–0,452–0,260	–0,463–0,383	–0,564–0,193
	среднее r ± SD	–0,066±0,209	–0,014±0,267	–0,296±0,237
Плотность метелки, шт/см	диапазон r по годам	0,439–0,887	0,212–0,887	0,024–0,972
	среднее r ± SD	0,703±0,135	0,737±0,188	0,629±0,256
Масса 1000 зерен, г	диапазон r по годам	0,121–0,432	0,286–0,646	–0,067–0,738
	среднее r ± SD	0,292±0,110	0,441±0,115	0,478±0,237

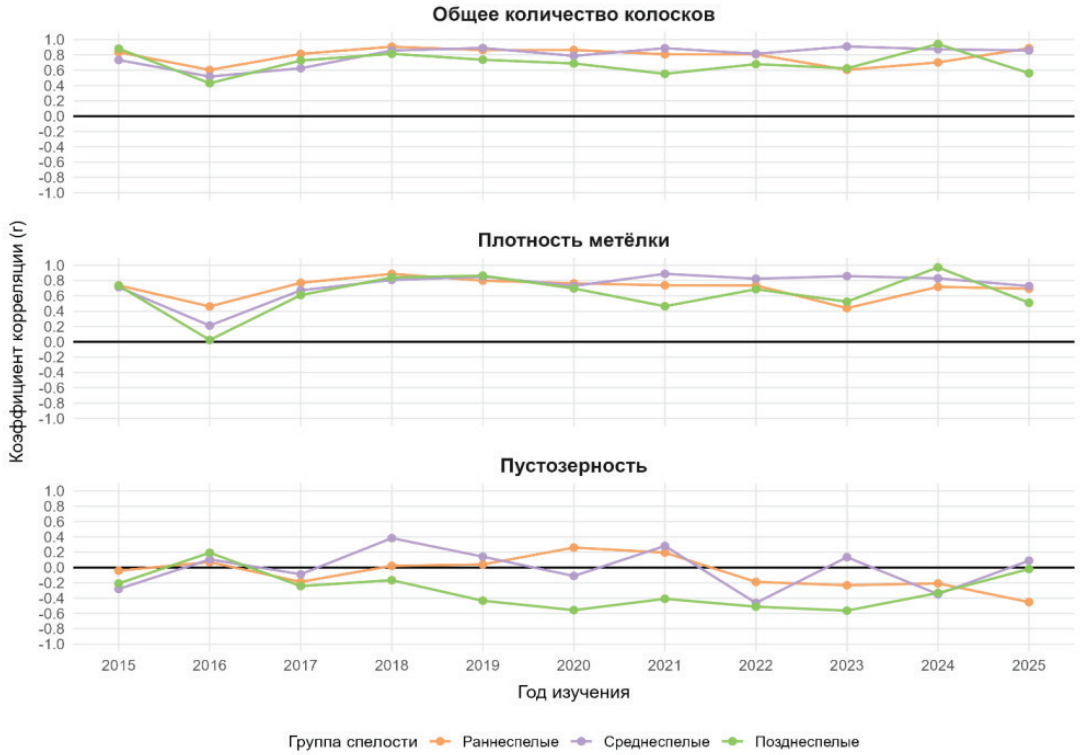


Рисунок 1. Изменчивость сопряженности массы зерна с метелки с ключевыми элементами продуктивности по годам исследований

Дополнительно была проанализирована зависимость массы зерна с метелки от длины метелки и массы 1000 зерен (рис. 2, 3). Сопоставление данных признаков показало, что их связь с массой зерна с метелки неодинакова.

Связь массы 1000 зерен с массой зерна с метелки была положительной во всех группах спелости, однако ее выраженность различалась. У раннеспелых образцов корреляция была слабой положительной (r = 0,28), у среднеспелых – умеренной (r = 0,41), а у позднеспелых – более выраженной (r = 0,57). Это указывает на то, что у позднеспелых образцов масса зерна с метелки в большей степени сопряжена с крупностью и выполненностью зерна, тогда как у раннеспелых форм связь данных признаков выражена слабее.

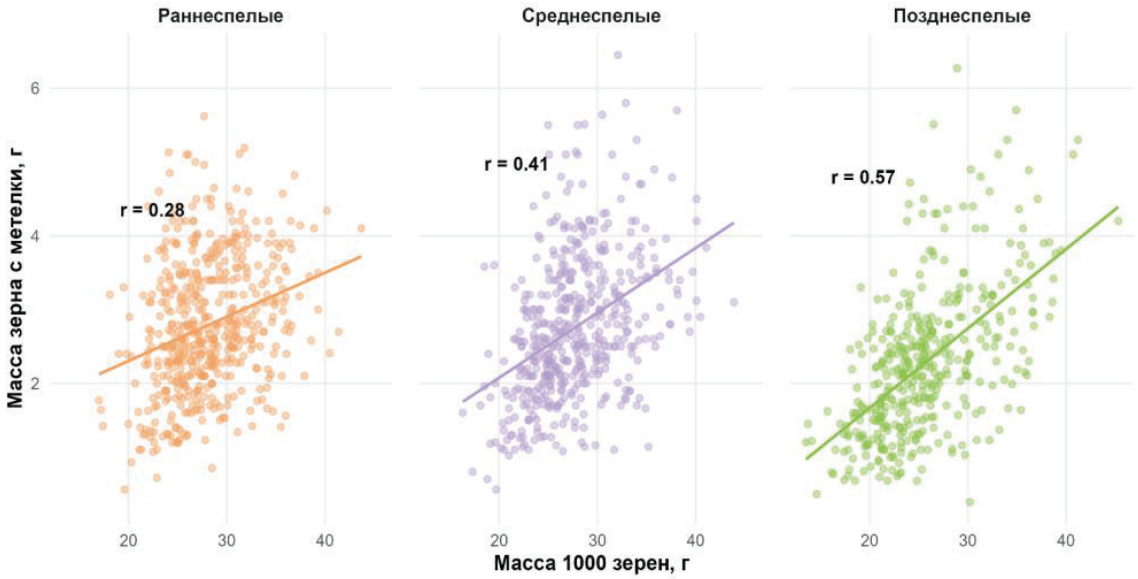


Рисунок 2. Корреляция массы 1000 зерен с массой зерна с метелки у образцов разных групп спелости по данным за 2015–2025 гг.

В отличие от массы 1000 зерен, длина метелки практически не была связана с массой зерна с метелки. У раннеспелых образцов отмечалась очень слабая положительная связь (r = 0,12), тогда как у среднеспелых и позднеспелых групп коэффициенты корреляции были близки к нулю и имели отрицательную направленность (r = –0,07 и r = –0,06 соответственно). Следовательно, увеличение длины метелки само по себе может не сопровождаться увеличением ее озерненности, а также индивидуальной продуктивности растения. Это подтверждает, что для формирования массы зерна с метелки большее значение имеют такие признаки, как число колосков на метелке, ее плотность и масса 1000 зерен.

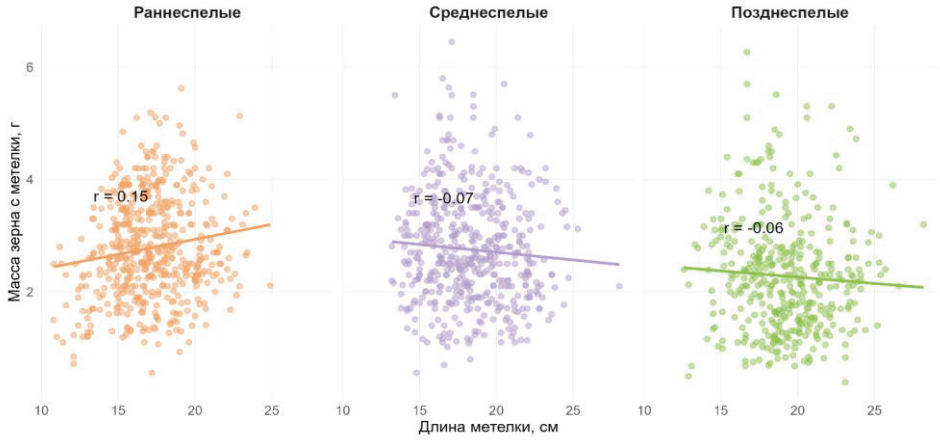


Рисунок 3. Корреляция длины метелки с массой зерна с метелки у образцов разных групп спелости по данным за 2015–2025 гг.

Выводы

Анализ многолетних данных по изучению продуктивности коллекционных образцов риса показал, что во всех группах спелости наиболее тесно с массой зерна с метелки были связаны такие признаки, как общее количество колосков и плотность метелки. Взаимосвязь массы зерна с метелки, массы 1000 зерен и пустозерности проявлялась более дифференцированно и зависела от принадлежности образцов к определенной группе спелости. Сопряженность массы зерна с метелки с массой 1000 зерен усиливалась у более позднеспелых образцов, вместе с тем проявлялась отрицательная связь с пустозерностью. Это указывает на различия в структуре формирования элементов продуктивности у образцов разных групп спелости.

Длина метелки практически не связана с массой зерна с метелки: у раннеспелых образцов отмечалась слабая положительная связь, а у среднеспелых и позднеспелых групп коэффициенты корреляции близки к нулю. Следовательно, длина метелки отдельно не может рассматриваться как показатель индивидуальной продуктивности без учета количества колосков, плотности метелки и выполненности зерна.

Динамика коэффициентов корреляции по годам свидетельствует, что устойчивая в многолетнем изучении взаимосвязь массы зерна с метелки с отдельными элементами продуктивности была неодинаковой. Наиболее стабильной оказалась положительная связь с общим количеством колосков, с плотностью метелки сходная устойчивость. Связь с пустозерностью характеризовалась большей изменчивостью, что связано с ее зависимостью от условий сезона и наиболее выраженной фенотипической вариацией.

Отмеченные особенности по силе и характеру взаимосвязи ценных признаков у риса расширяют характеристику коллекции генетических ресурсов и показывают, что выделенные признаки могут рассматриваться как наиболее стабильные элементы структуры продуктивности и использоваться при подборе исходных форм в селекции на интенсификацию.

Благодарности: исследование выполнено в рамках госзадания по теме НИР: FGRG–2025–0008 «Сохранение, изучение и создание генетических ресурсов риса и овощных культур на основе молекулярно–генетических, клеточных и классических методов для селекции высокопродуктивных и адаптивных форм».

Литература / References

1. Балясный И.В., Скаженник М.А., Ковалев В.С., Пшеницына Т.С. Сопряженность урожайности и элементов ее структуры агроценозов риса // *Рисоводство*. 2023. № 2(59). С. 25–30. [Balyasny I.V., Skazhennik M.A., Kovalev V.S., Pshenitsyna T.S. The relationship of yield and elements of its structure in rice agrocenoses. *Rice growing*. 2023;2(59):25–30 (in Russian)]. doi: 10.33775/1684–2464–2023–59–2–25–30
2. Зеленский Г.Л., Зеленская О.В. Селекция риса на повышение его продуктивности (обзор) // *Труды по приклад-*

ной ботанике, генетике и селекции. 2024. Т. 185, № 1. С. 212–223. [Zelensky G.L., Zelenskaya O.V. Rice breeding to increase its productivity (review). *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2024;185(1):212–223 (in Russian)]. doi: 10.30901/2227–8834–2024–1–212–223

3. Иванова А.Е., Коротенко Т.Л. Анализ межгодовой изменчивости элементов продуктивности у сортообразцов коллекции риса по группам спелости (2015–2025 гг.) // Устойчивое сельское хозяйство: технологии будущего: материалы Всероссийской школы–конференции для молодых ученых. Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса», 2026. С. 129–135. [Ivanova A.E., Korotenko T.L. Analysis of interannual variability in productivity components of rice collection accessions across maturity groups (2015–2025). In: Sustainable agriculture: technologies of the future: proceedings of the All–Russian School–conference for Young Scientists. Krasnodar: Federal Scientific Rice Centre, 2026;129–135 (in Russian)]. doi: 10.33775/conf–2026–129–135
4. Костылев П.И., Краснова Е.В., Аксенов А.В. Влияние элементов структуры урожая и других количественных признаков образцов риса на урожайность зерна // *Международный научно–исследовательский журнал*. 2023. № 12(138). [Kostylev P.I., Krasnova E.V., Aksenov A.V. The influence of elements of the yield structure and other quantitative traits of rice samples on grain yield. *International Research Journal*. 2023;12(138) (in Russian)]. doi: 10.23670/IRJ.2023.138.110
5. Пустовалов Р.А., Коротенко Т.Л. Фенотипирование по морфологическим и агрономическим признакам агроэкотипов мирового разнообразия риса в условиях южного региона России // *Рисоводство*. 2022. № 2(55). С. 11–19. [Pustovalov R.A., Korotenko T.L. Phenotyping according to morphological and agronomic traits of agroecotypes of global rice diversity in the conditions of the southern region of Russia. *Rice growing*. 2022;2(55):11–19 (in Russian)]. doi: 10.33775/1684–2464–2022–55–2–11–19
6. Islam M.Z., Chakrabarty T., Akter N., Khalequzzaman M., Prince M.F.R.K., Pittendrigh B.R., Tomita M., Ali M.P. Genetic variability, correlation and path coefficient analysis of phenotypic traits and genetic diversity of Aman rice landraces (Oryza sativa L.). *Scientific Reports*. 2025;15(1):18606. doi: 10.1038/s41598–025–03547–x
7. Khan A.R., Mahmud A., Islam N., Ghosh U.K., Hossain S. Genetic variability and agronomic performances of rice genotypes in different growing seasons in Bangladesh. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2023;14:100750. doi: 10.1016/j.jafr.2023.100750
8. Lee S.Y., Lee H.–S., Lee C.–M., Ha S.–K., Park H.–M., Lee S.–M., Kwon Y., Jeung J.–U., Mo Y. Multi–Environment Trials and Stability Analysis for Yield–Related Traits of Commercial Rice Cultivars. *Agriculture*. 2023;13(2):256. doi: 10.3390/agriculture13020256
9. Li G., Zhang J., Yang C., Song Y., Zheng C., Wang S., Liu Z., Ding Y. Optimal yield–related attributes of irrigated rice for high yield potential based on path analysis and stability analysis. *The Crop Journal*. 2014;2(4):235–243. doi: 10.1016/j.cj.2014.03.006
10. Li R., Li M., Ashraf U., Liu S., Zhang J. Exploring the relationships between yield and yield–related traits for rice varieties released in China from 1978 to 2017. Frontiers in Plant Science. 2019;10:543. doi.org/10.3389/fpls.2019.00543
11. Tiwari D.N., Tripathi S.R., Tripathi M.P., Khatri N., Bastola B.R. Genetic Variability and Correlation Coefficients of Major Traits in Early Maturing Rice under Rainfed Lowland Environments of Nepal. *Advances in Agriculture*. 2019:5975901. doi: 10.1155/2019/5975901

Александра Евгеньевна Иванова
Младший научный сотрудник группы УНУ «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур»
E–mail: ivanovalssrfm@bk.ru

Татьяна Леонидовна Коротенко
Руководитель группы УНУ «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур», ведущий научный сотрудник отдела селекции
E–mail: Korotenko.tatyan@mail.ru

Все: ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»
350921, Россия, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

Alexandra Evgenievna Ivanova
Junior Researcher of the USI group «Collection of Genetic Resources of Rice, Vegetable and Melon Crops»
E–mail: ivanovalssrfm@bk.ru

Tatiana Leonidovna Korotenko
Head of the USI group «Collection of genetic resources of rice, vegetables and melons» Leading Researcherof the breeding department,
E–mail: Korotenko.tatyan@mail.ru

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

DOI 10.33775/1684-2464-2026-72-3-20-29
УДК 633.18:681.518

Скаженник М.А., д-р биол. наук,
Ковалев В.С., д-р с.-х. наук,
Оглы А.М.,
Чижиков В.Н., канд. с.-х. наук,
Пшеницына Т.С.
Юрченко С.А.,
Шевченко Е.В.
г. Краснодар, Россия

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ КРУПНОЗЕРНЫХ СОРТОВ РИСА

В формировании высокого и гарантированного урожая риса важную роль играет сорт. Созданные в последние годы селекционерами ФНЦ риса сорта риса различаются по урожайности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды, что определяется особенностями их продукционного процесса. Дальнейшие успехи селекции в повышении урожайности сортов связаны с изучением этого процесса и разработкой на его основе моделей современных генотипов риса, включающих комплекс морфофизиологических признаков, обеспечивающих эффективную оценку и отбор наиболее продуктивных и адаптивных форм риса. Сопряженность этих признаков дает возможность селекционеру по установленным морфофизиологическим параметрам проводить изучение и оценку селекционных образцов на продуктивность и адаптивность к условиям внешней среды на разных этапах селекционного процесса. Целью работы явилось изучение формирования урожая и элементов его структуры крупнозерных сортов риса и установление у них признаков, определяющих урожайность. В вегетационном опыте у шести крупнозерных сортов риса исследована фотосинтетическая и продукционная деятельность на трех уровнях минерального питания. Определены морфофизиологические признаки сортов, обусловливающие у них активность фотосинтетического аппарата, характер распределения ассимилятов по органам растения, величину и структуру биологического и хозяйственного урожая, реакцию на азот. Урожайность крупнозерного сорта Стромбус варьировала от 0,767 до 1,198 кг/м^2, тогда как у остальных генотипов - от 0,593 до 1,087 кг/м^2. Это объясняется более высокой озерненностью его агрофитоценоза по сравнению с сортом-стандартом Фаворит. Увеличение урожайности сопровождалось повышением эффективности использования азота. Обнаружена линейная регрессия урожайности и озерненности агрофитоценоза с общим содержанием азота в полную спелость y = 0,021x +0,5017, R^2= 0,711; y = 0,806x + 15,794, R^2=0,7959. Установлена зависимость между величиной уборочного индекса азота K_N и урожайностью сортов, также имеющим связь с интегральным параметром донорно-акцепторных отношений у растений – уборочным индексом (0,80±0,28 – 0,71±0,18). Главными признаками для повышения урожайности крупнозерных сортов риса являются число побегов, озерненность агрофитоценоза, масса зерна с растения, уборочный индекс азота K_N и уборочный индекс ($K_{хоз}$).

Ключевые слова: *рис, сорт, продукционный процесс, азот, элементы структуры урожая, урожайность.*

YIELD FORMATION OF LARGE-GRAIN RICE VARIETIES

Rice variety plays a crucial role in ensuring a high and guaranteed rice yield. Rice varieties developed in recent years by breeders at the Federal Scientific Rice Centre vary in yield and resistance to adverse environmental factors, which is determined by the specifics of their production process. Further advances in breeding in increasing the yield of varieties are associated with the study of this process and the development, on its basis, of models of modern rice genotypes, including a complex of morphophysiological characteristics that ensure the effective evaluation and selection of the most productive and adaptive forms of rice. The conjugation of these traits enables breeders to study and evaluate breeding samples for productivity and adaptability to environmental conditions at different stages of the breeding process using established morphophysiological parameters. The aim of the work was to study the formation of the yield and elements of its structure in large-grain rice varieties and to establish the characteristics that determine their yield. In a pot experiment, the photosynthetic and production activity of six large-grain rice varieties was studied at three levels of mineral nutrition. Morphological and physiological traits determining photosynthetic activity, the distribution of assimilates among plant organs, the size and structure of the biological and commercial yield, and their response to nitrogen were determined. The yield of the large-grained variety Strombus varied from 0,767 to 1,198 kg/m^2, while for the other genotypes it ranged from 0,593 to 1,087 kg/m^2. This is explained by the higher grain content of its agrophytocenosis compared to the standard variety Favorit. The increased yield was accompanied by improved nitrogen use efficiency. A linear regression of yield and grain content of agrophytocenosis with total nitrogen content at full maturity was found: y = 0,021x + 0,5017, R^2 = 0,711; y = 0,806x + 15,794, R^2 = 0.796. A relationship was established between the value of the nitrogen harvesting index K_N and the yield of varieties, which is also related to the integral parameter of donor-acceptor relationships in plants – the harvesting index (0,80±0,28 – 0,71±0,18). The main characteristics for increasing the yield of large-grain rice varieties are: number of shoots, grain content of the agrophytocenosis, weight of grain per plant, nitrogen harvesting index K_N, and harvesting index (HI).

Key words: *rice, variety, production processes, nitrogen, yield structure elements, yield.*

Введение

Рисовая крупа является ценным пищевым продуктом. Посевные площади риса в мире занимают 167 млн га в 118 государствах, а объем его производства достигает 780 млн т [18]. В нашей стране производится 1,1-1,2 млн тонн рисового зерна. Урожайность составляет 5,7-6,3 т/га [6]. Краснодарский край крупнейший производитель с 66 % валового сбора и урожайностью 6,4-7,3 т/га. Так, в 2025 г. в Краснодарском крае рисом было засеяно 117,7 тыс. га, валовой сбор составил 829,7 тыс. т. Увеличению производства риса может способствовать создание и внедрение новых перспективных сортов риса, адаптированных к существующим агроэкологическим условиям. Успешное решение данной проблемы требует дальнейшего изучения продукционного процесса растений риса. Опираясь на эти знания, селекционеры смогут создать новые высокоурожайные и устойчивые сорта.

В настоящее время в России производители используют среднезерные сорта риса, так как они имеют более высокую урожайность по сравнению с крупнозерными [13]. Однако на мировом рынке растет спрос на крупнозерные сорта, поэтому задача селекционеров ФНЦ риса - создать сорта с крупной зерновкой, имеющие не только массу 1000 зерен более 35 г, но и высокую продуктивность. Поэтому для повышения эффективности селекции необходимо изучать продукционный процесс крупнозерных сортов риса.

Увеличение размера одного зерна также оказало значительное влияние на повышение потенциальной урожайности, поскольку его крупность, а также количество зерен на метелке являются основными факторами, определяющими потенциальную урожайность [4]. Поскольку крупность зерна в значительной степени обусловлена генотипом, для повышения урожайности в рисоводстве необходимо увеличивать число зерен на растении [19]. С другой стороны, существует мало исследований, анализирующих влияние повышения размера зерна на потенциальную урожайность [9, 17, 21, 22]. Так, японский крупнозерный сорт Akita 63 характеризовался высоким потенциалом урожайности и рассматривался как новый тип высокоурожайного сорта [20]. Однако крупнозерный сорт Оочикара, являющийся материнской формой сорта Akita 63, не обеспечивал высокой урожайности при заданной дозе азота. Таким образом, влияние массы отдельного зерна на потенциальную урожайность остается неопределённым. Селекционерами ФНЦ риса созданы крупнозерные сорта Фаворит, Форсаж, Стромбус, Велес, Престиж, Яхонт и многие другие, характеризующиеся высокой урожайностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды [11]. Задачей исследований было выяснить причины высокой урожайности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды у данных генотипов.

Цель исследований

Изучить формирование урожая и элементов его структуры у крупнозерных сортов риса и выявить признаки, связанные с урожайностью.

Материалы и методы

В 2021-2023 гг. исследовали сорта риса Фаворит (st), Каурис, Форсаж, Стромбус, Престиж и Яхонт. Посев проводили в железобетонные микрочеки площадью 3,6 м^2 с лугово-черноземной почвой и создавали укороченный режим полива. Площадь делянки составляла 1,2 м^2, повторность трехкратная [15]. Фоны минерального питания: 1 – $N_{12}P_6K_6$ (средний); 2 – $N_{24}P_{12}K_{12}$ (оптимальный); 3 – $N_{36}P_{18}K_{18}$ (высокий) г д. в. на 1 м^2. Густота всходов – 300 шт/м^2. Начиная с 8 листьев у растений проводили замеры площади листовой поверхности портативным счетчиком LI-3000A, определяли сырую и сухую массу растений и содержание общего азота на анализаторе азота UDK 127. На основании этих измерений рассчитывали индекс листовой поверхности (ИЛП) и чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) [12]. После уборки анализировали число зерен на 1 м^2 посева и на отдельной метелке, массу зерна с растения, коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз}$), массу 1000 зерен и урожайность. Полученные данные обрабатывали методами двухфакторного дисперсионного и регрессионного анализов в программе Doc Statpak [5] и Microsoft Excel. Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента, различия считали значимыми при $p \leq 0,05$.

Большое влияние на продуктивность растений риса оказывает температура окружающей среды. За все время исследований, как видно из рисунка 1, она была благоприятной для посевов риса. По нашим наблюдениям температура воздуха во время прорастания в 2022-2023 гг. была несколько ниже, чем в 2021 году, поэтому всходы появились на 3-5 дней позже. При кущении из-за более высокой температуры произошло усиление побегообразования. Фазы выхода в трубку и цветения растений проходили при благоприятном температурном режиме (23,2-26,2 °С). При созревании и наливе зерна температура (23,8-28,7 °С) также была нормальной для этого процесса.

Результаты и обсуждение

Продукционный процесс определяет биологическую и хозяйственную урожайность сельскохозяйственных культур и поэтому его изучение представляет большой интерес для селекционеров и технологов [8, 10]. В ФНЦ риса запатентованы крупнозерные сорта риса, различающиеся по урожайности и устойчивости к стрессовым факторам среды [11]. Задачей наших исследований в 2021-2023 гг. стало изучить особенности растений

данных сортов риса и их посевов в ходе роста и развития, то есть продукционного процесса.

Площадь листовой поверхности растений является одним из важных показателей фотосинтетической деятельности растений и посева в целом. В процессе фотосинтеза энергия солнечной радиации преобразуется в химическую энергию органических соединений, используемых для роста растений. При этом величина площади листовой поверхности должна быть оптимальной для данного сорта. Только при этом условии формируется максимальный урожай (таблица 1). Лист является специализированным органом растения, структурная и функциональная организация которого обеспечивает эффективное поглощение фотосинтетически активной радиации (ФАР) и с максимально возможным КПД использовать её в фотосинтезе на образование органического вещества путем усвоения CO_2 из воздуха. Очень важна способность листьев образовывать вещества высокой физиологической активности и, в частности, гормоны роста типа ауксинов и ингибиторов. Соотношение этих веществ и, соответственно, характер процессов роста изменяются в зависимости от условий освещения, его спектрального состава и обеспеченности растений элементами минерального питания. Все эти приобретенные в эволюции свойства фотосинтетической функции находятся под контролем синтетического аппарата, оставляя возможность для усовершенствования фотосинтетической функции в процессе селекции. Однако диапазон возможностей самого фотосинтетического аппарата ограничен, и поэтому возникает вопрос о количестве продуктов, которые может получать через него целое растение и его гетеротрофные органы.

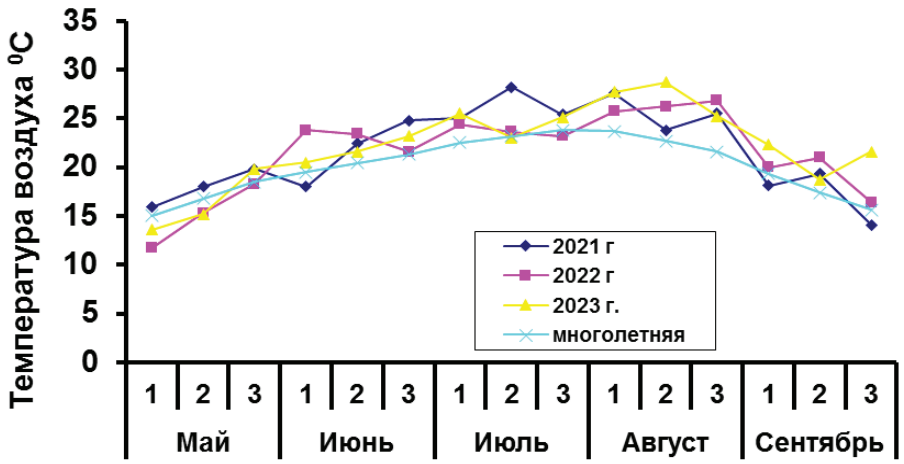


Рисунок 1. Температура воздуха за период май-сентябрь по метеорологическим данным сайта http: // www/pogodaiklimat.ru за 2021-2023 гг. г. Краснодар

О фотосинтетической деятельности посевов исследуемых сортов риса на разных фонах минерального питания судили по индексу листовой поверхности (ИЛП) и чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) в период 8 листьев – полная спелость. Результаты представлены в таблице 1. Параметры признаков ИЛП с повышением фона минерального питания возрастали и достигали оптимального значения на фоне $N_{24}P_{12}K_{12}$ и избытка $N_{36}P_{18}K_{18}$, а ЧПФ при этом снижалась.

На оптимальном фоне ($N_{24}P_{12}K_{12}$) урожайность сортов риса была высокой и составляла от 0,882 до 1,006 кг с 1 м^2 [4]. При этом, согласно ранее проведенным исследованиям, ИЛП в фазе цветения достигал оптимального значения и составлял 4,9-6,4 м^2/м^2. Одновременно кроме высокой урожайности, на данном фоне сорта характеризовались устойчивостью к полеганию. ИЛП посевов зависит от азотного питания и является важным признаком обеспеченности ценозов риса данным элементом [2]. Различия по ИЛП у всех сортов на одном фоне питания были в пределах ошибки опыта. Экспериментальные данные указывают на то, что продуктивность фотосинтеза фитоценозов на оптимальном и высоком фонах NPK определяется приходом энергии ФАР и доступностью CO_2 воздуха.

Интегральным показателем фотосинтетической активности растений изучаемых сортов риса является сухая надземная биомасса [1, 4]. В опытах 2021-2023 годов доказанной взаимосвязи между ИЛП и сухой надземной биомассой крупнозерных сортов риса в фазу цветения не установлено. В то же время сорта на вариантах 2 и 3 существенно различались по величине прироста биомассы на единицу площади за время цветения-полной спелости (табл. 1). Ее значение было связано с урожайностью с r = 0,44 ± 0,22 - 0,97 ± 0,11. В период налива зерна посевы значительно изреживаются из-за отмирания части листьев, в результате чего поступление энергии ФАР и CO_2 больше не

тормозят синтез органического вещества. При этом интенсивность фотосинтеза обусловливается потребностью развивающихся зерновок в ассимилятах. Большое потребление метаболитов отдельными сортами ведет к росту их массы, что тесно связано с урожайностью [14]. Рост биомассы посева в течение созревания связан с урожайностью, что и является важным признаком продуктивности и может быть использовано в селекции [7].

Таблица 1. Фотосинтетическая деятельность растений крупнозерных сортов риса

Сорт	Индекс листовой поверхности в цветение, ИЛП, м²/м²	Чистая продуктивность фотосинтеза, ЧПФ, г/м² сутки	Биомасса посева, кг/м²		Прирост биомассы в период цветение - полная спелость, кг/м²	Урожайность, кг/м² (при 14 % влажности)
			цветение	полная спелость		
$N_{12}P_6K_6$						
Фаворит (st)	3,97	6,53	0,968	1,301	0,330	0,610
Форсаж	3,13	6,95	1,025	1,257	0,232	0,663
Стромбус	3,68	6,78	1,066	1,500	0,434	0,767
Престиж	2,97	7,26	0,873	1,228	0,355	0,721
Каурис	3,33	6,96	0,905	1,133	0,228	0,593
Яхонт	3,15	7,19	0,932	1,457	0,525	0,652
Урожайность коррелирует	-0,14±0,49*	0,22±0,48*	0,40±0,46*	0,56±0,21	0,44±0,22	-
$N_{24}P_{12}K_{12}$						
Фаворит (st)	5,51	4,77	1,483	2,124	0,641	0,890
Форсаж	5,53	5,40	1,479	2,127	0,648	0,976
Стромбус	5,49	5,03	1,482	2,100	0,618	1,006
Престиж	4,93	5,35	1,244	1,741	0,497	0,888
Каурис	6,35	4,62	1,388	1,932	0,544	0,882
Яхонт	5,30	5,62	1,304	1,780	0,476	0,883
Урожайность коррелирует	-0,05±0,49*	0,11±0,49*	0,63±0,39*	0,64±0,19	0,63±0,21	-
$N_{36}P_{18}K_{18}$						
Фаворит (st)	7,02	3,42	1,808	2,443	0,635	0,965
Форсаж	7,76	4,21	1,709	2,419	0,710	1,087
Стромбус	7,09	4,08	1,831	2,679	0,848	1,198
Престиж	6,27	3,41	1,382	1,980	0,598	0,945
Каурис	7,77	3,27	1,548	2,171	0,623	0,904
Яхонт	6,73	3,68	1,396	1,940	0,544	0,852
Урожайность коррелирует	0,25±0,48*	0,76±0,22	0,75±0,33*	0,87±0,24	0,97±0,11	-
$НСР_{05}$ вар.	0,27	0,31	0,03	0,05	0,03	0,04
Примечание: ЧПФ – в период 8 листьев-полная спелость						

*Примечание - *значение не достоверно; остальные значения коэффициентов корреляции статистически значимы при $p \le 0,05$*

Одним из важных жизнеобеспечивающих факторов внешней среды для сортов риса является обеспеченность посевов азотом в процессе онтогенеза, которую можно оценивать по содержанию этого элемента в надземной массе и зерне риса (рис. 2).

На фоне $N_{24}P_{12}K_{12}$ концентрация азота в растениях и зерне была в пределах оптимума [2]. На высоком фоне $N_{36}P_{18}K_{18}$ содержание азота в надземной массе в период выхода в трубку – полная спелость риса повышалось. Отмеченные различия по содержанию азота в надземной массе и зерне связаны с соответствующим выносом азота этими органами с единицы площади, о чем свидетельствуют данные на рисунке 2.

Аммонийный азот легко и интенсивно поглощается растениями риса и при его недостатке или избытке в почве происходит соответственно торможение роста или израстание растений [16]. На рост, развитие и формирование урожая зерна этой культуры можно направленно повлиять минеральным питанием. С учетом содержания и трансформации питательных веществ в почве, а так же характера и величины их поглощения растениями необходимо определять дозы минеральных удобрений при возделывании культуры [3]. На фоне $N_{24}P_{12}K_{12}$ вынос азота надземной массой и зерном с 1 м² был в норме. Увеличение урожайности сопровождалось повышением эффективности использования азота. Установлена линейная регрессия между урожайностью, озерненностью агрофитоценоза и общим содержанием азота в полную спелость $y = 0,021x + 0,5017$, $R^2=0,711$; $y = 0,806x + 15,794$, $R^2=0,7959$ (рис. 3). Аналогичные результаты были получены при изучении реакции на азот японских крупнозерных сортов риса Акита 63 и Оочикара [20].

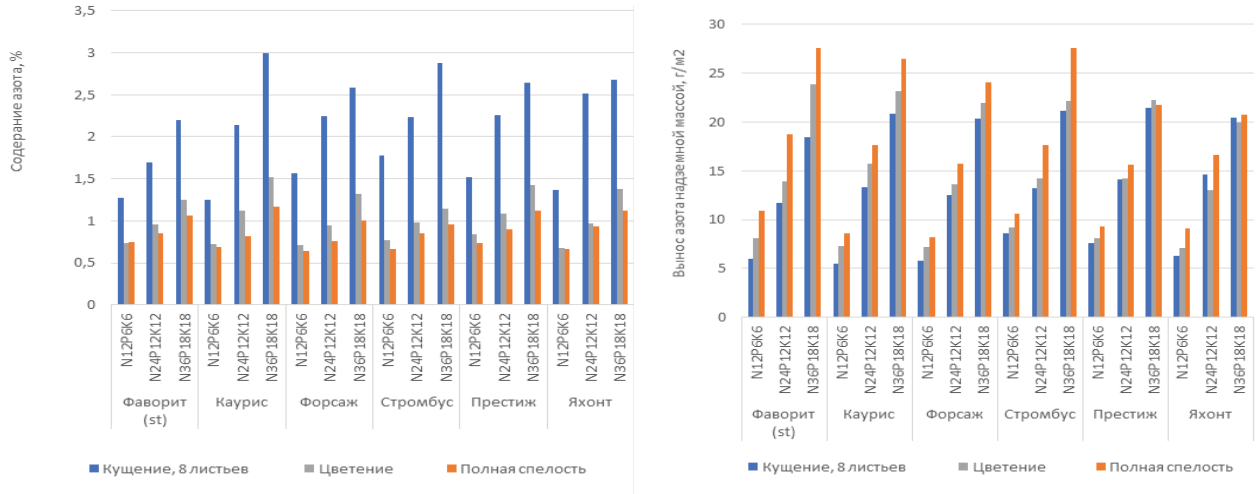


Рисунок 2. Содержание и вынос азота надземной массой сортов риса на разных фонах минерального питания

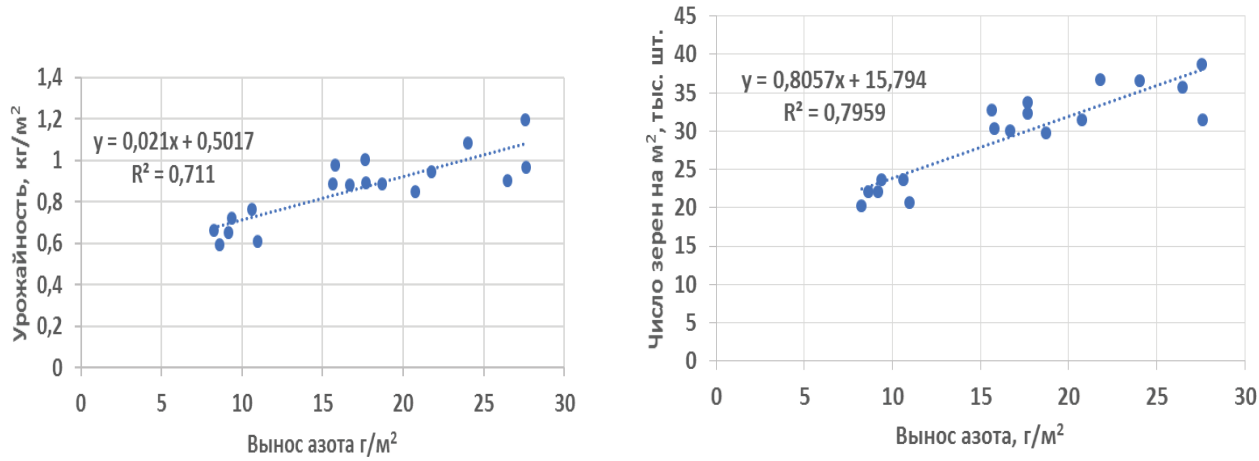


Рисунок 3. Взаимосвязь урожайности и озерненности агрофитоценоза с выносом азота надземной массой в полную спелость

В таблице 2 приведены значения индексов физиологической эффективности азота, характеризующие его использование для роста растений в целом и формирования урожая [3].

Выявлена тесная связь для роста растений в целом и формирования урожая на фонах между величиной уборочного индекса азота (K_N) и урожайностью сортов. Уборочный индекс азота сортов (K_N) тесно коррелировал (0,80±0,28 – 0,71±0,18) с коэффициентом хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз}$), характеризующим долю органического вещества, направленного в хозяйственные органы. Этот показатель используют селекционеры для оценки продуктивности различных сортообразцов.

Практический вывод из этого положения состоит в том, что физиологически не обосновано внесение разных доз азотных удобрений под отдельные сорта риса с целью повышения их урожайности и отзывчивости на азот, так как они определяются не азотом, а особенностями функционирования фотосинтетического аппарата и распределением углеродистых метаболитов по органам растения. При оптимальном содержании азота в тканях растений отмечались более высокая чистая продуктивность фотосинтеза и наилучшее распределение ассимилятов в пользу генеративных органов.

Урожайность крупнозерных сортов риса зависит от количественных и качественных элементов её структуры. Результаты представлены в таблице 3.

Урожайность увеличилась с повышением фона минерального питания за счет увеличения количества побегов, а озерненность метелки и масса 1000 зерен снизились. Масса 1000 зерен зависит от запасов органических веществ, накопленных растением, и условий их транспорта в зерно, а также от синтеза новых веществ за счет фотосинтеза и поступлений из корней в зерно. Густота растений характеризует, прежде всего, плодородие почвы и у риса зависит от режима орошения. Доступность

необходимого количества азота и особенно фосфора в зоне расположения корней прорастающего семени обеспечивает раннее питание проростков, способствует увеличению их числа и улучшает укоренение. На высоком фоне удобрений ($N_{36}P_{18}K_{18}$) урожайность зерна снизилась только у сорта Яхонт за счет уменьшения количества побегов на 1 м^2 при значительном снижении продуктивности метелки.

Таблица 2. Эффективность использования азота сортами риса на формирование урожая

Сорт	ИФЭ$_N$ биомассы, г/гN	ИФЭ$_N$ зерна, г/гN	Уборочный индекс азота K_N, %	Урожайность, кг/м^2 (при 14 % влажности)
$N_{12}P_6K_6$				
Фаворит (st)	134,0	95,6	55,9	0,610
Форсаж	158,4	119,2	60,4	0,663
Стромбус	151,0	113,7	57,5	0,767
Престиж	137,6	106,6	63,7	0,721
Каурис	145,8	113,4	57,4	0,593
Яхонт	152,7	112,7	59,6	0,652
Урожайность коррелирует	0,19±0,49*	0,25±0,48*	0,42±0,45*	-
$N_{24}P_{12}K_{12}$				
Фаворит (st)	118,4	91,4	45,3	0,890
Форсаж	126,6	102,8	49,4	0,976
Стромбус	116,6	91,8	53,6	1,006
Престиж	111,7	90,5	51,2	0,888
Каурис	108,3	90,2	47,6	0,892
Яхонт	117,8	86,6	51,0	0,883
Урожайность коррелирует	0,50±0,43*	0,61±0,39*	0,52±0,21	-
$N_{36}P_{18}K_{18}$				
Фаворит (st)	94,2	80,2	38,6	0,965
Форсаж	100,0	89,4	42,9	1,087
Стромбус	103,4	76,0	52,2	1,198
Престиж	90,4	79,3	47,0	0,945
Каурис	85,4	51,6	37,4	0,904
Яхонт	91,8	77,2	46,0	0,852
Урожайность коррелирует	0,89±0,22	0,37±0,46*	0,55±0,21	-

*Примечание - *Значение не достоверно; остальные значения коэффициентов корреляции статистически значимы при $p \le 0,05$.*
Примечание - ИФЭ$_N$ биомассы – индекс физиологической эффективности азота надземной фитомассы;
ИФЭ$_N$ зерна – индекс физиологической эффективности азота зерна;
K_N, % – доля использования поглощенного азота на формирование урожая

Таблица 3. Урожайность и элементы её структуры у сортов риса на разных фонах минерального питания

Сорт	Фон удобрений	Число побегов, шт/м^2	Число зерен на метелке, шт.	Число зерен на м^2, тыс. шт.	Масса 1000 а.с.з., г	Масса зерна с растения, г	$K_{хоз}$, %	Урожайность, кг/м^2
Фаворит (st)	$N_{12}P_6K_6$	380	57,4	20,7	26,35	1,99	41,3	0,610
	$N_{24}P_{12}K_{12}$	520	57,9	29,7	26,08	2,90	37,8	0,890
	$N_{36}P_{18}K_{18}$	600	53,1	31,5	25,39	3,15	35,6	0,965
Форсаж	$N_{12}P_6K_6$	320	63,6	20,2	28,33	2,17	46,2	0,663
	$N_{24}P_{12}K_{12}$	520	61,7	30,4	27,31	3,19	40,1	0,976
	$N_{36}P_{18}K_{18}$	600	61,0	36,6	25,53	3,55	39,2	1,087
Стромбус	$N_{12}P_6K_6$	340	69,1	23,6	28,55	2,50	44,6	0,767
	$N_{24}P_{12}K_{12}$	480	67,3	32,3	27,26	3,29	41,7	1,006
	$N_{36}P_{18}K_{18}$	600	64,6	38,7	26,83	3,90	39,2	1,198
Престиж	$N_{12}P_6K_6$	340	69,9	23,6	26,77	2,33	50,9	0,721
	$N_{24}P_{12}K_{12}$	520	64,1	32,7	25,20	2,87	44,0	0,888
	$N_{36}P_{18}K_{18}$	620	59,2	36,7	23,54	3,05	42,0	0,945

Продолжение таблицы 3

Сорт	Фон удобрений	Число побегов, шт/м²	Число зерен на метелке, шт.	Число зерен на м², тыс. шт.	Масса 1000 а.с.з., г	Масса зерна с растения, г	$K_{хоз}$, %	Урожайность, кг/м²
Каурис	$N_{12}P_6K_6$	380	58,6	22,1	23,20	1,93	45,7	0,593
	$N_{24}P_{12}K_{12}$	560	60,2	33,7	22,28	2,90	40,1	0,892
	$N_{36}P_{18}K_{18}$	620	57,6	35,7	22,07	2,94	36,3	0,904
Яхонт	$N_{12}P_6K_6$	340	64,9	22,1	25,11	2,11	45,0	0,652
	$N_{24}P_{12}K_{12}$	460	65,4	30,0	25,20	2,86	42,6	0,883
	$N_{36}P_{18}K_{18}$	560	56,3	31,5	23,86	2,76	38,2	0,852
$НСР_{05}$ вар.		56,7	3,04	1,03	0,70			0,040

Примечание - 1000 а. с. з. – 1000 абсолютно сухих зерен

Полученные данные позволяют сделать вывод, что сортовые различия по продуктивности определяются не размером и интенсивностью работы фотосинтетического аппарата, а скорее зависят от доли накопленных метаболитов до налива зерна. То есть они зависят от характера донорно-акцепторных взаимоотношений у растений.

Урожайность сортов риса варьировала от 0,795 у сорта Яхонт до 0,990 кг/м² у сорта Стромбус (табл. 4). Урожайность сорта Стромбус по фактору А (сорт) достоверно была выше, чем у других сортов ($НСР_{05}$ фактор А = 0,018). По фактору В (дозы минеральных удобрений) все варианты достоверно превышают контроль (вариант на среднем фоне) ($НСР_{05}$ фактор В = 0,013). Наиболее высокая урожайность риса получена на фонах $N_{24}P_{12}K_{12}$ и $N_{36}P_{18}K_{18}$.

По данным, представленным в таблице 4, можно сделать вывод, что крупнозерный сорт Стромбус является более урожайным. Фактор В (дозы удобрений – 74,64 %) и фактор А (сорт – 18,44 %) вносят наибольший вклад в урожайность сортов.

По полученным данным рассчитаны коэффициенты корреляции между урожайностью и величинами количественных признаков. Определены коэффициенты корреляции, характеризующие тесноту их связи (табл. 5).

Таблица 4. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности сортов риса на разных фонах минерального питания, кг/м²

Градации фактора		Среднее по факторам		
А (сорт)	В (вариант)	А	В	А В
Фаворит (st)	$N_{12}P_6K_6$	0,822		0,610
	$N_{24}P_{12}K_{12}$			0,890
	$N_{36}P_{18}K_{18}$			0,965
Престиж	$N_{12}P_6K_6$	0,851		0,663
	$N_{24}P_{12}K_{12}$			0,976
	$N_{36}P_{18}K_{18}$			1,087
Форсаж	$N_{12}P_6K_6$	0,909		0,767
	$N_{24}P_{12}K_{12}$			1,006
	$N_{36}P_{18}K_{18}$			1,198
Стромбус	$N_{12}P_6K_6$	0,990		0,721
	$N_{24}P_{12}K_{12}$			0,888
	$N_{36}P_{18}K_{18}$			0,945
Каурис	$N_{12}P_6K_6$	0,796		0,593
	$N_{24}P_{12}K_{12}$			0,892
	$N_{36}P_{18}K_{18}$			0,904
Яхонт	$N_{12}P_6K_6$	0,795	0,668	0,652
	$N_{24}P_{12}K_{12}$		0,923	0,883
	$N_{36}P_{18}K_{18}$		0,992	0,852
$НСР_{05}$		0,018	0,013	0,040
Доля влияния фактора, %		18,44	74,64	6,92

Наиболее тесная связь установлена между озерненностью агрофитоценоза и массой зерна с растения (r = 0,91). Аналогичная закономерность установлена для числа побегов с числом зерен на 1 м^2 (0,94), он коррелирует с массой зерна с растения (0,91). Для двух пар признаков установлена тесная связь между числом побегов и массой зерна с растения (r = 0,81), а также между числом зерен в метелке и уборочным индексом (r = 0,71). Поэтому можно сделать вывод о необходимости использовать эти зависимости в селекции для повышения урожайности.

Таким образом, высокопродуктивный агрофитоценоз крупнозерного сорта риса характеризуется оптимальным распределением пластических веществ между вегетативными и репродуктивными органами в процессе формирования урожая. Установленный комплекс количественных и физиологических признаков, определяющих продуктивность сорта, представляет собой сложную систему, элементы которой имеют тесную взаимосвязь между собой, что позволяет повысить эффективность селекции крупнозерных сортов риса. Обнаружены отрицательные корреляционные связи между числом продуктивных побегов на 1 м^2 и уборочным индексом, числом зерен на метелке; урожайностью и $K_{хоз}$; числом зерен на 1 м^2 и $K_{хоз}$.

Таблица 5. Матрица коэффициентов корреляции между количественными признаками сортов риса

N/пп	Признаки / Признаки	Урожайность, кг/м^2	Число побегов, шт/м^2	Число зерен на метелке, шт.	Число зерен на 1 м^2, тыс. шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с растения, г	$K_{хоз}$, %
	N/пп	1	2	3	4	5	6	7
1	Урожайность, кг/м^2	1,00						
2	Число побегов, шт/м^2	0,81*	1,00					
3	Число зерен на метелке, шт.	-0,04	-0,53*	1,00				
4	Число зерен на м^2, тыс. шт.	0,91*	0,94*	-0,22	1,00			
5	Масса 1000 зерен, г	-0,005	-0,49	0,55*	-0,38	1,00		
6	Масса зерна с растения, г	0,99*	0,81*	0,09	0,91*	0,005	1,00	
7	$K_{хоз}$, %	-0,60*	-0,80*	0,71*	-0,64*	0,33	-0,61*	1,00

*Примечание - * достоверно на 5 % уровне значимости*

Значение уборочного индекса существенно варьировало у изучаемых генотипов, что позволяет шире использовать его в селекции при оценке сортов на продуктивность. На фоне $N_{24}P_{12}K_{12}$ отмечена разная урожайность сортов риса, которая зависит от характера распределения образующихся ассимилятов по органам растения. Сорта различались по доле использования азота (K_N, %), накопленного в вегетативных органах и использованного на формирование урожая зерна. Данный признак имеет важное значение для селекции на повышение урожайности.

Выводы

На основании изучения продукционных процессов крупнозерных генотипов риса установлено, что сортовые различия по показателям, характеризующим размеры, активность и продолжительность работы листового аппарата и определяющих накопление общей биомассы, невелики. Результаты фотосинтетической деятельности растений по формированию хозяйственного урожая зависят от характера донорно-акцепторных отношений между органами побега. Равноценный вклад в урожайность крупнозерных сортов могут вносить число побегов, озерненность агрофитоценоза, масса зерна с растения, уборочный индекс азота (K_N) и уборочный индекс ($K_{хоз}$). Возможность использования комплекса этих признаков определяется заданным морфотипом будущего сорта.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, грант № 075-15-2025-574.

Литература / References

1. Беденко В.П., Коломейченко В.В. Основы продукционного процесса растений. Орел: [б. и], 2003. 260 с. [Bedenko V.P., Kolomeychenko V.V. Fundamentals of the Plant Production Process. Orel: [n/p], 2003;260. (in Russian)].
2. Воробьев Н.В., Скаженник М.А. Физиологические основы минерального питания риса. Краснодар: Мир Кубани, 2005. 194 с. [Vorobyov N.V., Skazhennik, M.A. Physiological foundations of mineral nutrition of rice. Krasnodar: Mir Kubani, 2005;194 p. (in Russian)].
3. Воробьев Н.В., Скаженник М.А., Ковалев В.С. Продукционный процесс у сортов риса. Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. 199 с. [Vorobyov N.V., Skazhennik M.A., Kovalev V.S. Production process in rice varieties. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2011;199 p. (in Russian)].
4. Воробьев Н.В. Физиологические основы формирования урожая риса. Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. 405

с. [Vorobyov N.V. Physiological foundations of rice yield formation. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2013;405 p. (in Russian)].
5. Дзюба В.А. Теоретическое и практическое растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса: науч.-метод. пособие. Краснодар: 2010. 475 с. [Dzyuba V.A. Theoretical and practical plant growing: on the example of wheat, barley and rice: scientific and methodological manual. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2010;475 p. (in Russian)].
6. Есаулова Л.В., Лыско И.А., Ковалев В.С., Оглы А.М. Научное обеспечение отрасли рисоводства в Краснодарском крае // *Рисоводство*. 2025. № 2(67). С. 97-100. [Esaulova L.V., Lysko I.A., Kovalev V.S., Ogly A.M. Scientific Support for the Rice Growing Industry in Krasnodar Region. *Rice Growing*. 2025;2(67):97-100 (in Russian)]. doi: 10.33775/1684-2464-2025-67-2-97-100
7. Ковалев В.С. Селекция сортов риса интенсивного типа в связи с повышенным уровнем азотного питания: автореф. на соиек. ученой степ. канд. с.-х. наук: 06.01.05 – селекция и семеноводство Л., 1985. 21 с. [Kovalev V.S. Breeding of Intensive Rice Varieties in Connection with the Increased Level of Nitrogen Nutrition: Abstract of the Dissertation for the Ph.D. in Sci. (Agricultural Sciences) 06.01.05 – breeding and seed production, Leningrad, 1985;21 p. (in Russian)].
8. Коломейченко В.В. Продукционные процессы в посевах. Орёл: ОрёлГАУ, 2020. 452 с. [Kolomeychenko V.V. Production Processes in Crops. Orel: OrelSAU, 2020;452 p. (in Russian)].
9. Костылев П.И., Краснова Е.В., Аксенов А.В., Костылева Л.М., Галаян А.Г. Анализ элементов структуры урожайности и других количественных признаков у образцов риса // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 1. С. 12-17.[Kostylev P.I., Krasnova E.V., Aksenov A.V., Kostyleva L.M., Galayan A.G. Analysis of yield structure elements and other quantitative traits in rice samples. *Grain Economy of Russia*. 2018;1:12-17 (in Russian)]. doi: 10.31367/2079-8725-2018-55-1-12-17
10. Мокроносов А.Т. Взаимосвязь фотосинтеза и функции роста // Фотосинтез и продукционный процесс: сборник научных трудов. 1988. С. 109-121. [Mokronosov A.T. Relationship between photosynthesis and growth function. In: Photosynthesis and production process: Proceedings of Scientific Works. Moscow: Nauka, 1988;109-121 (in Russian)].
11. Рекомендации по получению 70-80 ц/га риса в Российской Федерации / ФГБНУ «ФНЦ риса»; под. ред. С.В. Гаркуши. Краснодар: Строки, 2025. 78 с. [Recommendations for Obtaining 70-80 c/ha of Rice in the Russian Federation / FSBSI “FSC of Rice”[edited by S.V. Garkushi]. Krasnodar: Stroki, 2025;78 p. (in Russian)].
12. Скаженник М.А. Воробьев Н.В., Досеева О.А. Методы физиологических исследований в рисоводстве // Фотосинтетическая деятельность и продукционные процессы фитоценозов: сборник трудов. 2014. С. 109-128. [Skazhennik M.A., Vorobyov N.V., Doseeva O.A. Methods of physiological research in rice growing. In: Photosynthetic activity and production processes of phytocenoses: Collection of Proceedings. Orel: OrelSAU, 2014;109-128 (in Russian)].
13. Харитонов Е. М., Туманьян Н.Г. Проблемы рисоводства в Российской Федерации и пути их решения. Качество риса // *Достижения науки и техники АПК*. 2010. № 11. С. 14-15. [Kharitonov E.M., Tumanyan N.G. Problems of rice growing in the Russian Federation and the ways of their solution. Rice quality. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2010;11:14-15 (in Russian)].
14. Холупенко И.П., Воронкова Н.М., Бурундукова О.Л., Жемчугова В.П. Запрос на ассимиляты определяет продуктивность интенсивных и экстенсивных сортов риса в Приморье // *Физиология растений*. 2003. Т. 50. № 1. С. 123-128. [Kholupenko I.P., Voronkova N.M., Burundukova O.L. Demand for assimilates determines the productivity of intensive and extensive rice varieties in Primorye. *Plant physiology*. 2003;50,1:123-128 (in Russian)].
15. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н. Агрохимия. Ч. 2. Методика агрохимических исследований: учеб. Пособие. Краснодар: КубГАУ, 2015. 703 с. [Sheudzhen A.Kh., Bondareva T.N. Scientific basis for the use of fertilizers in rice agrocenoses: monograph. Krasnodar: KubSAU, 2015;703 p. (in Russian)].
16. Шеуджен А.Х. Научные основы применения удобрений в рисовых агроценозах: монография. Майкоп: АО «Полиграф-Юг», 2024. 144 с. [Sheudzhen A.Kh. Scientific basis for the use of fertilizers in rice agrocenoses: monograph. Maykop: AO Poligraf-Yug, 2024;144 p. (in Russian)].
17. Dzhamirze R., Malysheva N., Ostapenko N., Chinchenko N. Vector – New Large-Grain Rice Variety of Domestic Breeding / E3S Web of Conferences 398, 01014 (2023) ABR, 2023. doi.org/10.1051/e3sconf/202339801014
18. FAO. FAOSTAT: Production – Crops and Livestock Products Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: https://www.fao,org/faostat (reference date: 30.03.2026).
19. Horie T., Ohnishi M., J.F. Angus J.F., Lewin L.G., Tsukaguchi T., Matano T. Physiological characteristics of high-yielding rice inferred from cross-location experiments. Field Crops Research. 1997;52(1–2):55–67. doi: 10.1016/s0378-4290(96)03458-2
20. Makino A., Kaneta Y., Obara M., Obara M., Ishiyama K., Kanno K., Kondo E., Suzuki Y., Mae T. High yielding ability of a large-grain rice cultivar, Akita 63. Scientific Reports. 2020;10:12231 doi: 10.1038/s41598-020-69289
21. Takita T. Breeding of rice line with extraordinarily large grains as a genetic source for high yielding varieties. JARO. 1983;17:93-97.
22. Takita T. Grain rripening of a high yielding rice cultivar with very large grains. Jpn. J. Breed. 1988;38:443-448.

Михаил Александрович Скаженник
Заведующий лабораторией физиологии
E-mail: sma_49@mail.ru

Виктор Савельевич Ковалев
Главный научный сотрудник отдела селекции
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Андрей Михайлович Оглы
Заведующий отделом селекции,
научный сотрудник отдела селекции
E-mail: ogly-a@mail.ru

Виталий Николаевич Чижиков
Заведующий лабораторией агрохимии и почвоведения
E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

Татьяна Семеновна Пшеницына
Старший научный сотрудник лаборатории физиологии
E-mail: tatyana.pshe@icloud.com

Семен Александрович Юрченко
Младший научный сотрудник отдела селекции
E-mail: mr.senya.yurchenko@mail.ru

Екатерина Владимировна Шевченко
Младший научный сотрудник лаборатории физиологии
E-mail: chinchenko1919@mail.ru

Все: ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»
350921, Россия, Краснодар, пос. Белозерный, 3

Mikhail Alexandrovich Skazhennik
Head laboratory of physiology
E-mail: sma_49@mail.ru

Victor Savelyevich Kovalyov
Chief Researcher of the Breeding Department
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Andrey Mikhailovich Ogly
Head of breeding Department, researcher of breeding department
E-mail: ogly-a@mail.ru

Vitaly Nikolaevich Chizhikov
Head of the Laboratory of Agrochemistry and Soil Science,
E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

Tatyana Semenovna Pshenitsyna
Senior Researcher of the Laboratory of Physiology
E-mail: tatyana.pshe@icloud.com

Semyon Alexandrovich Yurchenko
Senior Junior Research of the Breeding Department
E-mail: mr.senya.yurchenko@mail.ru

Ekaterina Vladimirovna Shevchenko
Senior Junior Research of the Laboratory of Physiology
E-mail: chinchenko1919@mail.ru

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

DOI 10.33775/1684-2464-2026-72-3-30-35
УДК 633.18: 613.292

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

НОВЫЙ КЛЕЙКИЙ КРАСНОЗЕРНЫЙ СОРТ РИСА РЕДУТ

В мире выращивают огромное количество разнообразных сортов риса. В азиатских странах, где сосредоточено его основное мировое производство и потребление, культивируют сорта, адаптированные к условиям и особенностям кухни. В разных странах разработаны свои рецепты приготовления многочисленных блюд из рисовой крупы. Наряду с обычным рисом, здесь широкое распространение получили эксклюзивные сорта клейкого (глютинозного) риса. В Российской Федерации крупа риса занимает важное место в структуре пищевого баланса населения. Отечественные рисоводы практически полностью обеспечены местными сортами. Наряду с созданием сортов обычного типа в ФНЦ риса ведется селекция сортов с окрашенным перикарпом – краснозёрных (Марс, Рубин) и чернозёрных (Мавр, Южная ночь), а также глютинозных сортов, предназначенных для детского и диетического питания (белозерные: Виола, Виолетта, Вита, Диета, Лекарь). В 2025 г. завершено создание краснозерного глютинозного сорта риса Редут. Родоначальное краснозерное растение было отобрано в 2014 г. в посеве белозерного сорта Виола. Оно появилось в результате спонтанной гибридизации, очевидно с краснозерным сортом Марс, так как имеет признаки обоих этих сортов. Потомство выделенного растения (КПу-300) прошло подробное изучение по схеме селекционного процесса, принятого в ФНЦ риса. Особенностью нового генотипа КПу-300 оказалась хорошая приспособленность к современной технологии выращивания риса, высокая устойчивость к пирикуляриозу и необычный оригинальный тип зерна – краснозерный глютинозный. Решением Ученого совета ФНЦ риса сорт Редут (КПу-300) передан на государственное сортоиспытание. Для обеспечения семенами производственной проверки нового сорта начато его размножение.

Ключевые слова: *рис, краснозерный глютинозный сорт, урожайность, устойчивость к пирикуляриозу.*

NEW STICKY RED GRAIN RICE VARIETY REDUT

A vast number of different rice varieties are grown worldwide. Asian countries, where the majority of global rice production and consumption is concentrated, cultivate rice adapted to local conditions and cuisine. Almost every country has developed its own recipes for numerous rice dishes. Together with regular rice, exclusive varieties of sticky (glutinous) rice have become widespread here. In the Russian Federation, rice occupies an important place in the structure of the population's food balance. Domestic rice growers are almost completely self-sufficient in local varieties. Along with the development of conventional varieties, the Federal Scientific Rice Centre is breeding varieties with colored pericarp - red-grain (Mars, Rubin) and black-grain (Mavr, Yuzhnaya Noch), as well as glutinous varieties intended for baby and therapeutic nutrition (white-grained: Viola, Violetta, Vita, Dieta, Lekar). The development of the red-grain glutinous rice variety Redut was completed in 2025. The parent red-grain plant was selected in 2014 from a sowing of the white-grained variety Viola. It arose as a result of spontaneous hybridization, apparently with the red-grained variety Mars, as it shares traits with both varieties. The progeny of the isolated plant (KPu-300) underwent detailed study using the scheme of breeding process adopted at Federal Scientific Rice Centre. The new genotype KPu-300 was characterized by good adaptability to modern rice cultivation technology, high resistance to blast, and an unusual, distinctive grain type—red-grained glutinous. By decision of the Scientific Council of Federal Scientific Rice Centre, the variety Redut (KPu-300) was submitted for state testing. To provide seeds for production testing of the new variety, its propagation has begun.

Key words: *rice, red grain glutinous variety, yield, blast resistance.*

Введение

В мировом рисоводстве эксклюзивными сортами риса считают генотипы, которые отличаются от возделываемых в производстве сортов по биохимическим характеристикам зерна. К ним прежде всего относят waxy (клейкий, глютинозный) рис, а так же сорта с окрашенным перикарпом – краснозерные, чернозерные и фиолетовые. Из крупы такого риса готовят специальные национальные блюда, а также продукты диетического и лечебного питания [6].

Большая часть риса в мире производится в азиатских странах и потребляется преимущественно местным населением. Азиатские страны являют-

ся мировыми лидерами в производстве и потреблении риса. При шелушении зерна сохраняется плодовая оболочка, зародыш, алейроновый слой, в которых большей частью сохраняются белки, жиры и витамины. 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 [5].

Шелушеное зерно риса на 90 % представлено крахмалом. Рисовый крахмал состоит из двух классов полимеров глюкозы – амилопектина и амилозы. Амилоза представляет собой преимущественно линейный полимер глюкозы, тогда как амилопектин имеет разветвленную структуру [12].

По содержанию 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 %) [9]. 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 крупы [13, 15]. Данный тип риса не содержит глютена (т.е. не содержит глютенина и глиадина), поэтому может использоваться для безглютеновых диет [14]. Этот рис безопасен для людей с чувствительностью к глютену [17].

Waxy-rice считается высококачественным продуктом, который обычно при приготовлении имеет липкую консистенцию [11]. Благодаря своим уникальным функциональным характеристикам этот рис широко используется в обработанных пищевых продуктах, лекарствах и косметике [8, 10]. Его выращивают 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 данного типа [16].

Waxy-rice является одной из самых популярных традиционных культур и производится в качестве основного продукта питания в Китае [18]. Из такого риса получают белую непрозрачную крупу, из которой готовят многочисленные блюда.

В Российской Федерации клейкий рис называют глютинозным; термин происходит от латинского glutinosus — клееподобный, липкий — и не связан с наличием глютена. Селекция таких сортов в Федеральном научном центре риса ведется с 1990-х гг. В результате были созданы короткозерные сорта Виола, Виолетта и длиннозерный Вита [3, 4, 7]. В 2025 г. в Госреестр внесены два короткозерных глютинозных сорта Диета и Лекарь [5].

В 2026 г. на государственное испытание передан новый глютинозный (клейкий) краснозерный сорт риса Редут, созданный в Федеральном научном центре риса. Растения сорта имеют цветковые чешуи зерна фиолетового цвета, как маркерный признак для отличия от обычного неглютинозного риса, и крупу с красным перикарпом.

Цель исследований

Создать сорт риса глютинозный краснозерный, устойчивый к пирикуляриозу и адаптированный к почвенно-климатическим условиям Краснодарского края. Дать характеристику новому эксклюзивному сорту риса Редут.

Материалы и методы

Селекционная работа выполнялась согласно схеме селекционного процесса, принятой в ФГБНУ «ФНЦ риса» в 2014, 2025 гг. (от отбора элитного растения до завершения конкурсного сортоиспытания). Материалом для изучения служило потомство исходной краснозерной глютинозной формы, представленное растениями, выделенными в питомнике размножения белозерного глютинозного сорта Виола. Появлению этой формы предшествовала, очевидно, спонтанная гибридизация между Виолой и краснозерным длиннозерным сортом Марс, когда они выращивались рядом в одном чеке. В пользу данной гипотезы свидетельствует совокупность морфологических признаков растений и биохимических свойств зерна образца КПу-300, сорта Редут. От материнской формы он унаследовал тип растения, окраску цветковых чешуй на метелке, глютинозный эндосперм. А от отцовской – удлиненную форму зерна и окраску перикарпа. В качестве стандартов использовали сорта риса Рапан 2 и Лекарь.

О возможности перекрестного опыления между белозерным и краснозерным рисом сообщалось еще в 1970-х гг. что впоследствии неоднократно подтверждалось на практике [1, 2].

Результаты и обсуждение

Сорт риса Редут (КПу-300) создан методом индивидуального отбора из белозерного глютинозного сорта Виола краснозерного растения, возникшего в результате спонтанной гибридизации, с последующим 2-кратным повторным отбором и проверкой по потомству. Редут входит в группу глютинозных сортов, предназначенных для выработки продуктов детского и диетического питания. Вид – *Oryza sativa* L., подвид *subsp. japonica* Kato, ботаническая разновидность – *var. zigrina* Piac.

Сорт относится к среднеспелой группе, вегета-

ционный период в среднем 114 дней.

Высота растений 88 см. Куст компактный, прямостоячий. Растения сорта слабо кустятся, продуктивная кустистость 2,3-2,5 побега. Стебель прочный, средней толщины. Листья зелёные, короткие, промежуточного типа по ширине. Флаговый лист средней ширины, короткий, отходит от оси стебля на 30-35 градусов.

Метелка безостая, длиной 16 см, эректоидная, при созревании слегка поникающая, с озерненностью в среднем 131 шт. и плотностью 8,2 шт. на 1 см длины. Ножка метёлки средней толщины, прочная, выходит из влагалища листа на 4-5 см. Цветковые чешуи слабо опушенные, буро-фиолетовые в период цветения и светло-бурые к фазе полной спелости (рис.).

Зерно среднее, полуокруглой формы. Масса 1000 зерен при 14 % влажности – 29,7 г. Отношение длины зерновки к ширине – 2,3. Крупа красная, меловидная, стекловидность – 0 %, пленчатость – 18,1 %; выход крупы – 71,4 %, содержание целого ядра в крупе 76,8 %. Содержание белка в крупе 7,0-7,5 %, амилозы – 2,0 % (табл.).

Каша розовая, восковидная, коэффициент привара – 4,7, коэффициент водопоглащения – 3,2. Рекомендуется для использования в кондитерском производстве, приготовления молочных каш, фаршированных овощей, диетических блюд, а также производства муки для выработки продуктов детского и лечебного питания.

У растений сорта Редут повышенная устойчивость к пирикуляриозу (ИРБ при искусственном заражении – 26,6 %) и рисовой листовой нематоде. Холодоустойчивость средняя (3 балла из 5). Устойчивость к полеганию высокая (9 баллов из 10). Сорт обладает высокой устойчивостью к осыпанию, но обмолачивается легко. Пригоден к механизированной уборке.

Урожайность в годы конкурсного испытания в среднем составила 8,39 (8,12-8,59) т/га.

Таблица. Характеристика сорта риса Редут (конкурсное испытание 2023 – 2025 гг.)

Признаки	Редут	Лекарь (стандарт)	+/- к стандарту
Урожайность, т/га	8,39	8,38	+ 0,01
Вегетационный период, сут.	114	120	- 6
Высота растений, см	88,0	89,0	– 0,1
Длина метелки, см	16,0	15,6	+ 0,4
Колосков на метелке, шт.	131	129	+ 2
Плотность метелки, шт/см	8,2	8,3	– 0,1
Стерильность колосков, %	9,2	8,9	+ 0,3
Отношение длины к ширине шелушеного зерна	2,3	2,2	+ 0,1
Масса 1000 зерен, г	29,7	28,5	+ 1,2
Пленчатость, %	18,1	19,9	– 1,8
Стекловидность, %	0	0	0
Общий выход крупы, %	71,4	66,7	+ 4,7
Содержание целого ядра, %	76,8	71,4	+ 5,4
Содержание амилозы, %	2,0	2,0	0
Поражаемость пирикуляриозом, % (искусственное заражение)	26,6	Рапан 2* 54,6	–28,0

*Примечание * – сорт стандарт Рапан 2*

Отличительные особенности сорта Редут: характеризуется высокими темпами роста в начальный период развития растений, что способствует быстрому выходу растений из-под слоя воды. Не требует обработки фунгицидами.

Сорт умеренно отзывчив на удобрения, не требователен к качеству земель. Минеральные удобрения вносят из расчета:

- по пласту многолетних трав – $N_{40-50}P_{50}K_{30}$;
- по обороту пласта – $N_{60-70}P_{60}K_{40}$;
- по занятому пару – $N_{90-100}P_{50}K_{30}$;
- рис второй год после пара – $N_{110-120}P_{70}K_{45}$;
- рис трех лет – $N_{150}P_{90}K_{60}$.

Норма высева – 6,0-7,0 млн всхожих зерен на 1 га (200-220 кг/га). Оптимальный срок посева-залива – 1-8 мая.

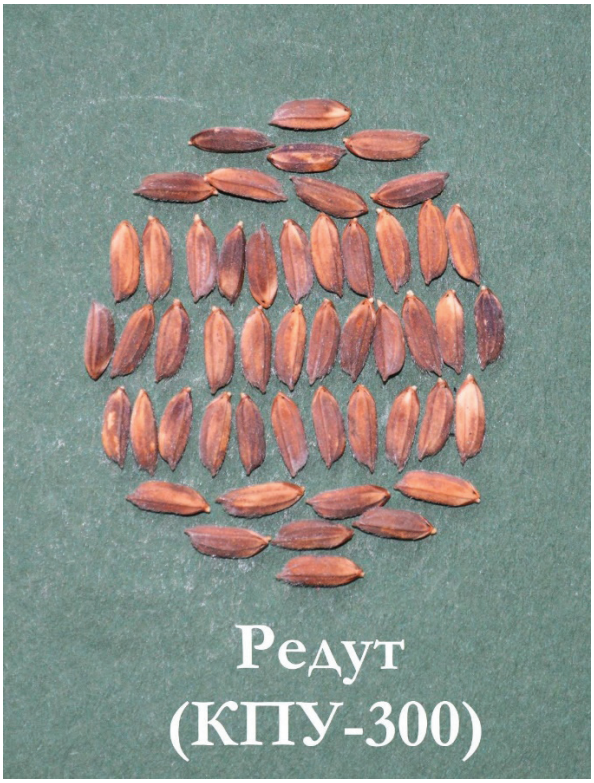
Выводы

Создан и передан на государственное испытание глютинозный краснозёрный сорт риса Редут. Родоначальное растение отобрано в белозёрном сорте Виола. Это подтверждает явление перекрёстного опыления между сортами риса несмотря на то, что эта культура является самоопылителем. Поэтому семеноводческие питомники сортов риса необходимо размещать изолированно один от другого.

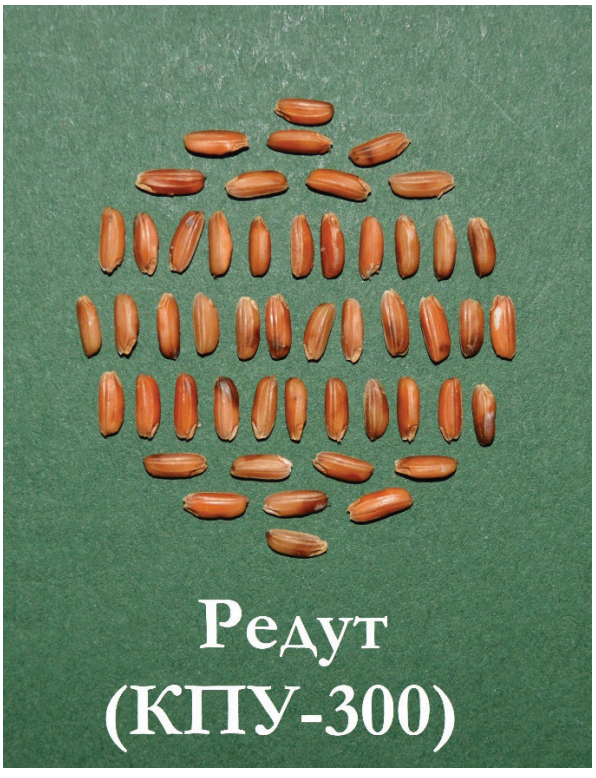
Крупа сорта Редут рекомендуется для приготовления эксклюзивных блюд в диетическом питании.



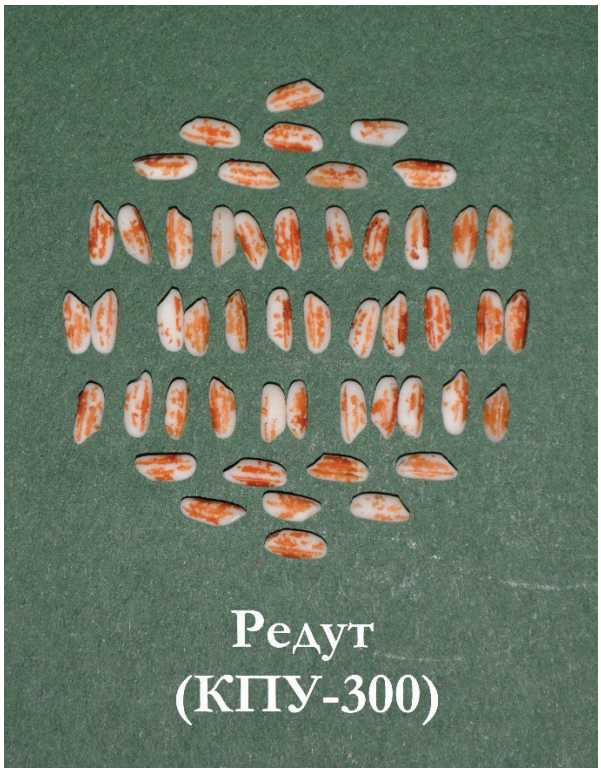
1



2



3



4

Рисунок. Сорт риса Редут: 1 – метелка, 2 – зерно, 3 и 4 – крупа: нешлифованная и шлифованная

Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, грант № 075-15-2025-574

Литература / References

1. Апрод А.И., Колесников Ф.А. К вопросу о причинах засорения культурного риса дикими краснозерными формами // *Труды ВНИИ риса*. 1971. Вып. 1. С. 41-45. [Aprod A.I., Kolesnikov F.A. On the Causes of Contamination of Cultivated Rice with Wild Red-Grained Forms. *Proceedings of the All-Russian Rice Research Institute.* 1971;Issue 1:41-45 (in Russian)].
2. Зеленская О.В. Сорные растения рисовых систем Краснодарского края: монография. Краснодар: КубГАУ, 2025. 247 с. [Zelenskaya O.V. Weeds of Rice Systems of Krasnodar Region: Monograph. Krasnodar: KubSAU, 2025;247 p. (in Russian)].
3. Зеленский Г.Л., Зеленский А.Г., Стукалова В.В., Стороженко Н.А. Новый длиннозерный сорт риса Вита для детского и лечебного питания // *Агроснабфорум*. 2013. № 7 (113). С. 19-21. [Zelensky G.L., Zelensky A.G., Stukalova V.V., Storozhenko N.A. New Long-Grain Rice Variety Vita for Baby and Clinical Nutrition. *Agrosnabforum*. 2013;7(113):19-21 (in Russian)].
4. Зеленский Г.Л., Зеленская О.В. Российские сорта риса для детского и лечебного питания // [Электронный ресурс] *Научный журнал КубГАУ*. 2011. № 72(08). С. 1-27 (дата обращения 25.05.2026) [Zelensky G.L., Zelenskaya O.V. Russian: Russian Rice Varieties for Baby and Therapeutic Nutrition. [Electronic resource] *Scientific journal of KubSAU*. 2011;72(08):1-27 (date of access 05/25/2026) (in Russian)].
5. Зеленский Г.Л. Зеленская О.В., Подрез Е.В. К вопросу о лечебно-диетических свойствах глютинозного риса (обзор) // *Рисоводство*. 2023. № 1(58). С. 70-76. [Zelensky G.L., Zelenskaya O.V., Podrez E.V. On the Issue of Therapeutic and Dietary Properties of Glutinous Rice (Review). *Rice growing*. 2023;1(58):70-76 (in Russian)]. doi: 10.33775/1684-2464-2023-58-1-70-76
6. Зеленский Г.Л. Зеленская О.В., Подрез Е.В. Селекция и пищевая ценность клейкого риса. Обзор // [Электронный ресурс] *Научный журнал КубГАУ*. 2024. № 196(02). С. 151 – 163. (дата обращения 25.05.2026) https://ej.kubagro.ru/2024/02/pdf/16.pdf [Zelensky G.L., Zelenskaya O.V., Podrez E.V. Breeding and Nutritional Value of Glutinous Rice. Review. [Electronic resource] *Scientific journal of KubSAU*. 2024;196(02):151–163. (Accessed 25.05.2026) https://ej.kubagro.ru/2024/02/pdf/16.pdf (in Russian)]. doi: 10.21515/1990-4665-196-016
7. 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. [Rice varieties. Varieties and Hybrids of Vegetable and Melon Crops: Catalog / FSBSI “All-Russian Rice Research Institute”; Comp. S.V. Garkusha [et al.]. – Krasnodar: [IP Profatilov]. 2018: 60 p. (in Russian)].
8. Bao J., Corke H., and Sun M. Genetic diversity in the physicochemical properties of waxy rice (Oryza sativa L.) starch. *J. Sci. Food Agric.* 2004;84:1299-1306.
9. Bergman C., Bhattcharya K., Ohtsubo K. Rice end-use quality analysis. In: Champagne E, editor. *Rice Chemistry and Technology*. AACC: St Paul. 2004;415-472.
10. Chun A. R., Kim D. J., Yoon M. R., Oh S. K., and Ju S. C. Variation in quality and preference of sogokju (Korean traditional rice wine) from waxy rice varieties. *Korean J. Cropence*. 2010;55:177-186.
11. Juliano B. O. Varietal impact on rice quality. *Cereal Foods World.* 1998;43:207–211,214–216,218–222.
12. Juliano B. O. Nutritive value of rice and rice diets. *Rice Chemistry and Quality:* Philippine Rice Research Institute, Manila. 2003;169-175.
13. Kenneth M., Purugganan Olsen and Michael D. Molecular evidence on the origin and evolution of glutinous rice. *Genetics.* 2002;162(2):941-950. PMC1462305 PMID: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12399401/. doi: 10.1093/genetics/162.2.941
14. Nguyễn, Xuân Hi᾽ên. Glutinous-rice-eating tradition in Vietnam and Elsewhere. Bangkok: White Lotus Press. 2001: 13 p. ISBN 9789747534238.
15. Rini Y. R., Anggraini T., Chania N. The effects of various way of processing black glutinous rice (Oryza sativa L. Processing var Glutinosa) on digestibility and energy value of the products / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019;327:012013. doi: 10.1088/1755-1315/327/1/012013
16. Sattaka Patcha. Geographical distribution of glutinous rice in the Greater Mekong Sub-region. *Journal of Mekong Societies.* 2016;12(3):27-48. ISSN 2697-6056.
17. Sejal Dave RD. Four rice options for a healthy diabetes diet. 2022; https://www.healthcastle.com/four-rice-options-for-a-healthy-diabetes-diet.
18. Wang Y., Sun K., Zhu W., Ding W., Lyu Q., Chen L., Wang G., Zhuang K., Chen X. Pasting properties of various Waxy rice flours: Effect of α-Amylase activity, protein, and amylopectin. Preprints. 2021;2021110093. doi: 10.1155/2022/1636819

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

Евгений Юрьевич Гненный
Научный сотрудник отдела селекции
E-mail: g.gheka@gmail.com

Елена Викторовна Подрез
Аспирант Федерального научного центра риса
E-mail: yelka-pan@yandex.ru

Максим Андреевич Ткаченко
Младший научный сотрудник отдела селекции
E-mail: max.1356@mail.ru

Юлия Владимировна Ткаченко
Младший научный сотрудник отдела се-лекции
E-mail: ylen-ka01@mail.ru

Все: ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»
350291, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

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

Evgeny Yuryevich Gnenny
Researcher, Breeding Department
E-mail: g.gheka@gmail.com

Elena Viktorovna Podrez
Postgraduate Student, Federal Scientific Rice Centre
E-mail: yelka-pan@yandex.ru

Maksim Andreevich Tkachenko
Junior Researcher, Breeding Department
E-mail: max.1356@mail.ru

Yulia Vladimirovna Tkachenko
Junior Researcher, Breeding Department
E-mail: ylen-ka01@mail.ru

All: FSBSI «Federal Research Centre of Rice»
3, Belozerny, Krasnodar, 350291

DOI 10.33775/1684-2464-2026-72-3-36-43
УДК 632.983.3

Тешева С.А., канд. биол. наук,
Пищенко Д.А.,
Полищук В.И.
г. Краснодар, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СЕМЯН РИСА

Повышение эффективности производства риса достигается за счет внедрения в сельскохозяйственное производство высокопродуктивных сортов, характеризующихся высокой устойчивостью к внешним стрессам и превосходными питательными качествами для потребителей. Ключевую роль в этом процессе играет семеноводство, а в частности совершенствование методов производства и ускоренного размножения семян новых сортов для увеличения их объема. Однако максимальная реализация потенциала сортов риса часто ограничивается их уязвимостью к болезням. По этой причине достижение стабильных и качественных урожаев требует применения современных методов обработки семян и эффективных средств защиты растений. В связи с этим целью исследования является выявить наиболее эффективные препараты для предпосевной обработки семян риса. Полученные результаты показали, что обработка семян фунгицидами и биофунгицидами положительно влияет на посевные качества: увеличивается энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян всех исследуемых сортов. Применение этих препаратов также способствовало повышению начального роста проростков, что привело к увеличению густоты стояния растений, и, в итоге, повышению полевой всхожести по сравнению с контрольной группой. Под воздействием предпосевной обработки семян произошли изменения в физиологических процессах растений, что позволяет максимально раскрыть потенциал сортов и обеспечить высокую урожайность.

Ключевые слова: *рис, сорт, семена, технология производства семян риса, посевные качества семян, фунгициды, биофунгициды, урожайность.*

IMPROVING THE ELEMENTS OF RICE SEED PRODUCTION TECHNOLOGY

Improving the efficiency of rice production is achieved through the introduction of high-yielding varieties into agricultural production; these varieties are characterized by high resistance to external stresses and excellent nutritional qualities for consumers. To achieve this goal, seed production plays a key role, and in particular, it involves improving methods for producing and rapidly multiplying seeds of new varieties to increase their production volume. However, the maximum realization of the potential of rice varieties is often limited by their vulnerability to diseases. For this reason, achieving stable and high-quality yields requires the use of modern seed treatment methods and effective plant protection products. In this regard, the aim of this study is to identify the most effective preparations for pre-sowing treatment of rice seeds. The results obtained showed that treating seeds with fungicides and biofungicides has a positive effect on sowing quality: the germination energy and laboratory germination rate of seeds of all the studied varieties have increased. The use of these preparations also led to an increase in the initial growth of seedlings, which contributes to an increase in the planting density and, ultimately, to an increase in field germination compared to the control group. As a result of pre-sowing seed treatment, changes occurred in the physiological processes of the plants, which makes it possible to fully unlock the potential of the varieties and ensure high yields.

Keywords: *rice, variety, seeds, technology of rice seed production, seed quality, fungicides, biofungicides, yield.*

Введение

Рис является не только одной из самых востребованных из круп в Российской Федерации, но и высокоурожайной культурой зерновой группы. В последние годы рисосеяние в России демонстрирует стремительный рост, большой вклад вносит Краснодарский край, где производится порядка 70 % валового объема зерна этой культуры [8, 9]. Для обеспечения сбалансированного и качественного питания населения необходимо дополнительно повышать уровень урожайности и объемы производства риса.

В настоящее время в ФГБНУ «ФНЦ риса» созданы высокоурожайные сорта риса, которые позволяют значительно повысить производительность. Однако реализация их максимального потенциала часто ограничивается внешними факторами: потери сельскохозяйственной продукции из-за неблагоприятной погоды, борьбы с сорняками, насекомыми-вредителями и болезнями. Болезни риса – одна из ключевых причин нестабильности и снижения качества урожая [11]. Кроме того, селекция интенсивных сортов создает в почвенной среде условия, способствующие быстрому размножению многих патогенов. Использование удобрений, пестицидов и регуляторов роста оказывает существенное воздействие на динамику популяций патогенных организмов. Поэтому для достижения

максимальной урожайности современных сортов риса обязательно требуется применение эффективных методов и средств защиты растений. Недостаточная защита растений приводит не только к прямым убыткам урожая, но и к неэффективному расходованию средств на выращивание культуры. Современные технологии выращивания включают предпосевную обработку семян как обязательный прием, так как качество семенного материала оказывает существенное влияние на формирование высокой урожайности [13]. Согласно данным многих исследователей инфекционная нагрузка на семенном материале достаточно высокая, а также и в почве накапливаются патогенные организмы [1, 6, 12, 13, 14, 19]. Поэтому ежегодная предпосевная обработка семян, включающая проведение фитоэкспертизы семян, позволяет предотвратить распространение и развитие патогенов, обеспечивает дифференцированный подход к выбору протравителей и применение наиболее эффективных препаратов против конкретных видов или комплексов возбудителей. Предпосевная обработка семян способствует получению равномерных всходов, сохранению урожая, а также улучшению качества семян и зерна [10, 18]. В последние годы все большее значение приобретает использование биологических препаратов при обработке семян, что обусловлено стремлением обеспечить экологическую безопасность, повысить продуктивность и улучшить качество сельскохозяйственной продукции.

Цель исследований

Изучить и выявить наиболее эффективные препараты для предпосевной обработки семян риса.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2025 году в лабораторных условиях и на рисовой оросительной системе ФГБНУ «ФНЦ риса». Изучали эффективность применения биологических препаратов: Биофунгицид 1 – 3,0 л/га (Bacillus subtilis, титр $1x10^{10}$ КОЕ/мл), Биофунгицид 2 - 3,0 л/га (Bacillus megaterium, титр $1x10^{10}$ КОЕ/мл), Биофунгицид 3 – 3,0 л/га (Pseudomonas fluorescens, титр $1x10^{10}$ КОЕ/мл), Биофунгицид 4 – 3,0 л/га (Bacillus pumilus, титр $1x10^{10}$ КОЕ/мл, а так же химических препаратов (эталон 1 – 0,5 л/т (протиоконазол 100 г/л + тебуконазол 60 г/л + флуопирам 20 г/л), эталон 2 – 0,5 л/т (протиоконазол 150 г/л + тебуконазол 20 г/л), эталон 3 – 1,0 л/т (протиоконазол 50 г/л + тебуконазол 10 г/л + флудиоксонил 37,5 г/л).

Объектами исследования являются сорта риса Восход, Каурис, Классик. Площадь делянки составляла 10 $м^2$. Повторность в опыте – четырехкратная. Количество вариантов в опыте – 24. Общее число делянок в опыте - 96 шт. Размещение делянок – систематическое. Способ посева – рядовой (с междурядьем 15 см), норма высева 3 млн всхожих зерен на 1 гектар. Режим орошения – укороченное затопление. Полевой опыт закладывался в соответствии с требованиями методик опытного дела [5]. Обработка почвы, предпосевная подготовка, режим орошения и уход за посевами выполнялись в соответствии с рекомендациями по возделыванию риса [7, 11]. Оценка зараженности семян болезнями проводилась согласно ГОСТ 12044-93 [3]. Определение всхожести и энергии прорастания семян выполнено согласно ГОСТ 12038-84 [2, 4]. Учеты и наблюдения проведены по методике Доспехова Б.А.; агротехнические мероприятия - в соответствии с рекомендациями по возделыванию риса [5, 9, 11]. Перед посевом семена риса обработаны согласно методическим рекомендациям по защите сельскохозяйственных растений против вредителей и болезней [7]. Расход рабочей жидкости составляет 10 л/т. Расчетным методом определена биологическая эффективность фунгицидов и биофунгицидов [7]. Уборка урожая проводилась методом прямого комбайнирования. Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа [5].

Результаты и обсуждение

Современные технологии выращивания семян риса включают предпосевную обработку семян как обязательный прием, так как использование высококачественных семян лучших районированных сортов является одним из важных факторов получения стабильно высоких урожаев. Только при высоком качестве семян могут быть реализованы потенциальные возможности сорта в формировании высокой продуктивности и, наоборот, при посеве семенами с низкими посевными качествами нивелируются сорта, образуется низкий урожай [8]. Прорастание семян риса и формирование всходов – один из наиболее критически важных этапов в процессе выращивания семян, особенно учитывая, что эти процессы часто происходят при низких температурах и недостатке кислорода. Для минимизации негативного воздействия этих условий необходимо проводить предпосевную обработку семян, которая является важной составляющей технологии выращивания. Такой подход обеспечивает защиту проростков от инфекций семенной и почвенной, повышает полевую всхожесть, увеличивает устойчивость растений к вредителям и болезням, а также способствует появлению равномерных всходов и развитию корневой системы. Поэтому данный элемент технологии представляет большой практический интерес и нуждается в совершенствовании.

Предпосевная обработка семян начинается с фитопатологической экспертизы, в ходе которой были обнаружены наличие патогенов, их видовой состав и степень заражения [15]. В состав патогенов вошли несовершенные микромицеты рода Alternaria spp., а также Rhizopus spp. Самая высокая степень инфекции наблюдалась на кон-

трольных образцах сортов Восход, Каурис и Классик — от 25,0 до 40,0 %. При этом использование протравителей привело к снижению содержания патогенной микрофлоры на всех исследованных вариантах опыта (табл. 1).

Оценка эффективности различных препаратов для предпосевной обработки семян риса в отношении возбудителей Alternaria spp. и Rhizopus spp. показала, что наибольшую антагонистическую активность демонстрируют: вариант Эталон 1 — у сортов Восход, Каурис, Классик; вариант Эталон 2 — у сорта Классик; вариант Биофунгицид 3 — у сортов Восход и Каурис (табл. 1).

Таблица 1. Влияние протравителей на патогенную микофлору семян риса

Сорт	Препарат	Норма расхода, л/т	Поражено семян, грибами родов, %			Биологическая эффективность, %
			Всего	в том числе		
				Alternaria spp.	*Rhizopus* spp.	
Восход	Контроль (без обработки)	-	28,0	27,0	1,0	-
	Эталон 1	0,5	25,0	25,0	-	10,7
	Эталон 2	0,5	10,0	10,0	-	64,3
	Эталон 3	1,0	10,0	10,0	-	64,3
	Биофунгицид 1	3,0	7,0	25,0	2,0	75,0
	Биофунгицид 2	3,0	20,0	18,0	2,0	28,6
	Биофунгицид 3	3,0	22,0	18,0	4,0	21,4
	Биофунгицид 4	3,0	21,0	17,0	4,0	25,0
Каурис	Контроль (без обработки)	-	25,0	25,0	-	-
	Эталон 1	0,5	22,0	22,0	-	12,0
	Эталон 2	0,5	20,0	20,0	-	20,0
	Эталон 3	1,0	12,0	12,0	-	52,0
	Биофунгицид 1	3,0	12,0	12,0	-	52,0
	Биофунгицид 2	3,0	12,0	8,0	4,0	52,0
	Биофунгицид 3	3,0	18,0	14,0	4,0	28,0
	Биофунгицид 4	3,0	16,0	16,0	-	36,0
Классик	Контроль (без обработки)	-	40,0	40,0	-	-
	Эталон 1	0,5	29,0	29,0	-	27,5
	Эталон 2	0,5	28,0	28,0	-	30,0
	Эталон 3	1,0	22,0	22,0	-	45,0
	Биофунгицид 1	3,0	5,0	5,0	-	87,5
	Биофунгицид 2	3,0	7,0	7,0	-	82,5
	Биофунгицид 3	3,0	17,0	17,0	-	57,5
	Биофунгицид 4	3,0	22,0	27,0	2,0	45,0

Предпосевная обработка семян фунгицидами и биофунгицидами оказала положительное влияние на посевные качества: на всех вариантах опыта по изучаемым сортам увеличился показатель энергии прорастания на 0,5-4,0 % и на 1,0-6,0 %, соответственно; лабораторной всхожести семян риса на 1,0-2,5 % и 2,0-3,0 % соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Посевные качества семян риса

Сорт	Препарат	Норма расхода, л/т	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Восход	Контроль (без обработки)	-	92,0	96,0
	Эталон 1	0,5	95,0	98,5
	Эталон 2	0,5	94,5	99,0
	Эталон 3	1,0	96,0	98,0
	Биофунгицид 1	3,0	95,5	99,0
	Биофунгицид 2	3,0	95,5	98,5
	Биофунгицид 3	3,0	98,5	99,5
	Биофунгицид 4	3,0	98,0	99,0
Каурис	Контроль (без обработки)	-	94,5	96,0
	Эталон 1	0,5	95,0	97,0

Продолжение таблицы 2

Сорт	Препарат	Норма расхода, л/т	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
	Эталон 2	0,5	95,0	98,0
	Эталон 3	1,0	95,0	98,0
	Биофунгицид 1	3,0	95,5	98,0
	Биофунгицид 2	3,0	96,0	99,0
	Биофунгицид 3	3,0	97,0	98,5
	Биофунгицид 4	3,0	96,0	99,0
Классик	Контроль (без обработки)	-	94,0	96,5
	Эталон 1	0,5	95,5	98,0
	Эталон 2	0,5	94,5	97,5
	Эталон 3	1,0	96,0	98,5
	Биофунгицид 1	3,0	97,0	99,5
	Биофунгицид 2	3,0	97,5	99,5
	Биофунгицид 3	3,0	97,0	98,0
	Биофунгицид 4	3,0	96,0	99,5
$НСР_{05}$		-	0,95	0,65

Высокие темпы роста проростка и корнеобразования отмечены у всех изучаемых сортов на вариантах с использованием Эталон 3, Биофунгицидов 2, 3, 4. Проростки из инфицированного посевного материала развивались медленнее в сравнении со здоровыми (табл. 3).

Таблица 3. Влияние фунгицидов на развитие проростков

Сорт	Препарат	Норма расхода, л/т	Средняя длина проростков, см	Средняя длина корней, см
Восход	Контроль (без обработки)	-	3,3	3,8
	Эталон 1	0,5	3,5	4,0
	Эталон 2	0,5	3,5	4,0
	Эталон 3	1,0	3,6	4,0
	Биофунгицид 1	3,0	4,0	5,1
	Биофунгицид 2	3,0	5,0	5,6
	Биофунгицид 3	3,0	5,0	5,4
	Биофунгицид 4	3,0	6,1	6,4
Каурис	Контроль (без обработки)	-	4,3	4,2
	Эталон 1	0,5	6,0	6,4
	Эталон 2	0,5	4,8	5,8
	Эталон 3	1,0	6,3	6,5
	Биофунгицид 1	3,0	5,8	6,3
	Биофунгицид 2	3,0	5,6	6,2
	Биофунгицид 3	3,0	6,3	6,6
	Биофунгицид 4	3,0	6,1	6,4
Классик	Контроль (без обработки)	-	4,0	4,3
	Эталон 1	0,5	4,1	4,5
	Эталон 2	0,5	4,2	5,2
	Эталон 3	1,0	5,5	5,9
	Биофунгицид 1	3,0	4,2	5,3
	Биофунгицид 2	3,0	4,6	5,6
	Биофунгицид 3	3,0	4,5	5,5
	Биофунгицид 4	3,0	4,3	4,4
$НСР_{05}$		-	0,67	0,69

Биологическая эффективность применения исследованных фунгицидов и биофунгицидов составляла от 10,7 до 64,3 % и от 21,4 до 87,5 % соответственно. Максимальные показатели наблюдались при использовании Биофунгицида 1 у сорта Восход - 75,0 %, а также у сорта Классик - 87,5 % и сорта Каурис - при применении Биофунгицида 1 и 2 по 52,0 %. Положительное воздействие исследуемых препаратов также было обнаружено при получении всходов (табл. 3). Особую важность имеет интенсивный рост проростков на ранних стадиях, так как это позволяет растениям быстро прорасти сквозь избыточно влажный верхний слой почвы, снижая их гибель и способствуя формированию равномерных всходов. Использование фунгицидов и биофунгицидов усиливает энергию прорастания и силу начального роста семян, что в полевых условиях приводит к повышению густоты стояния растений на 2,0-18,0 шт/м^2 и 3,0-17,0 шт/м^2 соответственно, а также к росту полевой всхожести на 0,6-6,0 % и 1,0-7,6 % в зависимости от контроля. Наибольшее увеличение показателя густоты стояния растений по всходам и полевая всхожесть отмечено на вариантах с применением биофунгицида 4 у сорта Каурис (134,0 шт/м^2 и 46,6 %); на вариантах с использованием Эталон 3 у сорта Восход (138,0 шт/м^2 и 46,0 %) (табл. 4).

Таблица 4. Густота стояния растений риса и полевая всхожесть сортов риса

Сорт	Препарат	Норма расхода, л/т	Густота стояния растений по всходам, шт/м^2	Полевая всхожесть, %
Восход	Контроль (без обработки)	-	120,0	40,0
	Эталон 1	0,5	122,0	40,6
	Эталон 2	0,5	126,0	42,0
	Эталон 3	1,0	138,0	46,0
	Биофунгицид 1	3,0	127,0	42,3
	Биофунгицид 2	3,0	123,0	41,0
	Биофунгицид 3	3,0	131,0	43,7
	Биофунгицид 4	3,0	129,0	43,0
Каурис	Контроль (без обработки)	-	117,0	39,0
	Эталон 1	0,5	121,0	40,3
	Эталон 2	0,5	119,0	39,7
	Эталон 3	1,0	117,0	39,0
	Биофунгицид 1	3,0	126,0	42,0
	Биофунгицид 2	3,0	133,0	44,3
	Биофунгицид 3	3,0	131,0	43,6
	Биофунгицид 4	3,0	134,0	46,6
Классик	Контроль (без обработки)	-	113,0	37,6
	Эталон 1	0,5	118,0	39,3
	Эталон 2	0,5	121,0	40,3
	Эталон 3	1,0	120,0	40,0
	Биофунгицид 1	3,0	119,0	39,6
	Биофунгицид 2	3,0	118,0	39,3
	Биофунгицид 3	3,0	119,0	39,6
	Биофунгицид 4	3,0	119,0	39,6
$НСР_{05}$		-	5,36	2,13

Влияние предпосевной обработки на физиологические процессы растений ведёт к улучшению всхожести, которая, в свою очередь, тесно коррелирует с уровнем урожайности риса. Благодаря такому воздействию, обеспечивается формирование больших урожаев. Наибольшая урожайность у сорта Восход отмечена в вариантах с применением препаратов Эталон 3 - 67,8 ц/га и Биофунгицид 3 - 65,0 ц/га, с прибавкой урожайности 11,8 ц/га и 9,0 ц/га соответственно. У сорта Каурис в варианте с применением Биофунгицида 4 урожайность составила 63,0 ц/га с прибавкой 21,5 ц/га. У сорта Классик в вариантах с применением препаратов Эталон 2 и Биофунгицид 1 урожайность составила 48,0 и 46,8 ц/га, а прибавка к контрольному варианту - 7,2 и 6,0 ц/га соответственно (табл. 5). В исследованных вариантах агротехники создавались оптимальные условия для роста и развития растений риса,

что способствовало получению больших урожаев. Применяемые препараты начинают действовать с момента прорастания семян, равномерно распределяясь по всему растению. Они не только защищают проростки и корни от различных грибковых болезней семенной и почвенной этиологии, но и усиливают энергию прорастания, повышают полевую всхожесть, стимулируют ростовые процессы, укрепляют устойчивость к неблагоприятным условиям среды, обеспечивают более интенсивное физиологическое развитие и в итоге способствуют росту продуктивности и иммунитета растений.

Таблица 5. Урожайность риса

Сорт	Препарат	Норма расхода, л/т	Урожайность, ц/га	Прибавка урожайности в сравнении с контролем, +/- ц/га
Восход	Контроль (без обработки)	-	56,0	-
	Эталон 1	0,5	57,6	+1,6
	Эталон 2	0,5	60,8	+3,8
	Эталон 3	1,0	67,8	+11,8
	Биофунгицид 1	3,0	61,5	+5,5
	Биофунгицид 2	3,0	60,5	+4,5
	Биофунгицид 3	3,0	65,0	+9,0
	Биофунгицид 4	3,0	62,5	+6,5
Каурис	Контроль (без обработки)	-	41,5	-
	Эталон 1	0,5	51,0	+9,5
	Эталон 2	0,5	49,3	+7,8
	Эталон 3	1,0	47,0	+5,5
	Биофунгицид 1	3,0	56,5	+15,0
	Биофунгицид 2	3,0	62,0	+20,5
	Биофунгицид 3	3,0	61,0	+19,5
	Биофунгицид 4	3,0	63,0	+21,5
Классик	Контроль (без обработки)	-	40,8	-
	Эталон 1	0,5	43,3	+3,5
	Эталон 2	0,5	48,0	+7,2
	Эталон 3	1,0	46,5	+5,7
	Биофунгицид 1	3,0	46,8	+6,0
	Биофунгицид 2	3,0	45,5	+5,3
	Биофунгицид 3	3,0	44,3	+3,5
	Биофунгицид 4	3,0	46,3	+5,5
$НСР_{05}$		-	4,72	-

Анализ элементов структуры урожая, представленных в таблице 6, выявил, что на всех вариантах в сравнении с контролем сформировались более высокорослые растения. Масса зерна с растения и масса 1000 зерен также на всех вариантах опыта превышали значения в сравнении с полученными в контрольных вариантах. Применение биофунгицидов способствовало снижению пустозерности у сорта Классик по всем изучаемым вариантам. У сортов Восход и Каурис отмечено снижение величины данного показателя в вариантах с применением Биофунгицид 2, Биофунгицид 3, Биофунгицид 4. Однако в варианте Биофунгицид 1 отмечено увеличение пустозерности в сравнении с контрольными вариантами: на 1,4 % у сорта Каурис и на 1,5 % у сорта Восход.

Таким образом, предпосевная обработка семян риса фунгицидами и биофунгицидами является эффективным элементом технологии производства семян риса. Благодаря использованию этих препаратов улучшаются посевные свойства семян, усиливается корнеобразование, что способствует увеличению густоты стояния и полевой всхожести растений, а также активизирует потребление минеральных элементов. Это обеспечивает реализацию потенциала урожайности сорта. Однако использование биологических препаратов в процессе обработки семян позволяет обеспечить и экологическую безопасность, повышая продуктивность и улучшая качество сельскохозяйственной продукции.

Таблица 6. Структура урожайности риса

Сорт	Препарат	Норма расхода, л/т	Высота растения, см	Длина метелки, см	Масса зерна с растения, г	Масса 1000 зерен, г	Пусто-зерность, %
Восход	Контроль (без обработки)	-	79,0	15,7	3,10	33,4	22,8
	Эталон 1	0,5	78,0	15,8	3,19	34,0	22,1
	Эталон 2	0,5	80,5	16,0	3,41	33,6	18,0
	Эталон 3	1,0	80,5	16,5	3,99	34,8	11,4
	Биофунгицид 1	3,0	81,0	16,5	3,81	33,7	24,3
	Биофунгицид 2	3,0	81,0	16,4	3,75	34,4	13,1
	Биофунгицид 3	3,0	80,7	16,4	4,06	34,6	11,3
	Биофунгицид 4	3,0	78,5	16,5	3,88	34,2	14,9
Каурис	Контроль (без обработки)	-	64,0	16,5	2,78	28,6	20,5
	Эталон 1	0,5	64,5	15,5	2,83	29,4	16,7
	Эталон 2	0,5	67,2	16,3	2,94	28,6	20,8
	Эталон 3	1,0	67,5	16,0	2,73	30,4	21,5
	Биофунгицид 1	3,0	68,0	16,5	3,38	30,8	21,9
	Биофунгицид 2	3,0	68,5	16,5	3,42	32,0	3,6
	Биофунгицид 3	3,0	69,0	16,9	3,41	31,2	6,0
	Биофунгицид 4	3,0	68,5	17,0	3,48	31,2	4,7
Классик	Контроль (без обработки)	-	76,0	15,7	3,15	30,0	22,6
	Эталон 1	0,5	76,0	15,8	2,73	30,0	30,1
	Эталон 2	0,5	80,4	17,4	3,54	31,2	12,6
	Эталон 3	1,0	81,0	17,0	3,56	31,3	12,1
	Биофунгицид 1	3,0	82,0	17,0	3,58	31,7	11,2
	Биофунгицид 2	3,0	82,0	17,6	3,56	33,0	12,9
	Биофунгицид 3	3,0	80,7	17,5	3,47	31,8	11,5
	Биофунгицид 4	3,0	79,5	17,8	3,47	31,7	11,1

Финансирование. Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, грант № 075-15-2025-574.

Литература / References

1. Гаркуша С.В., Тешева С.А., Пищенко Д.А. Фитосанитарное состояние посевов риса в Краснодарском крае // Защита растений от вредных организмов: материалы 10-й международной научно-практической конференции. 2021. С. 86-88. [Garkusha S.V., Tesheva S.A., Pishchenko D.A. Phytosanitary status of rice crops in Krasnodar region. In: Protection of plants from harmful organisms: proceedings of the 10-th International Scientific and Practical Conference. Krasnodar, 2021;86-88 (in Russian)].
2. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2005. 24 с. [GOST R 52325-2005. Seeds of agricultural plants. Varietal and sowing qualities. General technical conditions. Moscow: «Standartinform», 2005;24. (in Russian)].
3. ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2011. 59 с. [GOST 12044-93. Seeds of agricultural crops. Methods for determining disease infection. Moscow: FSUE «Standartinform», 2011;59 p. (in Russian)].
4. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2011. 32 с. [GOST 12038-84. Seeds of agricultural crops. Methods for determining germination. Moscow: FSUE «Standartinform», 2011;32. (in Russian)].
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта М: Колос, 1979. 416 с. [Dospekhov B. A. Methodology of field experiment. Moscow: Kolos, 1979;416 (in Russian)].
6. Михайлова В.А. Надеждин А.А., Тешева С.А. Оценка фитосанитарного состоянии семенных посевов риса // Вектор современной науки: материалы международной научно-практической конференции. 2022. С. 248-249. [Mikhailova V.A., Nadezhdin A.A., Tesheva S.A. Assessment of the phytosanitary status of rice seed crops. In: The vector of modern science: Proceedings of the International scientific and practical conference. Krasnodar, 2022;248-249 (in Russian)].
7. Пикушова Э.А., Веретельник Е.Ю., Бедловская И.В., Шадрина Л.А. Обработка семян сельскохозяйственных культур против вредителей и болезней. 2012. 63 с. [Pikushova E.A., Veretelnik E.Y., Bedlovskaya I.V., Shadrina L.A. Seed treatment of agricultural crops against pests and diseases. Krasnodar, 2012; 63 (in Russian)].

8. Пищенко, Д.А., Гаркуша С.В., Тешева С.А. Эффективность выращивания риса в Краснодарском крае // *Масличные культуры*. 2020. 3(183). С. 103-106. [Pishchenko, D.A., Garkusha, S.V., Tesheva, S.A. Efficiency of rice cultivation in Krasnodar region. *Oilseed crops*. 2020. 3(183):03-106 (in Russian)]. doi: 10.25230/2412-608X-2020-3-183-103-106
9. Рекомендации по получению 70-80 ц/га риса в Российской Федерации / ФНЦ риса; под ред. С.В. Гаркуши. Краснодар: Строки, 2025.78 с. [Recommendations for obtaining 70-80 c/ha of rice in the Russian Federation / ARRRI [edited by S.V. Garkusha]. Krasnodar: Stroki, 2025;78 p. (in Russian)].
10. Семеренко С.А. Сердюк О.А., Медведева Н.В. Протравливание семян – надежная защита всходов рапса от болезней и вредителей // Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции: сборник статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов. 2016. С. 144-146. [Semerenko S.A. Serdyuk O.A., Medvedeva N.V. Seed treatment – reliable protection of rapeseed seedlings from diseases and pests. In: Scientific support of innovative technologies for the production and storage of agricultural and food products: a collection of articles based on the materials of the III All-Russian Scientific and practical conference of young scientists and graduate students. Krasnodar, 2016;144-146 (in Russian)].
11. Система рисоводства Российской Федерации / ФНЦ риса; под ред. С.В. Гаркуши. Краснодар: Просвещение-Юг, 2022.368 с. [The rice farming system of the Russian Federation / ARRRI [edited by S.V. Garkusha]. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2022.368. (in Russian)].
12. Тешева С.А., Пищенко Д.А. Технологическая эффективность протравителей семян риса // Защита растений от вредных организмов: сборник статей по материалам XII Международной научно-практической конференции. 2025. С. 400-402. [Tesheva S.A., Pishchenko D.A. Technological efficiency of rice seed protectants. In: Plant protection from harmful organisms: Collection of articles based on the materials of the XII International Scientific and Practical Conference (June 16-20, 2025, Krasnodar, Russia). Krasnodar: KubGAU Publ, 2025;400-402 (in Russian)].
13. Тешева С.А. Биологическая продуктивность почвенных ресурсов Адыгеи: автореф. на соиск. ученой степ. канд. биол. наук: 03.00.32 – биологические ресурсы Краснодар, 2007. 164 с. [Tesheva S.A. Biological productivity of soil resources of Adygea: Abstract of Ph.D. thesis: 03.00.32 – biological resources, Krasnodar, 2007;164 p. (in Russian)].
14. Тешева С.А. Пищенко Д.А., Полищук В.И. Оценка эффективности предпосевной обработки семян риса // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях меняющегося климата: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. 2023. С. 162-165. [Tesheva S.A., Pishchenko D.A., Polishchuk V.I. Sustainable development of agriculture in a changing climate: A collection of articles based on the materials of the international scientific and practical conference. 2023;162-165 (in Russian)].
15. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур. (Болезни растений): Методические рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2002. 140 с. [Phytosanitary examination of grain crops. (Plant diseases): Methodological recommendations. Moscow: FSSI «Rosinformagrotech», 2002;140 p. (in Russian)].
16. Brandi F. Seed treatment technologies: evolving to achieve crop genetic potential / Seed treatment: challenges and opportunities: BCPC Symposium proceedings № 76. UK: British crop protection council, 2001;3-17.
17. Copeland L.O., McDonald L.O. Principles of seed science and technology / NY: Chapman and Hall, 1995;258-277.
18. Halmer P. Black M., Bewley J.D. Commercial seed treatment technology/ Seed technology and its biological basis. Sheffield Academic Press Ltd, 1999;257-286.
19. Taylor, A.G. B. Tomas, D.J. Murphy, B.G. Murray. Seed treatment / Encyclopedia of applied plant sciences. Elsevier Academic Press, 2003;1291-1297.

Сусанна Аслановна Тешева
Ведущий научный сотрудник лаборатории семеноводства и семеноведения,
доцент кафедры почвоведения
E-mail: satecheva@mail.ru

Дмитрий Александрович Пищенко
Заведующий лабораторией семеноводства и семеноведения
E-mail: 89183333172@mail.ru

Виктор Игоревич Полищук
Младший научный сотрудник лаборатории семеноводства и семеноведения
E-mail: satecheva@mail.ru

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»
350091, Россия, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3
E-mail: arrri_kub@mail.ru

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

Susanna Aslanovna Tesheva
Leading researcher of the laboratory of seed production and seed science, associate professor of the department of soil science
E-mail: satecheva@mail.ru

Dmitry Alexandrovich Pishchenko
Head of the Laboratory of Seed Production and Seed Science
E-mail: 89183333172@mail.ru

Viktor Igorevich Polishchuk
Junior Researcher at the Laboratory of Seed Production and Seed Science

FSBSI «Federal Research Centre of Rice»
3, Belozerniy, Krasnodar, 350921, Russia
E-mail: arrri_kub@mail.ru

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

DOI 10.33775/1684-2464-2026-72-3-44-49
УДК 633.18:631.153.3

Сулейманов Д.Ю., канд. с-х. наук,
Алиев М-Б.Ш. аспирант
г. Махачкала, Россия
Ладатко М.А., канд. с-х. наук
г. Краснодар, Россия

КАЧЕСТВО ЗЕРНА И УРОЖАЙНОСТЬ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Изучение влияния норм минеральных удобрений на качество зерна и урожайность сортов риса является важным направлением повышения эффективности рисоводства. В полевых исследованиях 2021-2023 гг. изучали урожайность и качество зерна сортов Рапан 2, Исток и Престиж; за стандарт взят районированный сорт Регул и нормы минеральных удобрений – $N_{105}P_{52}K_{60}$ и $N_{150}P_{78}K_{90}$, где вариант без удобрений являлся контролем. Максимальная урожайность в варианте с повышенной нормой удобрений ($N_{150}P_{78}K_{90}$) отмечена у сортов Исток и Престиж, где в среднем за годы исследования она составила по 8,92 т/га, тогда как стандарт (сорт Регул) уступал – 7,01 т/га, а сорт Рапан 2 – 7,93 т/га в том же варианте. Содержание белка в зерне находилось в пределах от 5,6 до 9,8 % в зависимости от сорта и уровня минерального питания и увеличивалось при внесении удобрений: максимальные значения (9,2-9,8 %) зафиксированы у сорта Исток. Содержание крахмала, напротив, снижалось с увеличением норм удобрений – с 76,4-78,6 до 73,3-76,5 %, что связано с перераспределением ассимилянтов в пользу белкового синтеза. Содержание амилозы возрастало с 17,6-19,2 до 19,0-21,1 %, а липидов – с 0,9-1,2 до 1,1-1,4 %, что стабильно отражает влияние удобрений на обменные процессы в зерне. Генотипические различия сортов проявлялись в сочетании технологических и продуктивных показателей: сорт Регул отличался высокой стекловидностью, Рапан 2 – высоким общим выходом крупы, Исток и Престиж – высоким содержанием целого ядра в крупе и наибольшей урожайностью при внесении удобрений. Органолептические свойства крупы оставались стабильными независимо от уровня минерального питания. Полученные результаты позволяют рекомендовать сорта Исток и Престиж с применением повышенной нормы удобрений $N_{150}P_{78}K_{90}$ для производства высококачественной и конкурентоспособной рисовой продукции.

Ключевые слова: *рис, сорт, минеральные удобрения, крупа, почва, климат.*

GRAIN QUALITY AND RICE YIELD DEPENDING ON FROM THE NORMS OF MINERAL NUTRITION

The study of the effect of mineral fertilizer standards on grain quality and rice yields is an important area for improving the efficiency of rice farming. In field studies in 2021-2023, rice varieties Rapan 2, Istok and Prestige were studied for yield and grain quality; the zoned variety Regulus and norms of mineral fertilizers $N_{105}P_{52}K_{60}$ and $N_{150}P_{78}K_{90}$ were taken as the standard, where the option without fertilizers was taken as the control. The maximum yield in the variant with an increased fertilizer rate ($N_{150}P_{78}K_{90}$) was noted in the varieties Istok and Prestige, where, on average, over the years of the study, it amounted to 8.92 t/ha, while the standard (variety Regul) was inferior – 7.01 t/ha, and the variety Rapan 2 – 7.93 t/ha in the same variant, respectively. The protein content in the grain ranged from 5.6 to 9.8%, depending on the variety and the level of mineral nutrition, and increased with the application of fertilizers. The maximum values (9.2-9.8%) were recorded for the variety Istok. The starch content, on the contrary, decreased with an increase in fertilizer standards – from 76.4-78.6% to 73.3-76.5%, which is associated with the redistribution of assimilants in favor of protein synthesis. The content of amylose increased from 17.6-19.2 to 19.0-21.1%, and lipids – from 0.9-1.2 to 1.1-1.4%, which consistently reflects the effect of fertilizers on metabolic processes in grain. The genotypic differences of the varieties were manifested in a combination of technological and productive indicators: the variety Regul was characterized by high vitreousity, Rapan 2 – by high grain yield, Istok and Prestige – by a high head rice content and the highest yield when applying fertilizers. The organoleptic properties of cereals remained stable regardless of the level of mineral nutrition. The results obtained allow us to recommend the varieties Istok and Prestige with the use of increased fertilizer standards $N_{150}P_{78}K_{90}$ for the production of high-quality and competitive rice products.

Keywords: *rice, variety, mineral fertilizers, cereals, soil, climate.*

Введение

В Российской Федерации рисоводство имеет стратегическое значение и сосредоточено преимущественно в южных регионах страны, где ежегодно производится около 1,0-1,2 млн т риса-сырца [7]. Основной вклад в производство риса вносят субъекты Южного и Северо-Кавказского федеральных округов, на долю которых приходится бо-

лее 95 % общероссийского объёма производства, что обусловлено наличием орошаемых земель и благоприятных природно-климатических условий для возделывания данной культуры [9].

В Республике Дагестан в 2023 году с площади 31,5 тыс. га было произведено 155,8 тыс. т риса, что составило 14,6 % общероссийского объёма производства и обеспечило республике второе место в стране после Краснодарского края. Вместе с тем уровень урожайности в Дагестане (4,9 т/га) остается ниже среднероссийского показателя (5,6 т/га) и существенно уступает Краснодарскому краю, где средняя урожайность достигает 7,2 т/га. Это обусловливает необходимость изучения новых сортов риса и оптимизации норм минеральных удобрений как факторов повышения продуктивности и формирования качественного зерна [10, 11, 14].

Качество зерна риса является одним из ключевых критериев оценки эффективности производства и во многом определяет её потребительскую и технологическую ценность [5]. Основными показателями качества зерна риса являются общий выход крупы и содержание целого ядра в крупе риса, характеризующие степень сохранности зерна при переработке, а также физико-химические параметры: влажность, содержание крахмала (включая амилозу), белка и липидов. Совокупная оценка этих показателей позволяет и выявлять сорта, наиболее пригодные для производства конкурентоспособной продукции [3].

Цель исследования

Изучить биологические особенности роста и развития, а также продуктивность перспективных сортов риса в Терско-Сулакской подпровинции Республики Дагестан, установить оптимальные нормы минеральных удобрений, рекомендовать выделившиеся по урожайности и качеству зерна сорта для производственного использования.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2021-2023 гг. в ООО «Сириус» Кизлярского района, на опытном участке ФГБНУ «ФАНЦ РД» Республики Дагестан. Полевой опыт и лабораторные анализы выполняли в соответствии с методикой полевого опыта Б. А. Доспехова [2].

Биохимические показатели и качество зерна определяли в соответствии с ГОСТами: крахмал, % – ГОСТ 10845-98 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала»; амилоза, % – ГОСТ ISO 6647-1-2015 «Рис. Определение содержания амилозы. Часть 1. Контрольный метод»; белок, % – ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка»; липиды, % – ГОСТ 29033-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира»; влажность, % – ГОСТ 13586.5-2015 «Зерно. Метод определения влажности»; пленчатость, % – ГОСТ 10843-76 «Зерно. Метод определения пленчатости»; стекловидность, % – ГОСТ 10987-76 «Зерно. Методы определения стекловидности; трещиноватость, ГОСТ 6292-93 «Крупа рисовая. Технические условия»; натура зерна, г/л – ГОСТ 10840-2017 «Зерно. Метод определения натуры»; общий выход крупы, % – ГОСТ ISO 6646-2013 «Рис. Определение максимально возможного выхода шелушеного и шлифованного риса»; содержание целого ядра в крупе, % – ГОСТ 26312.4-84 «Крупа. Методы определения крупности или номера, примесей и доброкачественного ядра»; для оценки каши из рисовой крупы, провели отбор крупы согласно – ГОСТ Р 702.1.029-2022, ГОСТ 6292-93, ГОСТ 10967-2019, ГОСТ Р 55289-2012; Крупа. Методы определения органолептических показателей – ГОСТ 26312.2-84.

Полевой двухфакторный опыт был заложен по следующей схеме: фактор А (сорта риса) – Регул (стандарт) и три перспективных сорта риса селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» – Рапан 2, Исток и Престиж; фактор В (нормы минеральных удобрений) – контроль (без удобрений), $N_{105}P_{52}K_{60}$ (норма) и $N_{150}P_{78}K_{90}$ (повышенная норма). Удобрения вносили: перед посевом – аммофоска, хлористый калий, карбамид; в подкормку (в фазе 2-3 и 5-6 листьев) – карбамид.

Климатические условия в годы исследований существенно отличались от среднемноголетних значений, так как в последние 10 лет наметилась существенная аридизация климата, о чем свидетельствует средняя температура воздуха за период вегетации риса (май-сентябрь) – 22,9 °С, что превышает среднемноголетние значения на 1,3 °С. Тепловой режим по годам исследований существенно не различался. Количество выпавших осадков составляло 81 % от нормы, однако их выпадение было крайне неравномерным и носило ливневый характер в мае и сентябре. Усиливающаяся аридизация климата подтверждается значениями гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова, который в годы исследований составил 0,37 при норме 0,50, что соответствует сухой зоне, а в августе ГТК (гидротермического коэффициента) составил всего 0,05 [6, 11].

Почва опытного участка – аллювиально-луговая, среднесолончаковая, тяжелосуглинистая. Содержание легкогидролизуемого азота в пахотном горизонте составляло в среднем 25-33 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 22-24 мг/кг почвы, что свидетельствовало о низкой обеспеченности этими элементами. Почвы среднезасоленные с поверхности, по профилю засоленность не меняется. Мощность гумусового горизонта равна 0,43 м, в пахотном слое - 0,25-0,27 м [1].

Результаты и обсуждение

Изучение влияния минеральных удобрений на качество крупы сортов риса важно для оптимизации агротехники [12, 13]. Влияние норм минеральных удобрений на качество зерна сортов риса оцени-

вали по следующим показателям: плёнчатость (%), стекловидность (%), трещиноватость (%), выход крупы (общий, %, и целое ядро, %), цвет и вкус каши (баллы) [8].

В контрольном варианте (без удобрений) показатели – плёнчатость, стекловидность, трещиноватость - практически не отличались от вариантов с внесением минеральных удобрений, кроме показателей выхода крупы (от 0,8 до 3,3 %) и содержания целого ядра (от 4,7 до 8,8 %), где контроль уступал.

По норме $N_{105}P_{52}K_{60}$ плёнчатость у сортов риса составила 18,4-18,6 %, стекловидность – 83-96 %, трещиноватость – 9,5-13,4 %, общий выход крупы – 67,5-70,6 %, а целое ядро - 87,3-91,4 %. При повышенной норме $N_{150}P_{78}K_{90}$ плёнчатость осталась в пределах 18,1–18,9 %, стекловидность у стандарта (сорт Регул) достигла 98,0 %, у других снизилась (82,5-94,5 %), трещиноватость выросла до 10,0-13,6 %, выход крупы – до 68,0-70,0 %, целое ядро – до 89,1-91,4 %, (табл. 1).

Таблица 1. Влияние норм минеральных удобрений на качество зерна и крупы сортов риса, среднее за 2021-2023 гг.

Сорт	Нормы удобрений	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %	Выход крупы		Качество каши, балл	
					Общий выход крупы, %	Содержание целого ядра в крупе, %	Цвет	Вкус
Регул (с)	$N_0P_0K_0$ (к)	18,7±0,12	96,5±0,75	10,2±1,73	66,7	82,6	5,0	5,0
	$N_{105}P_{52}K_{60}$	18,6±0,06	96,0±0,64	13,4±2,31	67,5	87,3	5,0	5,0
	$N_{150}P_{78}K_{90}$	18,7±0,12	98,0±0,58	13,6±2,89	68,0	89,1	5,0	5,0
Рапан 2	$N_0P_0K_0$	17,9±0,06	93,0±0,75	9,3±1,15	69,2	85,8	4,5	5,0
	$N_{105}P_{52}K_{60}$	18,6±0,12	95,0±1,10	10,4±1,73	70,6	90,4	4,5	5,0
	$N_{150}P_{78}K_{90}$	18,9±0,17	94,5±0,98	10,0±2,31	70,0	91,2	4,5	5,0
Исток	$N_0P_0K_0$	17,8±0,12	91,5±1,21	8,4±0,58	66,9	85,6	5,0	5,0
	$N_{105}P_{52}K_{60}$	18,4±0,17	93,5±1,04	9,7±1,15	69,5	91,4	5,0	5,0
	$N_{150}P_{78}K_{90}$	18,1±0,12	92,5±0,98	10,4±1,15	68,2	90,2	5,0	5,0
Престиж	$N_0P_0K_0$	17,9±0,06	81,5±2,31	8,8±1,15	67,4	85,3	4,5	5,0
	$N_{105}P_{52}K_{60}$	18,4±0,12	83,0±1,39	9,5±1,73	69,6	90,3	4,5	5,0
	$N_{150}P_{78}K_{90}$	18,2±0,06	82,5±1,73	10,8±2,31	70,0	91,4	4,5	5,0

Стандарт (сорт Регул) характеризовался наибольшей стекловидностью зерна (98,0 %), сорт Рапан 2 – высоким общим выходом крупы (70,0-70,6 %), сорта Исток и Престиж – высоким содержанием целого ядра (до 91,4 %). Сорт Престиж выделился низкой стекловидностью (81,5-83,0 %). Внесение удобрений сопровождалось повышением общего выхода крупы и содержания целого ядра, увеличением трещиноватости и незначительным изменением плёнчатости зерна. Полученные данные отражают генотипические различия сортов риса при различных нормах минерального питания [16]. Вкус крупы определяли дегустацией приготовленной рисовой каши: все образцы имели рассыпчатость и слегка сладковатый вкус, оценка – 5 баллов. Цвет оценивали визуально: белый или кремоватый, чистый, соответствующий типу крупы, оценка – 4,5-5,0 баллов. Органолептика не изменилась при внесении удобрений.

Качество зерна риса определяется комплексом физико-химических характеристик, таких как содержание белка, крахмала, амилозы и липидов, а также натура и влажность зерна. Эти параметры формируются в процессе онтогенеза растений под влиянием генетических факторов, условий среды и агротехнических приемов, включая применение минеральных удобрений [4, 14].

Полученные результаты демонстрируют зависимость свойств зерна от уровня минерального питания. Натура зерна увеличилась с повышением уровня минерального питания: у сорта Регул с 531,2 г/л до 560,7 г/л (+5,5 %), у сорта Рапан 2 с 541,4 г/л до 575,7 г/л (+6,3 %), у сорта Исток с 521,3 г/л до 559,6 г/л (+7,3 %), у сорта Престиж с 525,4 г/л до 555,0 г/л (+5,6 %). Влажность зерна имела тенденцию к снижению: с 13,5-14,0 % (в контрольном варианте) до 12,8–13,2 % (при повышенной норме удобрений $N_{150}P_{78}K_{90}$), что может улучшить его хранение.

Содержание белка варьирует внутри сортов в зависимости от нормы минеральных удобрений, между сортами отмечены различия. Максимальное содержание белка (9,7-9,8 %) зафиксировано у сорта Исток в вариантах с внесением удобрений, что

на 0,5-0,6 % выше контроля. Содержание крахмала, напротив, снижалось с увеличением норм удобрений: с 76,4-78,6 % в контрольном варианте до 73,3-76,5 % в вариантах с применением удобрений, что связано с перераспределением ассимилянтов в пользу белкового синтеза. Содержание амилозы увеличивалось с 17,6-19,2 % до 19,0-21,1 %, а липидов – с 0,9-1,2 % до 1,1-1,4 %, что незначительно, но стабильно отражает влияние удобрений на липидный обмен (табл. 2).

Таблица 2. Влияние норм минеральных удобрений на физико-химические показатели зерна сортов риса, среднее за 2021-2023 гг.

Сорт	Нормы удобрений	Натура зерна, г/л	Влажность, %	Крахмал, %	Амилоза, %	Белок, %	Липиды, %	Сухое вещество г/100 г.
Регул (с)	$N_0P_0K_0$ (к)	531,2±4,73	13,5±0,40	78,6±0,75	18,0±0,35	5,6±0,52	1,0±0,06	86,5±0,12
	$N_{105}P_{52}K_{60}$	556,1±5,31	13,0±0,46	76,5±0,87	19,4±0,29	7,3±0,75	1,1±0,12	87,0±0,29
	$N_{150}P_{78}K_{90}$	560,7±6,18	12,8±0,29	75,3±0,69	20,1±0,40	6,7±0,64	1,2±0,06	87,2±0,17
Рапан 2	$N_0P_0K_0$	541,4±6,81	13,5±0,52	77,7±0,92	19,2±0,35	6,8±0,35	0,9±0,06	86,5±0,17
	$N_{105}P_{52}K_{60}$	564,3±6,29	13,0±0,40	76,4±0,81	20,7±0,52	7,0±0,23	1,0±0,06	87,0±0,23
	$N_{150}P_{78}K_{90}$	575,7±7,91	12,8±0,40	74,5±0,81	21,1±0,46	7,1±0,23	1,1±0,12	87,2±0,23
Исток	$N_0P_0K_0$	521,3±6,52	14,0±0,46	76,4±0,64	17,6±0,17	9,2±0,29	1,2±0,06	86,0±0,29
	$N_{105}P_{52}K_{60}$	542,2±5,66	13,5±0,40	74,1±0,75	19,0±0,29	9,7±0,35	1,3±0,12	86,5±0,35
	$N_{150}P_{78}K_{90}$	559,6±5,89	13,2±0,35	73,3±0,69	19,8±0,40	9,8±0,23	1,4±0,12	86,8±0,29
Престиж	$N_0P_0K_0$	525,4±7,10	13,8±0,40	77,3±0,98	18,4±0,46	6,5±0,23	1,0±0,06	86,2±0,23
	$N_{105}P_{52}K_{60}$	547,8±8,20	13,3±0,29	75,5±0,64	20,1±0,46	6,9±0,17	1,1±0,06	86,7±0,23
	$N_{150}P_{78}K_{90}$	555,0±7,51	13,0±0,35	74,2±0,75	20,5±0,52	7,2±0,29	1,2±0,06	87,0±0,35

В вариантах с минеральными удобрениями содержание белка в зерне выше на 0,3-4,2 %. Также увеличивается содержание амилозы и снижается содержание крахмала и влажность зерна. Сорт Исток выделяется максимальным содержанием белка, тогда как Рапан 2 демонстрирует наибольшую натуру зерна (575,7 г/л). Масса сухого вещества по всем сортам пропорционально удобрениям увеличивается. Увеличение норм удобрений ($N_{150}P_{78}K_{90}$) оптимизирует технологические свойства, но эффект варьирует по сортам, что требует индивидуального подхода к технологии возделывания.

Средняя урожайность сортов риса за 2021–2023 гг. в зависимости от изучаемых факторов варьировала: у сорта Регул от 3,85 до 7,01 т/га; у сорта Рапан 2 от 4,10 до 7,93; у сорта Исток от 3,74 до 8,92 т/га; у сорта Престиж от 3,62 до 8,92 т/га. Максимальная средняя урожайность по всем вариантам достигнута у сортов Исток (6,64 т/га) и Престиж (6,56 т/га). Сорта Рапан 2, Исток и Престиж стабильно превосходили стандарт (сорт Регул), средняя урожайность которого составила 5,67 т/га, что на 8,99, 14,61 и 13,57 % ниже средних показателей перспективных сортов. Применение минеральных удобрений обеспечило прибавку урожайности, причём наибольшие значения зафиксированы при повышенной норме $N_{150}P_{78}K_{90}$ – 8,92 т/га (среднее за годы исследования 2021-2023 гг.) у сортов Исток и Престиж (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность сортов риса в зависимости от норм минеральных удобрений, среднее за 2021-2023 гг.

Нормы удобрений	Сорт				$НСР_{05}$
	Регул (стандарт)	Рапан 2	Исток	Престиж	
$N_0P_0K_0$ (контроль)	3,85	4,10	3,74	3,62	1,036
$N_{105}P_{52}K_{60}$	6,16	6,67	7,27	7,15	1,388
$N_{150}P_{78}K_{90}$	7,01	7,93	8,92	8,92	1,001
$НСР_{05}$	2,100	2,092	1,795	1,856	$НСР_{05\ вар}$ 1,679

В контрольном варианте (без удобрений) по сорту Рапан 2 урожайность была выше, чем у изучаемых сортов, 4,10 т/га; сорта Исток и Престиж в том же варианте уступали стандарту (сорт Регул) – 3,74 и 3,62 т/га против 3,85 т/га соответственно, что указывает на их зависимость от внешнего обеспечения питательными элементами. С увеличением норм удобрений ($N_{105}P_{52}K_{60}$, $N_{150}P_{78}K_{90}$) наблюдался прирост урожайности, особенно у сортов Исток и Престиж, где прибавка составила от 18,48 до 29,41 % относительно стандарта (сорт Регул) по тем же вариантам [15].

Выводы

Применение минеральных удобрений положительно влияло на качество зерна сортов риса. Наибольшие значения общего выхода крупы (до 70,6 %) и содержания целого ядра (до 91,4 %) отмечены при повышенной норме минеральных удобрений $N_{150}P_{78}K_{90}$; плёнчатость зерна сортов практически не изменялась под влиянием удобрений (18,1-18,9 %), тогда как стекловидность и трещиноватость увеличивались незначительно, что указывает на сохранение технологических свойств зерна.

Отмечена реакция сортов риса на нормы минеральных удобрений: содержание белка увеличивалось на 0,3-4,2 % (максимум у сорта Исток – 9,8 %), амилозы – до 21,1 %, а содержание крахмала снижалось до 73,3-76,5 %, что улучшает кулинарные свойства и питательную ценность. Натура зерна увеличивалась на 5,5-7,3 %, влажность снижалась до 12,8-13,2 %. Органолептические показатели крупы практически не изменялись при внесении удобрений и оценивались в 4,5–5,0 балла, что подтверждает сохранение потребительских качеств продукции.

Урожайность сортов изменялась от уровня минерального питания: максимальная средняя урожайность за годы исследования достигнута у сортов Исток и Престиж – 6,64 и 6,56 т/га соответственно. Повышение норм удобрений ($N_{105}P_{52}K_{60}$ и $N_{150}P_{78}K_{90}$) обеспечило прибавку урожайности до 8,92 т/га.

Генотипические различия сортов проявляются в сочетании технологических и продуктивных показателей: сорт Регул демонстрирует высокую стекловидность (98 %), Рапан 2 – высокий выход крупы, Исток и Престиж – высокий содержание целого ядра – высокое содержание целого ядра в крупе и наибольшую урожайность при внесении удобрений.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, грант № 075-15-2025-574.

Литература / References

1. Баламирзоев М.А., Саидов А.К., Мирзоев Э.М.-Р., Магомедов И.А. Морфогенез основных типов почв Терско-Сулакской низменности // *Вестник Дагестанского научного центра РАН*. 2013. № 46. С. 5-15. [Balamirzoev M.A., Saidov A.K., Mirzoev E.M.-R., Magomedov I.A. Morphogenesis of the main soil types of the Terek-Sulak lowland. *Bulletin of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2013;46:5-15 (in Russian)].
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с. [Dospekhov B.A. Methods of field experiment. Moscow: Agropromizdat, 1985;351 p. (in Russian)].
3. Зеленский Г.Л., Зеленская О.В. Рис: от растения до диетического продукта. Краснодар: ЭДВИ, 2022. 272 с. [Zelensky G.L., Zelenskaya O.V. Rice: from plant to dietary product. Krasnodar: EDVI, 2022;272 p. (in Russian)].
4. Ладатко М.А., Зеленева И.А. Реакция новых сортов риса на уровень азотного питания // *Рисоводство*. 2019. № 3(44). С. 46-49. [Ladatko M.A., Zeleneva I.A. Response of new rice varieties to nitrogen nutrition level. *Rice growing*. 2019;3(44):46-49 (in Russian)].
5. Магомедов Н.Р., Казиметова Ф.М., Сулейманов Д.Ю., Абдуллаев А.А. Формирование урожая новых сортов риса в условиях Терско-Сулакской подпровинции Дагестана // *Плодородие*. 2020. № 4(115). С. 56-59. [Magomedov N.R., Kazimetova F.M., Suleymanov D.Yu., Abdullaev A.A. Yield formation of new rice varieties in the conditions of the Terek-Sulak sub-province of Dagestan. *Fertility*. 2020;4(115):56-59 (in Russian)]. doi:10.25680/S19948603.2020.115.16
6. Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // *Труды по сельскохозяйственной метеорологии.* 1937. Вып. 20. С. 167–177. [Selyaninov G.T. Methods of agricultural characteristics of climate. *Proceedings on agricultural meteorology*. 1937;20:167-177 (in Russian)].
7. Система рисоводства Российской Федерации / Под общ. ред. С.В. Гаркуши. Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса»; Просвещение – Юг, 2022. 368 с. [Rice growing system of the Russian Federation / Ed. by S.V. Garkusha. Krasnodar: Federal Scientific Rice Centre; Prosveshchenie – Yug, 2022;368 p. (in Russian)].
8. Туманьян Н.Г., Чижикова С.С., Троян Р.Н., Ладатко М.А., Зеленский Г.Л. Влияние доз азотных удобрений на качество зерна новых сортов риса // *Рисоводство*. 2023. № 4(61). С. 91-101. [Tumanyan N.G., Chizhikova S.S., Troyan R.N., Ladatko M.A., Zelensky G.L. Effect of nitrogen fertilizer rates on grain quality of new rice varieties. *Rice growing*. 2023;4(61):91-101 (in Russian)]. doi: 10.33775/1684-2464-2023-

61-4-91-101
9. Об урожае сельскохозяйственных культур в 2023 году (оперативные данные) [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). М., 2023. (дата обращения: 10.02.2024) [On the yield of agricultural crops in 2023 (operational data) [Electronic resource] / Federal State Statistics Service (Rosstat). Moscow, 2023 (in Russian)]. URL: https://rosstat.gov.ru/ (reference date: 10.02.2024).
10. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Дагестан [Электронный ресурс]. (дата обращения: 17.05.2025) [Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Dagestan [Electronic resource] (in Russian)]. URL: https://mcxrd.ru/ (reference date: 17.05.2025).
11. Архив погоды в г. Кизляр за 2017–2025 гг. [Электронный ресурс] / Погода1. (дата обращения: 3.11.2024) [Weather archive in Kizlyar for 2017–2025 [Electronic resource] / Pogoda1 (in Russian)]. URL: https://pogoda1.ru/kizlyar/arkhiv/ (reference date: 3.11.2024).
12. Faroque M. A. A., Paul A. K., Asaduzzaman et al. Effect of Next Generation Fertilizers on Yield Potential of Rice (Oryza sativa L.). *Int J Bus Soc Manag*. 2021;9(4):1–10.
13. Fageria N. K. Mineral Nutrition of Rice. Boca Raton: CRC Press; 2013. 558 p.
14. Hasil S. IRRI. Nutrient management for rice. Los Baños: International Rice Research Institute; 2025. 56 p.
15. Hossain M. A., Sarker U. K., Haque M. M. Productivity and yield stability of modern rice varieties as influenced by different levels of nitrogen fertilizer. *Am J Exp Agric.* 2014;4(8):945–956. doi: 10.9734/AJEA.2014.8045
16. Rafi S. M., Kumar A. et al. Impact of fertilizer doses on growth and grain yield under different rice cultivation methods. *Ann Agric Res.* 2024;45(4):336–343.

Джанбул Юсупович Сулейманов
Ведущий научный сотрудник
отдела агроландшафтного земледелия
E-mail: dsuleymanov@yandex.ru

Магомед-Баки Шахрамазанович Алиев
Младший научный сотрудник
отдела агроландшафтного земледелия
E-mail: alievmb@yandex.ru

Все: ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»
E-mail: niva1956@mail.ru
Республика Дагестан, г. Махачкала,
367014, мкр. Научный городок
ул. Абдуразака Шахбанова д. 30

Максим Александрович Ладатко
Ведущий научный сотрудник
лаборатории сортовой агротехники и
паспортизации сортов риса

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

Dzhanbul Yusupovich Suleymanov
Leading Researcher, Department of Agrolandscape Agriculture
E-mail: dsuleymanov@yandex.ru

Magomed-Baki Shakhramazanovich Aliyev
Junior Researcher, Department of Agrolandscape Agriculture
E-mail: alievmb@yandex.ru

All: FSBSI «Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan»
E-mail: niva1956@mail.ru
Republic of Dagestan, Makhachkala,
367014, md. Scientific town,
Abdurazak Shakhbanov str., 30

Maxim Alexandrovich Ladatko
Leading researcher,
Laboratory of Varietal Agricultural Technology and certification of rice varieties

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

DOI 10.33775/1684-2464-2026-72-3-50-56
УДК 631.8: 633.18

Белоусов И.Е., канд. с.-х. наук,
Чижиков В.Н., канд. с.-х. наук
г. Краснодар, Россия
Негуляева Н.Н., канд. с.-х. наук
г. Москва, Россия

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ НЕКОРНЕВОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ПРЕПАРАТАМИ НА ОСНОВЕ ГУМАТА КАЛИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ РИСА

Посевные площади под рисом в России расположены в самой северной зоне мирового возделывания этой культуры, что обуславливает наличие факторов, не имеющих существенного значения в регионах с более теплым климатом. Так, для реализации потенциала районированных сортов риса необходимо не только обеспечить оптимальный уровень минерального питания растений, но и получить равномерные всходы, учитывая, что прорастание семян чаще всего происходит в условиях пониженных температур в затопленной или полностью насыщенной водой почве при остром недостатке кислорода. Для решения данной задачи необходимо не только научно обоснованное внесение удобрений – как в основной прием, так и в подкормки, – но и использование дополнительных технологических приемов, позволяющих сбалансировать и оптимизировать минеральное питание растений. Проведенными ранее исследованиями установлено положительное влияние некорневых подкормок удобрениями на основе гумата калия на урожайность районированных сортов риса, различающихся по продолжительности вегетационного периода. В полевом опыте изучено влияние различных сочетаний удобрений на основе гумата калия, вносимых в некорневые подкормки, на рост и развитие растений риса, урожайность и ее структуру, а также на вынос растениями риса элементов минерального питания. Показано положительное влияние изучаемых схем внесения удобрений на перечисленные параметры. На основании полученных результатов сделано заключение об эффективности данного агроприема, что позволяет совершенствовать систему применения удобрений, а также рекомендовать его для использования в производстве.

Ключевые слова: *рис, удобрения, некорневые подкормки, гумат калия, химический состав растений, урожайность, вынос элементов минерального питания.*

EFFECT OF VARIOUS SCHEMES OF FOLIAR PLANT NUTRITION WITH POTASSIUM HUMATE-BASED PREPARATIONS ON RICE YIELD

Rice cultivation in Russia is located in the northernmost zone of global rice cultivation, which necessitates factors that are less significant in warmer climates. To realize the potential of released rice varieties, it is necessary not only to ensure optimal mineral nutrition for plants but also to achieve uniform germination, given that seed germination most often occurs at low temperatures in flooded or completely saturated soils with severe oxygen deficiency. To address this challenge, it is necessary not only to scientifically apply fertilizers, both as a base application and as a top dressing, but also to employ additional technological techniques to balance and optimize mineral nutrition for plants.

Previous studies have demonstrated the positive impact of foliar application of potassium humate-based fertilizers on the yield of released rice varieties with different duration of growing season. A field experiment examined the effects of various combinations of potassium humate-based fertilizers applied as foliar applications on rice plant growth and development, yield and yield structure, and the removal of mineral nutrients by rice plants. A positive effect of the studied fertilizer application schemes on these parameters was demonstrated. Based on the obtained results, a conclusion was drawn regarding the effectiveness of this agricultural practice, which allows for the improvement of fertilizer application systems and its recommendation for production.

Key words: *rice, fertilizers, foliar application, potassium humate, plant chemical composition, yield, mineral nutrient removal.*

Введение

Внедрение в производство сортов риса с высокой потенциальной продуктивностью позволило значительно повысить урожайность и валовые сборы этой культуры. Реализация их потенциала невозможна без обеспечения полного и сбалансированного минерального питания растений. При этом конечный результат роста и развития растений, т.е. их урожай, обусловливается последовательным взаимодействием влияния целого ряда факторов, часть которых является нерегулируемыми (погодные условия, сумма эффективных температур за период вегетации), а часть – регулируемыми, на которые можно оказать воздействие за счет тех или иных технологических приемов [6, 7].

Одним из ключевых условий достижения высокой урожайности риса является получение равномерных всходов. Применяемый в настоящее время в большинстве рисосеющих хозяйств Краснодарского края разбросной способ сева с минимальной

заделкой семян и укороченный режим затопления создают необходимые предпосылки для повышения полевой всхожести семян, что, как правило, приводит к получению загущенных посевов. Одновременно темпы прорастания семян во многом определяются погодными условиями текущего года, которые могут достаточно сильно варьировать по сравнению со средними многолетними показателями. При невысоких температурах воздуха и, соответственно, оросительной воды прорастание высеянных семян может идти медленно, что приводит в итоге к их низкой полевой всхожести и изреженным посевам, а это влечет за собой существенный недобор урожайности, который не может быть компенсирован в дальнейшем другими технологическими приемами.

Эффективным приемом, позволяющим нивелировать неблагоприятные условия прорастания семян, является их обработка препаратами, содержащими биологически активные вещества в различном сочетании. Они предназначены для активизации наиболее важных метаболических реакций, повышающих энергию прорастания и полевую всхожесть семян, устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды, рост корневой системы [1, 2].

Получение равномерных всходов является первым из ключевых условий достижения планируемой урожайности риса. После этого необходимо обеспечить полное и сбалансированное минеральное питание растений. Районированные интенсивные сорта риса характеризуются высокой отзывчивостью на уровень минерального питания и чувствительностью к дефициту отдельных элементов. Сочетание внесения удобрений в основной прием с корневыми и некорневыми подкормками позволяет оптимизировать затраты, повысить эффективность вносимых удобрений, в первую очередь азотных, за счет обеспечения сбалансированности минерального питания растений.

Некорневые подкормки являются эффективным дополнением к корневому питанию растений, особенно в условиях, когда в основной прием отдельные виды удобрений не вносятся или применяются в неоптимальных дозах. Питательные элементы наносятся непосредственно на вегетирующие растения, прочно удерживаются на них и быстро поглощаются, сразу включаясь в процессы метаболизма. Это позволяет обеспечить сбалансированность минерального питания растений и своевременно устранить дефицит того или иного элемента питания, избегая в то же время избыточного применения удобрений. Главное преимущество некорневого питания заключается в его экономичности. При опрыскивании растений растворами питательных веществ потери практически исключены, и расходуется гораздо меньше удобрений, чем при внесении их в почву. Сочетание в одном растворе удобрений, инсектицидов или гербицидов позволяет экономить время и материальные ресурсы.

В рисоводстве для некорневых подкормок используются удобрения, которые имеют в своем составе легкодоступные растениям макро- и микроэлементы в хелатной форме. Они обладают тремя основными функциями: удобрительной, регуляторной и защитной. Выбор вида удобрения, а также оптимального срока его применения зависит от преследуемой цели [4, 5].

Для повышения коэффициента использования элементов питания из внесенных в почву удобрений, сбалансированности питания растений по макро- и микроэлементам, ослабления стресса от проведения химической прополки и регулирования азотного статуса растений применяются удобрения, содержащие азот, фосфор и калий с различными сочетаниями микроэлементов. Их рекомендуется вносить в возрасте 4-5 листьев.

Для устранения дефицита фосфора и калия рекомендуется применение фосфорно-калийных удобрений. Проведение подкормки такими удобрениями целесообразно в первую очередь на посевах, достаточно обеспеченных азотом; при поздних сроках сева, на семенных участках, а также при возделывании сортов риса с вегетационным периодом более 120 дней. Оптимальные сроки проведения подкормки – в возрасте 6-8 листьев или после цветения.

Удобрения, содержащие в своем составе микроэлементы, применяют в период кущения – начиная с 3-4 до 7-9 листьев. Некоторые виды удобрений возможно применять в фазу трубкования и даже до молочно-восковой спелости. Оптимальный срок применения зависит от состава удобрения и периода наибольшей потребности растений риса в том или ином микроэлементе или их сочетании.

Регуляторы роста предназначены для активизации наиболее важных метаболических реакций, повышающих энергию прорастания и полевую всхожесть семян, устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды, рост корневой системы и листовой поверхности. Они содержат биологически активные вещества в различном сочетании, возможно добавление в состав микроэлементов. Применяются для обработки семян и (или) некорневых подкормок вегетирующих растений [6].

В последние годы в ассортименте предлагаемых сельхозпроизводителям удобрений для некорневых подкормок появилась целая группа препаратов на органоминеральной основе. В их состав обычно входят различные гуматы в сочетании с биологически активными веществами и микроэлементами. Данные удобрения широко применяются на различных сельскохозяйственных культурах как для обработки семян, так и для некорневых

подкормок [8-16]. В рисоводстве эффективность таких соединений, как правило, сильно варьирует в зависимости от их состава, дозы внесения и срока применения, что требует определения их места в технологии применения удобрений под рис.

Проведенными ранее исследованиями установлено, что обработка семян районированных сортов риса такими удобрениями существенно улучшала их посевные качества. Отмечено статистически значимое увеличение энергии прорастания и лабораторной всхожести семян [1]. Некорневые подкормки растений риса препаратами на основе гумата калия также показали высокую эффективность. При оптимальных сроках посева прибавка урожайности обусловлена, главным образом, снижением числа стерильных колосков. При поздних сроках посева рост урожая получен не только за счет данного признака, но и увеличения массы зерна с растения [2, 3]. Вместе с тем представляет интерес изучение эффективности схем некорневого питания растений риса сочетанием препаратов различного состава на основе гумата калия, их влияние на урожайность риса и показатели ее структуры. Данная задача решалась в условиях полевого опыта.

Цель исследований

Определить эффективность схем некорневого питания риса с препаратами на органоминеральной основе, изучить их влияние на урожайность и элементы ее структуры.

Материалы и методы

Опыт проводился на РОС ФГБНУ «ФНЦ риса», карта-чек 5, в четырехкратной повторности. Площадь делянки: общая – 22,5 м^2 (3,0 х 7,5 м), учетная – 15 м^2. Норма высева – 7 млн всхожих зерен/га. Объект исследования - сорт Регул 2.

Подкормки проводили по схемам, представленным в таблице 1. (табл. 1).

Таблица 1. Схема внесения удобрений в опыте, фазы и нормы внесения

Вариант	Срок обработки (фаза вегетирующего растения)	Доза вещества, л/га
$N_{115}P_{50}$ – фон	без обработки	
Фон + схема 1	фаза кущения (5-6 листьев)	ПрофиФлекс-РГК - Гумат Плюс, 1 л/га
	фаза кущения (7-8 листьев)	ПрофиФлекс-РГК - Гумат Плюс, 1 л/га
	фаза выхода в трубку	ПрофиФлекс-РГК - Гумат Плюс, 1 л/га
Фон + схема 2	фаза кущения (5-6 листьев)	ПрофиФлекс-РГК – Калий, 1 л/га + ПрофиФлекс-РГК - Супер Азот, 1 л/га
	фаза кущения (7-8 листьев)	ПрофиФлекс-РГК - Супер Азот, 1 л/га + ПрофиФлекс-РГК - АМК Макс, 1 л/га
	фаза выхода в трубку	ПрофиФлекс-РГК - Супер Азот, 1 л/га

В опыте проводили следующие наблюдения и учеты:

- отбор растительных образцов;
- определение химического состава растений и количества накопленного сухого вещества;
- отбор модельных снопов и биометрический анализ растений;
- учет урожайности зерна риса.

Характеристика используемых в опыте удобрений для некорневой подкормки:

ПрофиФлекс-РГК – Гумат-Плюс – повышает полевую всхожесть семян, усиливает начальный рост и развитие растений. Усиливает процесс фотосинтеза, создает благоприятные условия для формирования большей листовой поверхности. Обладает антистрессовым эффектом, совместим со многими пестицидами и агрохимикатами в одной баковой смеси. Содержание действующих веществ: азот (общий) - 2,66 г/л; фосфор общий (в пересчете на P_2O_5) - 0,28 г/л; калий общий (в пересчете на K_2O) - 11,18 г/л; общий углерод - 27,23 г/л; углерод гуминовых кислот - 25,50 г/л; гуминовые кислоты - 36-45 г/л; углерод фульвокислот - 1,73 г/л; фульвокислоты - 3,99 г/л; Zn - 0,61 мг/л; Co - 0,04 мг/л; Mn - 2,80 мг/л; Mo - 0,023 мг/л; MgO - 93,35 мг/л; Fe - 189,4 мг/л; B - 0,225 мг/л; органические вещества - 52 г/л.

ПрофиФлекс-РГК – Супер Азот - высококонцентрированная суспензия, которая содержит 300 г/л азота, что сопоставимо с сухими удобрениями. Удобная в применении жидкая форма не требует растворения, обеспечивая экономию времени. Содержание действующих веществ: азот (общий) - 300 г/л, азот амидный - 138 г/л; азот (аммонийный) - 81 г/л; азот (нитратный) - 81 г/л; органические вещества - 12 г/л; гуминовые кислоты - 9 г/л; Cu - 1 мг/л; MgO - 1 мг/л; Mo - 0,09 мг/л.

ПрофиФлекс-РГК – АМК Макс – сбалансированное жидкое удобрение с высокой концентрацией аминокислот и цинком, обеспечивающее интенсивное накопление биомассы растений в первой трети вегетационного периода. Содержание действующих веществ: свободные аминокислоты - 640 г/л, калий - 206 г/л; цинк - 130 г/л; азот общий - 119 г/л; органические вещества - 5 г/л.

Растительные образцы отбирали по 10 растений из каждой повторности опыта через 10 дней после проведения 1-й и 2-й некорневых подкормок. Определяли высоту растений и накопление сухого вещества.

Для биометрического анализа отбирали по 15 растений из каждого варианта и в каждой повторности опыта. Определялись признаки: высота растений, длина метелки, продуктивная кустистость, масса зерна с главной и боковых метелок, масса 1000 зерен, количество зерен с главной и боковой метелок, рассчитывалась пустозерность.

Уборку урожая проводили прямым комбайнированием. Урожайность риса учитывали с каждой делянки и приводили к стандартным показателям по чистоте (100 %) и влажности зерна (14 %) с последующей математической обработкой методом дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение

Одним из ключевых условий достижения планируемой урожайности риса является получение равномерных всходов. При этом посев с минимальной заделкой семян и укороченный режим затопления создают необходимые предпосылки для повышения полевой всхожести семян, что, как правило, приводит к получению загущенных посевов. Одновременно темпы прорастания семян во многом определяются погодными условиями текущего года, которые могут достаточно сильно варьировать по сравнению со средними многолетними показателями.

Посев опытных делянок выполнен 13 мая. Через день чек начал затапливаться оросительной водой. Полное затопление чека отмечено 16 мая. Через неделю (23 мая) был выполнен сброс воды для получения всходов. 5 июня отмечена фаза полных всходов (2-3 листа) и проведен учет густоты стояния растений на опытных делянках, которая в среднем составила 380-390 раст/м^2, что близко к оптимальным показателям. Отмечена равномерность густоты стояния по вариантам и повторностям опыта, что дает возможность достоверно оценивать полученные результаты.

10 июня проведена химическая прополка посевов препаратом Оризан, после чего чек был затоплен. В этот же день выполнена 1$^{-я}$ корневая подкормка посевов (карбамид, 1,5 ц/га). В возрасте 4-5 листьев проведена 2$^{-я}$ корневая подкормка (карбамид, 1 ц/га). Обе корневые подкормки выполнялись путем применения БПЛА.

Согласно методике проведения эксперимента, некорневые подкормки выполнялись в 3 срока: в фазу кущения (5-6 и 7-8 листьев) и трубкования. К этому времени на опытных делянках в полном объеме были внесены минеральные удобрения. Дозы минеральных удобрений были выбраны с учетом сорта и предшественника риса. Таким образом был создан фон для проведения некорневых подкормок.

Первая некорневая подкормка выполнена 1 июля при достижении растениями возраста 5-6 листьев. Вторая – 15 июля в возрасте 7-8 листьев у риса. Через 10 дней после проведения этих подкормок (10 и 24 июля соответственно) были отобраны растительные образцы для определения влияния проведенных подкормок на рост растений. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние некорневых подкормок на рост растений и накопление ими сухого вещества

Вариант	Высота растений, см.		Сухое вещество, г/раст	
	6-7 листьев	8-9 листьев	6-7 листьев	8-9 листьев
$N_{115}P_{50}$ – фон (без обработок)	34,33	58,5	0,560	1,362
Фон + схема 1	37,28	61,5	0,579	1,589
Фон + схема 2	37,56	62,1	0,680	1,531
$НСР_{05}$	1,39	2,75	-	-

Полученные результаты показывают, что некорневые подкормки оказывали положительное влияние на происходящие в растениях биохимические процессы, что нашло отражение в ростовых процессах и накоплении ими сухого вещества. Так, после первой некорневой подкормки растения на опытных делянках были на 2,95–3,23 см (8,59–9,41 %) выше, чем на контрольном варианте, а сухого вещества ими было накоплено на 0,019–0,12 г больше (3,39–21,43 %). Аналогичные результаты получены и после второй некорневой подкормки: высота растений на обработанных делянках была на 3,0-3,6 см (5,13–6,15 %) больше, а сухого вещества было накоплено на 0,169-0,227 г/растение (12,4-16,7 %), что указывает на положительное влияние проведенных обработок.

Активизация ростовых процессов проявилась и в потреблении растениями элементов минерального питания [5]. Так, после первой некорневой подкормки содержание азота, фосфора и калия в растениях на обработанных вариантах увеличилось в среднем на 2,94, 0,61 и 2,10, а после второй – на 1,12, 1,60 и 4,01 мг/растение соответственно. Таким образом, установлено увеличение потребления растениями риса элементов минерального питания. Совокупный эффект от изучаемых схем питания можно оценить по урожайности риса и элементам ее структуры (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность риса и элементы ее структуры при проведении некорневых подкормок по различным схемам

Вариант	Урожайность, т/га	Высота растений, см	Длина метелки, см	$K_{куш.}$	Пустозерность, %	Масса зерна, г	
						с растения	1000 шт.
$N_{115}P_{50}$ – фон (без обработок)	8,71	85,8	17,6	1,1	20,01	3,04	29,66
Фон + схема 1	9,04	86,8	17.6	1,1	19,83	3,19	30,41
Фон + схема 2	9,03	86,3	17,3	1,2	18,35	3,18	30,48
$НСР_{05}$	0,28	2,89	0,61	-	-	0,13	0,71

Полученные результаты показывают, что обе изучаемые схемы проведения некорневых подкормок обеспечили повышение урожайности риса. Величина полученных прибавок урожайности была практически одинаковой – 0,32–0,33 т/га (3,67 %). Это говорит о равнозначной эффективности этих схем, что подтверждается данными о росте растений.

Анализ элементов структуры урожайности позволяет выявить, за счет каких показателей произошло ее изменение в ту или иную сторону. Как следует из данных таблицы 3, не выявлено достоверных различий по высоте растений и длине главной метелки. На высоту растений главным образом влияет доза азотного удобрения, которая в наших исследованиях одинакова. Длина главной метелки – это генетически обусловленный признак, как правило, по этому параметру различия между вариантами опыта минимальны. Более информативными являются показатели величины кустистости растений, а также массы зерна с растения и 1000 зерен.

Показатель интенсивности кущения растений риса является одним из ключевых, т.к. он показывает, какое количество продуктивных побегов на единицу площади было сформировано, а это важно для анализа вклада элементов структуры в формирование урожайности. Вследствие высокой густоты стояния полученных всходов кущение растений в целом было невысоким:- коэффициент кущения составил всего 1,1-1,2 побега на растение, что говорит о незначительном кущении. Существенных различий по этому показателю выявлено не было.

Анализ массы зерна с растения показал, что на вариантах с применением некорневых подкормок она была выше на 0,14-0,15 г (4,93 %), что говорит об улучшении условий налива зерна. Свидетельством этого также является увеличение массы 1000 зерен на 2,53–2,76 %. При этом различий между изучаемыми схемами выявлено не было, что говорит о равной их эффективности.

В опытах с удобрениями прирост урожая обусловливается, как правило, действием нескольких факторов, причем вклад одного или нескольких из них может быть математически недостоверен при достоверности суммарного влияния. При наличии в составе применяемых удобрений бора и биологически активных веществ прибавка урожая может быть сформирована за счет таких признаков, как озерненность главной и боковых метелок, а также их пустозерность.

Расчет величины пустозерности показал, что на вариантах опыта с некорневым внесением удобрений отмечено снижение количества стерильных колосков на главной метелке. Из-за крайне низкого кущения не удалось выявить влияние изучаемых схем на данный показатель на боковых метелках. При этом следует учитывать, что у главного побега условия налива и созревания зерна всегда лучше. Поэтому пустозерность таких побегов всегда ниже, что затрудняет объективную оценку влияния изучаемых комплексных удобрений на этот признак. Величина пустозерности более актуальна при оценке продуктивности боковых побегов, условия созревания которых зачастую менее благоприятны. Вместе с тем следует отметить, что при примерно равном числе колосков на главной и боковых метелках, гораздо больше выполненных колосков отмечалось на боковых побегах. При этом четко проявляется снижение величины пустозерности главной метелки. В целом, за счет совокупного влияния этих факторов и получена прибавка урожайности.

Таким образом, при обработке растений риса по изучаемым схемам была получена прибавка урожайности. Она обусловлена, главным образом, увеличением массы зерна с растения и 1000 зерен, а также снижением числа стерильных колосков. Обе изучаемые схемы показали равную эффективность.

Выводы

1. Некорневые подкормки растений риса оказали влияние на рост и развитие растений. Это выразилось в увеличении линейных размеров растений и накоплении ими сухого вещества. После первой некорневой подкормки растения на опытных делянках были на 2,95–3,23 см (8,59–9,41 %) выше, чем на контрольном варианте, а сухого вещества ими было накоплено больше на 0,019–0,12 г (3,39 – 21,43 %). После второй некорневой подкормки

высота растений была на 3,0-3,6 см (5,13–6,15 %) больше, а содержание сухого вещества возросло на 0,169-0,227 г/растение (12,4–16,7 %).

2. Отмечено усиление потребления элементов минерального питания, что отразилось в выносе их с основной и побочной продукцией. Азота и фосфора больше выносилось с зерном, а калия – с соломой.

3. Некорневые подкормки обеспечили повышение урожайности риса на 0,32–0,33 т/га (3,67 %). Это говорит о равнозначной эффективности предложенных схем.

4. Прибавка урожая обусловлена главным образом увеличением массы зерна с растения и массы 1000 зерен, а также снижением числа стерильных колосков.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, грант № 075-15-2025-574.

Литература / References

1. Белоусов И.Е., Чижиков В.Н., Слепцова О.И. Влияние обработки семян сортов риса биопрепаратами для органического земледелия на их посевные качества // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях меняющегося климата: материалы международной научно-практической конференции. 2023. С. 13-16. [Belousov I.E., Chizhikov V.N., Sleptsova O.I. The influence of seed treatment of rice varieties with biopreparations for organic farming on their sowing qualities. In: Sustainable agricultural development in a changing climate: proceedings of the international scientific and practical conference, 2023;13-16 (in Russian)]. doi: 10.33775/conf-2023-13-16
2. Белоусов И.Е., Чижиков В.Н., Воронин Ю.А. Эффективность биопрепаратов для органического земледелия при некорневой подкормке сортов риса // *Рисоводство*. 2024. Т. 23, № 1(62). С. 36-41. [Belousov I.E., Chizhikov V.N., Voronin Yu.A. Efficiency of biopreparations for organic farming in foliar feeding of rice varieties. *Rice growing*. 2024;23:1 (62):36-41 (in Russian)]. doi: 10.33775/1684-2464-2024-62-1-36-41
3. Белоусов И.Е. Эффективность применения гумата калия при поздних сроках посева риса // *Рисоводство*. 2024. Т. 23, № 3(64). С. 12-17. [Belousov I.E. Efficiency of using potassium humate during late rice sowing. *Rice growing*. 2024;23.3(64):12-17 (in Russian)]. doi: 10.33775/1684-2464-2024-64-3-12-17
4. Белоусов И.Е. Стратегия применения удобрений для некорневой подкормки в рисоводстве // Агроинновации: интеграция науки и бизнеса: материалы школы-конференции для молодых ученых с международным участием. 2025. С. 37-41. [Belousov I.E. Strategy for the use of fertilizers for foliar feeding in rice cultivation. In: Agroinnovations: integration of science and business: Proceedings of the School-conference for Young Scientists with international participation (June 25-27, 2025, Krasnodar, Russia). Krasnodar: Federal Scientific Rice Centre, 2025;37-41 (in Russian)]. doi: 10.33775/conf-2025-37-41
5. Белоусов И.Е., Борулько Ю.Д. Влияние схем некорневого питания растений препаратами на основе гумата калия на рост растений риса и вынос ими элементов минерального питания // Устойчивое сельское хозяйство: технологии будущего: материалы Всероссийской школы молодых ученых. 2026. С. 21-26. [Belousov I.E., Borulko Yu.D. The influence of foliar plant nutrition schemes with preparations based on potassium humate on the growth of rice plants and the removal of mineral nutrition elements by them. In: Sustainable Agriculture Technologies of the Future: 2026;21-26 (in Russian)]. doi: 10.33775/conf-2026-21-26
6. Гаркуша С.В, Белоусов И.Е., Кремзин Н.М. Удобрения для некорневых подкормок и их применение в рисоводстве. Краснодар: ЭДВИ, 2021. 134 с. [Garkusha S.V., Belousov I.E., Kremzin N.M. Fertilizers for foliar feeding and their use in rice growing Krasnodar: EDVI, 2021;134 p. (in Russian)].
7. Система рисоводства Российской Федерации. под. ред. С.В. Гаркуши. Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. 368 с. [Rice growing system of the Russian Federation. edited by S.V. Garkusha. Krasnodar: Education-Yug, 2022;368 p. (in Russian)].
8. Каренгина Л.Б., Байкин Ю.Л., Кандаков Н.В. Влияние гумата калия различной концентрации на эффективность минеральных удобрений при выращивании овса // *Аграрный вестник Урала*. 2019. № 3(182). С. 12-16. [Karengina L.B., Baikin Yu.L., Kandakov N.V. The influence of potassium humate of different concentrations on the efficiency of mineral fertilizers in oat cultivation. *Agrarian Bulletin of the Urals.* 2019;3(182):12-16 (in Russian)].
9. Пашкова Г.И., Кузьминых А.Н. Роль гуматов в повышении урожайности зерна яровой пшеницы // *Вестник Марийского государственного университета*. 2016. Т. 2, № 1(5). С. 48–50. [Pashkova G.I., Kuzminykh A.N. The role of humates in increasing the yield of spring wheat grain. *Bulletin of the Mari State University.* 2016;1(5):48–50 (in Russian)].
10. Борисенко В.В., Хусид С.Б. Изучение влияния обогащенного биогумата «ЭКОСС» на продуктивность овощных культур // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.* 2015. № 107(03). [Borisenko V.V., Khusid S.B. Study of the influence of enriched biohumate “ECOSS” on the productivity of vegetable crops. *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*. 2015;107(03) (in Russian). URL: http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/04.pdf (reference date: 03.02.2025)].
11. Кузин А.А. Влияние гумата калия на урожайность и содержание N, P, K в почве и листьях яблони сорта Лигол в Центральном Черноземье // *Садоводство и виноградарство.* 2023. № 1. С. 35-42. [Kuzin A.A. The influence of potassium humate on the yield and content of N, P, K in the soil and leaves of the Ligol apple tree variety in the Central Black Earth Region. *Horticulture and Viticulture*. 2023;1:35-42 (in Russian)]. doi: 10.31676/0235-2591-2023-1-35-42

12. Canellas L.P., Olivares F.L., Aguiar N.O., Jones D.L., Nebbioso A., Mazzei P. Piccolo A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 2015;196:15–27.
13. Chen X., Kou M., Tang Z. The Use of Humic Acid Urea Fertilizer for Increasing Yield and Utilization of Nitrogen in Sweet Potato. *Plant, Soil and Environment*. 2017;63,5:201-206. doi: 10.17221/24/2017-PSE
14. Govindasamy R. Chondra-sekaron S. Effect of humic acids of the growth yields and nutrients content of rice udder sabine waters irrigation. Trans 14-th Congr & Soil Sci., Kyoto, Aug 1990. v. 4 Comins. 4. Kyoto. 1990.
15. Grekhova I.V., Gilmanova M.V., Bazhutina L.A. Testing of drugs used for pre-sowing seed treatment. Book of Abstracts Fifth International Conference of CIS IHSS on Humic Innovative Technologies «Humic substances and living systems» (HIT-2019) October 19-23, 2019, Moscow.
16. Pei R., Wang J., Yuan T. Effects of application of humic acid on yield, nitrogen use efficiency of summer maize. *Scientia Agricultura Sinica*. 2017;50,11:2189-2198. doi: 10.3864/j.issn.0578-1752.2017.11.023

Игорь Евгеньевич Белоусов
Старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения
E-mail: igor_bel06@mail.ru

Виталий Николаевич Чижиков
Ведущий научный. сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения
E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

Все: ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

Наталья Николаевна Негуляева
Старший научный сотрудник
E-mail: agronom2@fleksom.com

ГК «Флексом»
Москва, п Михайлово-Ярцевское, кв-л 126, д. 16, стр. 1

Igor Evgenievich Belousov
Senior Researcher of Laboratory of Agrochemistry - and Soil Science
E-mail: igor_bel06@mail.ru

Chizhikov Vitaly Nikolaevich
Leading Researcher of Laboratory of Agrochemistry and Soil Science
E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

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

Natalya Nikolaevna Negulyaeva
Senior Researcher employee
E-mail: agronom2@fleksom.com

GC «Flexom»
building 16-1, block 126, Mikhailovo-Yartsevskoye, Moscow, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2026-72-3-57-63
УДК: 621.386.8: 631.53.011:633.1

Архипов М.В., д-р биол. наук, профессор,
Прияткин Н.С., д-р биол. наук,
Гусакова Л.П., канд. биол. наук,
Кончук А.П.
г. Санкт-Петербург, Россия

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СКРЫТОЙ ЦЕЛОСТНОСТИ СТРУКТУРЫ ЗЕРНОВКИ РАЗЛИЧНЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Вопрос о неоднородности семян и зерна различных сельскохозяйственных культур и причинах ее вызывающих остается актуальным в селекции, семенном и зерновом контроле. Целью исследований являлось проведение сравнительного анализа скрытой целостности структуры зерновки для различных зерновых культур с помощью метода цифровой мягколучевой рентгенографии и оценка возможности применения его в семенном и зерновом контроле. Объектом исследования служили образцы семян и зерна ячменя, пшеницы и риса. Образцы семян различных сортов получены в условиях мелкоделяночного эксперимента и производственных посевов. Проведенные исследования с использованием метода рентгенографии семян и зерна позволили оценить скрытую целостность структуры зерновки, выявить наличие в ней внутренних повреждений и аномалий, влияющих как на посевные, так и на технологические характеристики. Установлено, что в производственных посевах выявляется 3 типа скрытых дефектов: повреждение зародыша, трещиноватость и ЭМИС; показатель трещиноватости в мелкоделяночных экспериментах отсутствует. Рентгеновский метод позволяет также выявлять поврежденность зерновки различными насекомыми: клопом вредной черепашкой, долгоносиками и другими. В работе выявлен новый признак, предположительно отражающий повреждения насекомыми трипсами, в виде потемнения и уширения бороздки зерновки. Таким образом, как показали исследования, метод мягколучевой цифровой рентгенографии позволяет осуществлять на практике ранний оперативный контроль качества семян различных зерновых культур, и его применение целесообразно в службах семенного и зернового контроля.

Ключевые слова: *цифровая рентгенография, семена/зерно пшеницы, ячменя и риса, скрытая поврежденность зерновки.*

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE HIDDEN INTEGRITY OF THE CARYOPSIS STRUCTURE OF VARIOUS GRAIN CROPS

The issue of heterogeneity of seeds and grain of various agricultural crops and the reasons causing it remains relevant in breeding, seed and grain control. The aim of the research was to conduct a comparative analysis of the hidden integrity of the caryopsis structure for various grain crops using digital soft-beam radiography and to evaluate the potential of its implementation in seed and grain control. The object of the study was seed/grain samples of barley, wheat, and rice. Seed samples of various varieties were obtained in small-plot experiments and production crops. The conducted studies using seed/grain radiography made it possible to evaluate the hidden integrity of the caryopsis structure, identify the presence of internal damage and anomalies affecting both sowing and technological characteristics. It was established that three types of hidden defects are detected in production crops: embryo damage, cracking, and EMIS; cracking is absent in small-plot experiments. The X-ray method also allows for the detection of damage to caryopsis by various insects, such as the common tortoiseshell bug, weevils, and others. The study also identified a new symptom, presumably reflecting damage by thrips, characterized by darkening and widening of the caryopsis groove. Thus, as our research has demonstrated, soft-beam digital radiography enables early, rapid quality control of seeds of various grain crops, and its use is practical in seed and grain control services.

Key words: *digital radiography, wheat, barley and rice seeds/grains, hidden damage of the caryopsis.*

Введение

Вопрос о неоднородности семян и зерна различных сельскохозяйственных культур, а также причинах, ее вызывающих, остается актуальным для селекции, семенного и зернового контроля. Особый интерес представляют работы, позволяющие оценить состояние внутренней структуры зерновки, выявить наличие в ней внутренних повреждений и аномалий, имеющих как биологическое, так и технологическое значение. Такой подход достаточно давно используется в медицинских исследованиях при оценке функционального состояния различных органов человеческого организма. Однако, в отличие от медицинских объектов, биологические образцы растительного происхождения, такие как зерно разного целевого назначения, характеризуются существенно меньшими размерами. Поэтому исследования зерна и семян учеными Агрофизического института (Санкт-Петербург, Россия) совместно с инженерно-техническими

специалистами ЛОЭП «Светлана» и ЛЭТИ разработана рентгенографическая технология, которая включает в себя создание специализированной аппаратуры (РЕИС–И и ПРДУ-2), методики мягколучевой микрофокусной рентгенографии и ГОСТа Р 59603-2021 («Семена сельскохозяйственных культур. Методы цифровой рентгенографии») [3].

Широкий цикл работ с использованием рентгенографической аппаратуры проводился исследователями Агрофизического института, начиная с 1980-х годов прошлого столетия [1]. Развитие работ в этом направлении позволило расширить спектр исследуемых сельскохозяйственных культур, усовершенствовать рентгеновскую аппаратуру, перейти от пленочной технологии получения рентгеновских снимков к цифровой и разработать государственный стандарт по анализу качества семян - ГОСТ Р 59603-2021 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы цифровой рентгенографии».

Одним из преимуществ такого подхода по сравнению с традиционными методами длительного проращивания семян и технологической оценки качества зерна является возможность раннего и оперативного контроля качества семенного и зернового материала, учитывающего различные типы скрытых повреждений. Это позволяет проводить неинвазивный анализ качества зерна непосредственно после уборки, когда визуальные методы анализа не могут быть применены. Следует отметить, что в настоящее время метод рентгенографии для исследования качества семян остается единственным, за исключением ГОСТ 10250-80 «Семена риса. Сортовые и посевные качества. Технические условия» в практике семенного и зернового контроля, включенным в отечественные и международные стандарты.

Известно, что в мелкоделяночном эксперименте возможные причины качества образцов семян обусловлены влиянием экогенных факторов (почвенно-климатических и фитосанитарных) при выращивании растений на протяжении всех этапов от посева до уборки. В производственных посевах вариабельность оказывается более значительной и обусловлена, наряду с экогенными факторами, влиянием антропогенных – механических и термических воздействий при уборке, сушке и промышленной подработке. Эти исследования показывают влияние внешних повреждений зерновки на качество зерна [4].

Следует отметить, что некондиционные семена (невсхожие или низковсхожие) нередко по внешним признакам — размеру и массе — практически не отличаются от кондиционных. В таких случаях применение рентгенографии становится абсолютно необходимым, поскольку только этот метод позволяет выявить скрытые дефекты.

Для практического применения в хозяйствах важным является быстрое получение информации о целостности, сформированности внутренней структуры зерновки, отсутствии или наличии внутренних аномалий, механических повреждений и повреждений патогенной микрофлорой и насекомыми. В связи с этим рентгеновская проекционная визуализация образцов семян/зерна является в данном случае более подходящей.

Цель исследований

Провести сравнительный анализ скрытой целостности структуры зерновки для различных зерновых культур с помощью метода цифровой мягколучевой рентгенографии и оценить возможности его реализации в семенном и зерновом контроле.

Материалы и методы

Объектом исследования служили следующие образцы семян и зерна:

– сорта ячменя Белогорский, сформированный в мелкоделяночном эксперименте 2018 года, четырех сроков уборки (вариант 1-4);

– различных сортообразцов пшеницы (Фаина, Невская, Злата, Агрос, Марфа, Фалькона и Радмира), полученных в мелкоделяночном эксперименте 2024 года;

– сорт ячменя Белогорский, полученный в производственных посевах 2018 года;

– пшеницы разных партий зерна из производственных посевов республики Татарстан, Курганской и Омской областей, поступивших на хлебокомбинат им. С.М. Кирова (Санкт-Петербург) в 2024 году;

- сорта ячменя Белогорский из производственных партий разных репродукций Гатчинского (вариант 1), Кингисеппского (вариант 2) и Лужского с четырех полей варианты 3-6) районов 2018 года;

– различных сортов пивоваренного ячменя: сорта Гонар (Московская обл.) и Скарлетт (Ленинградская, Московская, Саратовская, Ростовская обл., Краснодарский край) 2017 года;

– образцов пшеницы из партий, заложенных на хранение (хлебокомбинаты: СПб, Шексна Вологодская обл., Мурманск, Архангельск);

– производственных образцов зерна риса разного происхождения 2015 года для технологических целей.

Рентгеносъемку исследуемых образцов семян/зерна ячменя, пшеницы и риса проводили на рентгеновской установке ПРДУ-2 с дальнейшей визуальной расшифровкой рентгенограмм в соответствии с ГОСТ РФ 59603-2021. После рентгенографического анализа семена проращивали в лабораторных условиях, определяли показатели энергии прорастания, всхожесть (ГОСТ 12038-84) и проводили дополнительную морфометрию проростков. Технологические показатели зерна производственных партий пшеницы (натура и число падения) предоставлены лабораторией контроля качества зерна хлебокомбината им. С.М. Кирова

(Санкт-Петербург). Статистическую обработку результатов проводили в соответствии с базовыми методами математической статистики. Различия между вариантами считали достоверными при уровне доверительной вероятности P=0,95 [4].

Результаты и обсуждение

Представленные в отечественной и международной литературе исследования в области семеноводства и зернопроизводства, относятся в основном к внешней поврежденности семенного материала в результате промышленной уборки, сушки и сортировки на зерноперерабатывающих комплексах [7, 11]. Для выявления скрытых повреждений зерновки, возникающих под влиянием экогенных и техногенных факторов при производстве семян/зерна, использование метода рентгенографии в настоящее время является наиболее перспективным и доступным [1].

Полученные в настоящей работе данные рентгенографических исследований можно условно разделить на две группы: результаты анализа семян, сформированных в мелкоделяночных экспериментах, и результаты анализа семян из производственных посевов различных зерносеющих регионов России. В таблицах 1, 2 представлены результаты анализа качества семян ячменя и пшеницы, сформированных в условиях мелкоделяночного опыта Ленинградской и Московской областях.

Таблица 1. Результаты рентгенографического анализа семян ячменя сорта Белогорский, сформированных в Ленинградской области в мелкоделяночных экспериментах 2018 года урожая (при принятой доверительной вероятности P=0,95)

Варианты	Скрытое прорастание, %	ЭМИС, %
1	0	27
2	31	17
3	43	8
4	66	3

Анализ результатов, представленных в таблице 1 для семян ячменя, показал, что в условиях мелкоделяночных опытов выявлено 2 типа внутренних дефектов зерновки: скрытое прорастание и энзимомикозное истощение семян (ЭМИС). При этом показатель скрытого прорастания варьирует от 0 до 66 %, а ЭМИС – от 3 до 27 %.

В таблице 2 представлены рентгенографические данные для нескольких сортообразцов семян пшеницы, а также результаты их проращивания в лабораторных условиях.

Таблица 2. Результаты рентгенографического и морфометрического анализов семян различных сортообразцов семян пшеницы, сформированных в Московской области в мелкоделяночном эксперименте 2024 года (при принятой доверительной вероятности P=0,95)

Варианты	Рентгенографические показатели, %		Морфометрические показатели					
	Потемнение и уширение бороздки	ЭМИС	Количество наклюнувшихся семян, %	Энергия прорастания, %	Длина корня на 3-и сутки, мм	Всхожесть, %	Длина на 7-е сутки, мм	
							корня	ростка
Фаина	28	8	89	89	18	90	45	70
Невская	34	7	85	86	19	87	44	68
Злата	35	8	86	87	17	87	43	67
Агрос	38	12	83	85	15	86	41	63
Марфа	45	13	78	78	13	81	38	52
Фалькона	47	11	77	78	12	78	39	53
Радмира	52	8	76	76	14	77	39	46

Как видно из таблицы 2, в условиях Московской области наряду с дефектом ЭМИС выявлен новый тип скрытого повреждения, который проявляется в виде потемнения и уширения бороздки зерновки. В данном случае границы вариации содержания ЭМИС уже, чем в условиях Ленинградской области (от 8 до 13 %). Вновь выявленный тип варьирует примерно в диапазоне от 30 до 50 %. Согласно литературным данным, этот дефект может быть обусловлен повреждениями бороздки насекомыми, а именно пшеничным трипсом [10]. Увеличение суммарного содержания выявленных дефектов зерновки приводит к снижению показателей прорастания. Согласно литературным данным, темпы роста проростков на начальных стадиях прорастания семян пшеницы и других сельскохозяйственных культур могут быть индикатором физиологического состояния исследуемых семян, характеризующим особенности ро-

стовых процессов раннего онтогенеза и их связи с дальнейшим ростом и развитием растений [2, 8, 9].

Ниже в таблицах 3 и 4 представлены данные рентгенографического анализа семян, полученных в производственных посевах Ленинградской, Курганской, Омской областей и Татарстана.

Таблица 3. Результаты рентгенографического анализа семян ячменя сорта Белогорский, полученных в производственных посевах Ленинградской области 2018 года (при принятой доверительной вероятности P=0,95)

Варианты	Трещиноватые, %	Повреждения зародыша, %	ЭМИС, %
1	76	6	25
2	79	27	14
3	57	12	22
4	51	23	30
5	47	16	33
6	50	10	24

Согласно таблице 3, у семян из производственных посевов наряду с ЭМИС выявлены такие типы дефектов, как трещиноватость и повреждения зародыша. При этом показатель трещиноватости варьирует в диапазоне от 47 до 79 %, повреждения зародыша от 6 до 27 %, ЭМИС - от 14 до 33 %.

Таблица 4. Результаты определения рентгенографических и технологических показателей образцов зерна пшеницы из разных производственных партий 2024 года урожая (при принятой доверительной вероятности P=0,95)

Варианты	Рентгенографические показатели,%		Технологические показатели	
	потемнение и уширение бороздки	ЭМИС	натура, г/л	число падения, сек.
Курганская обл.	29	3	809	330
Омская обл., образец 1	57	5	761	209
Омская обл., образец 2	39	4	782	257
Татарстан, образец 1	65	4	777	160
Татарстан, образец 2	43	3	790	241
Татарстан, образец 3	55	5	787	215
Татарстан, образец 4	30	3	799	332

Представленные в данной таблице образцы 1-4 отобраны в разных районов Омской области и Татарстана. Полученные результаты показывают, что в отличие от образцов из Ленинградской области в данных образцах отсутствуют такие дефекты, как трещиноватость и повреждение зародыша, но обнаружен дефект потемнения и уширения бороздки зерновки. Установлено, что у семян с меньшей степенью выраженности данного дефекта наблюдается большая величина технологических показателей, таких как натура и число падения.

При оценке скрытой поврежденности зерновки ячменя из производственных посевов представляло интерес проанализировать связь этих показателей с прорастанием семян в лабораторных условиях на 7-е сутки.

Таблица 5. Результаты рентгенографического и морфометрического анализов семян различных сортов пивоваренного ячменя из производственных посевов Тамбовской области 2017 года (при принятой доверительной вероятности P=0,95)

Варианты	Трещиноватые, %	ЭМИС, %	Повреждения зародыша, %	Всхожесть, %	Длина ростка на 7-е сутки мм
Гонар	57	33	9	76	79
Скарлетт	23	12	7	92	101

Установлено, что для сорта Скарлетт доля скрытых дефектов (трещиноватость, ЭМИС) в 2,5 раза ниже, чем для сорта Гонар, тогда как достоверных различий по показателю повреждения зародыша не выявлено. Проращивание отобранных после рентгенографического анализа семян в лабораторных условиях показало, что у образцов семян сорта Скарлетт, имеющих меньшую суммарную величину скрытых дефектов, показатель всхожести в 1,2 раза, а длина ростка – в 1,8 раза выше, чем у семян сорта Гонар. Полученные результаты подтверждают негативное влияние поврежденности внутренней структуры семян.

Значительный урон качеству семян/зерна нано-

сят повреждения насекомыми, в частности трипсами (*Haplothrips tritici* Kurd.) (табл. 2 и 4), клопом вредная черепашка (*Eurygaster Integriceps*), долгоносиками (*Sitophilus oryzae*) и другими. Рентгеновский метод позволяет обнаружить данный тип повреждённости на ранних стадиях, а также выявить наличие заселенности зерновок личинками или взрослыми особями насекомых. Ниже в таблице 6 представлены данные рентгенографического анализа семян ячменя сорта Скарлетт.

Таблица 6. Результаты рентгенографического анализа производственных партий зерна пивоваренного ячменя сорта Скарлетт урожая 2017 года, поврежденного клопом, вредная черепашка (при принятой доверительной вероятности P=0,95)

Варианты	Поврежденность зерна клопом вредная черепашка, %
Ленинградская обл.	0
Московская обл.	2
Саратовская обл.	6
Ростовская обл.	16
Краснодарский край	21

Было установлено, что в южных областях уровень поврежденности данным вредителем выше 3 %, то есть нормативно допустимый уровень при использовании зерна в продовольственных целях. При этом наибольшая степень повреждения наблюдается в Краснодарском крае, тогда как, в Ленинградской области такой вид дефектов отсутствует.

Для южных регионов России характерным является и производство такой культуры, как рис; в связи с этим представляет интерес использование рентгенографического метода для выявления различных типов скрытых дефектов зерна риса. Образцы зерна, сформированные в различных рисосеющих регионах по различным агротехнологиям, были получены из Государственной хлебной инспекции г. Санкт-Петербург.

Таблица 7. Результаты рентгенографического анализа производственных образцов зерна риса разного происхождения 2015 года для технологических целей (при принятой доверительной вероятности P=0,95)

Варианты	Зародыш частично выбит, %	Зародыш полностью выбит, %	Поперечные трещины в эндосперме, %	Продольные трещины в эндосперме, %	Поврежденность и/или заселенность насекомыми, %
1	40	9	6	0	0
2	3	94	6	8	0
3	7	93	8	0	0
4	88	12	10	7	3
5	0	100	0	4	0
6	88	12	10	7	3
7	0	100	10	13	2

Как видно из таблицы 7, рентгенографический анализ зерна риса позволил не только выявить, но и дифференцировать повреждения на 2 типа: повреждения зародыша (частично или полностью выбитый) и показатели трещиноватости (поперечные и продольные трещины). Наряду с этим рентгенография позволила выявить повреждённость зерна, а также его заселённость личинками либо взрослыми особями насекомых. Наибольшая вариабельность была зарегистрирована для показателей повреждения зародыша – от 0 до 100 %, тогда как вариабельность трещиноватости разных типов находилась в более узких пределах – от 0 до 13 %. Поврежденность насекомыми была зарегистрирована в 3 из 7 предоставленных образцах. Ранее было показано, что выявленная скрытая поврежденность зерна риса оказывает негативное влияние на посевные и технологические характеристики [6, 12-14].

Анализ результатов, представленных в таблицах 1-7, позволяет констатировать тот факт, что для разных культур в зависимости от регионов их возделывания и других факторов возникают различные типы скрытых дефектов разной степени выраженности. Современный уровень научных знаний в области семенного и зернового контроля требует разработки и применения достаточно простых и надежных стандартизированных методик контроля качества зерна, характеризующихся большой информативностью и позволяющих проводить раннюю экспресс-оценку такого важного показателя как, скрытая травмированность зерна. Как показали наши исследования, метод мягколучевой цифровой рентгенографии позволяет осуществлять на практике оперативный

контроль качества семян сразу после уборки, когда большинство семян не способны к прорастанию из-за того, что они должны пройти период послеуборочного дозревания. При этом требуется небольшая выборка семян, которая рассыпается ровным слоем на подложке, проводится ее рентгеносъемка и изображения внутренней структуры семян выводятся на экран монитора, где непосредственно можно наблюдать имеющиеся дефекты.

Проведенные нами эксперименты показали, что метод цифровой рентгенографии позволяет выявлять различные типы скрытых дефектов и аномалий, возникающие в образцах зерна как в условиях мелкоделяночных экспериментов, так и производственных посевов. Необходимо учитывать, что в производственных условиях уровень скрытой поврежденности может достигать 80 % и более [11].

В связи с этим входной рентгенографический контроль качества зерна является не только дополнительным, но и необходимым процессом при:

– проведении массовой оценки семян и зерна в семеноводстве и зернопроизводстве;

– проведении фундаментальных исследований для получения информации о скрытой целостности структуры зерновки и наличии дефектов и аномалий;

– выведении новых сортов растений, устойчивых к неблагоприятным факторам выращивания;

– отборе высококачественного семенного материала для формирования региональных и федеральных страховых фондов;

– отборе высококачественного зерна для перерабатывающей промышленности (мукомольной, крупяной, пивоваренной и др.);

– отборе высококачественного зерна для закладки на ответственное хранение в качестве страховых, мобилизационных и интервенционных запасов.

Выводы

Сравнительный анализ результатов рентгенографических исследований семян пшеницы, ячменя и риса показал наличие различных типов скрытых дефектов зерновки: повреждения зародыша, скрытое прорастание, ЭМИС, трещиноватость, поврежденность насекомыми.

Показано, что для образцов семян, сформированных в Ленинградской области, более характерными являются следующие типы дефектов: скрытое прорастание, ЭМИС; тогда как для образцов из Московской области и более южных регионов – поврежденность насекомыми (клопом вредной черепашкой и, предположительно, трипсами). Установлено негативное влияние скрытых дефектов, выявленных методом цифровой мягколучевой рентгенографии, на посевные качества семян и технологические характеристики зерна. Показаны различия по характеру и количественным показателям скрытых дефектов у образцов семян/зерна, сформированных в мелкоделяночных опытах и производственных посевах.

Литература / References

1. Архипов М. В., Гусакова Л.П., Великанов Л.П., Виличко А.К., Желудков А.Г., Алферов В.Б. Методика комплексной оценки биологической и хозяйственной пригодности семенного материала. СПб: АФИ, 2013. 52 с. [Arkhipov M. V., Gusakova L. P., Velikanov L. P., Vilichko A. K., Zheludkov A. G., Alferov V. B. Methodology for a comprehensive assessment of the biological and economic suitability of seed material. St. Petersburg: AFI, 2013;52 p. (in Russian)].
2. Бруяко В.Н.Сравнительный анализ темпов роста сортов риса по группам // [Электронный ресурс] Научный журнал КубГАУ. 2016. № 117. С.705-722. (дата обращения: 20.04.2026). [Bruyako, V.N. Comparative analysis of the growth rates of rice varieties by groups. [Electronic resource] Scientific Journal of KubSAU. 2016;117.705-722 (in Russian)].URL:https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-tempov-rosta-ortov-risa-po-gruppam (reference date: 20.04.2026).
3. ГОСТ Р 59603-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Семена сельскохозяйственных культур. Методы цифровой рентгенографии. М.: Российский институт стандартизации, 2021, 11 с. [National Standard of the Russian Federation. Agricultural Seeds. Methods of Digital X-Ray. Moscow: Russian Institute of Standardization, 2021;11 p. (in Russian)].
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) М.: Агропромиздат, 1985. 351 с. [Dospekhov B.A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). M.: Agropromizdat, 1985;351 p. (in Russian)].
5. Ерыгин П.С. Физиология риса. М.: Колос, 1981. 208 с. [Erygin P.S. Physiology of Rice. Moscow: Kolos, 1981;208 p. (in Russian)].
6. Костылева Л.М., Францева Н. В. Анализ взаимосвязи между признаками, характеризующими технологические свойства зерна и крупы риса // *Вестник аграрной науки Дона*. 2013. № 2 (22). С .68-73. [Kostyleva L.M., Frantseva N. V. Analysis of the relationship between the traits characterizing the technological properties of rice grain and milled rice. *Bulletin of Agrarian Science of the Don.* 2013;2 (22):68-73 (in Russian)].
7. Макрушин Н.М., Плугатарь Ю.В., Малько А.М., Макрушина Е.М., Шабанов Р.Ю. Инновационные аспекты учения об онтогенезе, формировании, отборе и оценке качества семян. Симферополь: Полипринт, 2018. 248 с. [Makrushin N.M., Plugatar Yu.V., Malko A.M., Makrushina E.M., Shabanov R.Yu. Innovative aspects of the doctrine of ontogenesis, formation, selection and assessment of seed quality. Simferopol: Poliprint, 2018;248 p. (in Russian)].
8. Сандухадзе Б.И., Марченкова Л.А., Мамедов Р.З. Особенности ростовых процессов сортов и линий озимой

пшеницы а ранних этапах онтогенеза в условиях солевого стресса // *Аграрная Россия*. 2023. № 12. С.3-7. [Sandukhadze B.I., Marchenkova L.A., Mammadov R.Z. Features of growth processes of winter wheat varieties and lines at early stages of ontogenesis under conditions of salt stress //*Agrarian Russia.* 2023;12:3-7 (in Russian)].
9. Скаженник М.А., Воробьев Н.В., Ковалев В.С. Образование всходов риса и их связь с энергией прорастания и силой роста семян // *Рисоводство*. 2018. № 2 (39). С.16-20. [Skazhennik M.A., Vorobyov N.V., Kovalev V.S. Rice seedling formation and their relationship to germination energy and seed growth force. *Rice growing*. 2018;2 (39):16-20 (in Russian)].
10. Танский В.С., Великань В.С., Фролов А.Н. Пшеничный трипс - Haplothrips tritici Kurd. (thysanoptera, phlaeothripidae), его ареал и зоны вредоносности // *Вестник защиты растений.* 2006. № 2. С.59-63. [Tanskiy V.S., Velikan V.S., Frolov A.N. Wheat thrips - Haplothrips tritici Kurd. (thysanoptera, phlaeothripidae), its range and harmfulness zones. *Plant Protection Bulletin.* 2006; 2:59-63 (in Russian)].
11. Тарасенко А.П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке. Воронеж : ФГОУ ВПО ВГАУ, 2003. 331с. [Tarasenko A.P. Reducing seed injury during harvesting and post-harvest processing. Voronezh: Federal State Educational Institution of Higher Professional Education VSTU, 2003;331 p. (in Russian)].
12. Briceño-Pinzón I.D., de Oliveira Pires R.M., Carvalho G.A. Potential analysis of radiographic images to determine infestation of rice seeds. *Neural Comput & Applic.* 2024; 36: 22301–22313. doi: 10.1007/s00521-024-10379-9
13. Kumar P.A., Bal S. Automatic unhulled rice grain crack detection by X-ray imaging. Transactions of the ASABE, 2007, 50(5): 1907-1911. doi: 10.13031/2013.23928) @2007
14. Shi H., Siebenmorgen T.J., Luo H. Fissure detection and measurement in rough rice using X-ray imaging. *Am Soc Agric Biol Eng.* 2019;62:859–866. doi: 10.13031/trans.13043859

Михаил Вадимович Архипов
Главный научный сотрудник
E-mail: maikl.arh1pov@yandex.ru

Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения – обособленное структурное подразделение ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук»
196608, Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, д. 7
ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»
195220, Санкт-Петербург, Гражданский просп., д. 14

Mikhail Vadimovich Arkhipov
Chief Researcher
E-mail: maikl.arh1pov@yandex.ru

The North-West Center for Interdisciplinary Research on Food Security Problems - separate structural division of the FSBIS «St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences»
7, Podbelskogo road, 196608, St. Petersburg, Pushkin, Russia
FSBSI «Agrophysical Research Institute»
14, Prospekt Grazhdansky, 195220, St. Petersburg, Russia

Прияткин Николай Сергеевич
Заведующий сектором биофизики растений
E-mail: prini@mail.ru

Nikolay Sergeevich Priyatkin
Head of Sector
E-mail: prini@mail.ru

Гусакова Людмила Петровна
Ведущий инженер
E-mail: L-Gusakova@mail.ru

Lyudmila Petrovna Gusakova
Lead Engineer
Email: L-Gusakova@mail.ru

Кончук Артем Петрович
Аспирант
E-mail: artemkononchuk@mail.ru

ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»
195220, Санкт-Петербург, Гражданский просп., д. 14

Artem Petrovich Kononchuk
Postgraduate Student
Email: artemkononchuk@mail.ru

FSBSI «Agrophysical Research Institute»
14, Prospekt Grazhdansky, 195220, St. Petersburg, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2026-72-3-64-71
УДК 635.615/631.527

Бочерова И.Н.,
Галичкина Е.А.
г. Волгоград, Россия

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИОННОЙ ОЦЕНКИ НОВЫХ СОРТООБРАЗЦОВ АРБУЗА СТОЛОВОГО В УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье представлены результаты селекционной работы с новыми сортообразцами арбуза столового (Citrullus lanatus), проведенной в 2023–2025 гг. на базе Быковской бахчевой опытной станции (Волгоградская область). Целью исследований является создание конкурентоспособных отечественных сортов с разными сроками созревания, высоким содержанием сухого вещества и сахаров, а также значительным потенциалом урожайности. Материалом служили ранне-, средне- и позднеспелые сортообразцы (848, Г-583Ф, 771, 784, 831, 750, 728, 802) и стандартные сорта (Зенит, Синчевский, Холодок). Использованы межсортовые скрещивания с последующим индивидуальным отбором. Проведены фенологические наблюдения, оценка урожайности, биохимический анализ плодов (сухое вещество, общий сахар, витамин «С», нитраты). Установлено, что метеорологические условия в годы исследований были контрастными (недостаток осадков, возвратные похолодания, резкие перепады температур), что подтверждает необходимость создания стрессоустойчивых форм. Выявлены перспективные образцы: в раннеспелой группе – с/о 848 и Г-583Ф (урожайность выше стандарта на 6,6 и 5,1 т/га соответственно); в среднеспелой группе – с/о 771 (урожайность 25,6 т/га, сухое вещество 13,6 %, общий сахар 12,3 %) и с/о 831 (короткий вегетационный период – 78 суток); в позднеспелой группе – с/о 728 (урожайность 28,4 т/га, сухое вещество 12,3 %, общий сахар 10,38 %). Содержание нитратов во всех образцах не превышало допустимых норм. Выделенные сортообразцы (771, 728, 848) сочетают в себе высокую продуктивность, улучшенные качественные характеристики и адаптивность к условиям региона. Они рекомендуются для дальнейшего изучения в производственных условиях и передачи на Государственное сортоиспытание.

Ключевые слова: *арбуз столовый, селекция, сортообразец, урожайность, сухое вещество, общий сахар, вегетационный период.*

RESULTS OF BREEDING EVALUATION OF NEW VARIETIES OF TABLE WATERMELON IN THE VOLGOGRAD REGION

The article presents the results of breeding work with new varieties of table watermelon (Citrulluslanatus), carried out in 2023-2025 at the Bykovskaya Melon Experimental Station (Volgograd Region). The aim of the research is to create competitive domestic varieties with different ripening periods, high dry matter and sugar content, and significant yield potential. The material used was early-, mid-, and late-ripening varieties (848, G-583F, 771, 784, 831, 750, 728, 802) and standard varieties (Zenit, Sinchevsky, Kholodok). Intervarietal crosses were used, followed by individual selection. Phenological observations, yield assessments, and biochemical analysis of fruits (dry matter, total sugar, vitamin C, and nitrates) were conducted. It has been established that the meteorological conditions during the study years were contrasting (lack of precipitation, recurrent cold snaps, and sharp temperature fluctuations), which confirms the need to create stress-resistant forms. Promising samples were identified: in the early–maturing group - c/o 848 and G–583F (yields above the standard by 6.6 and 5.1 t/ha, respectively);in the middle-maturing group - c/o 771 (yields 25.6 t/ha, dry matter 13.6%, total sugar 12.3%) and c/o 831 (short growing season – 78 days); in the late–ripening group - 728 crops (yield 28.4 t/ha, dry matter 12.3%, total sugar 10.38%). The nitrate content in all samples did not exceed the permissible limits. The selected varieties (771, 728, 848) combine high productivity, improved quality characteristics, and adaptability to the region's conditions. They are recommended for further study in production settings and for submission to state variety testing.

Key words: *table watermelon, breeding, variety, yield, dry matter, total sugar, growing season.*

Введение

Арбуз - востребованный десертный плод, пользующийся устойчивым потребительским спросом. Исторически селекционная работа с арбузом была направлена на создание сортов, устойчивых к засухе, обладающих крупными размерами и высоким содержанием сахара, а также на поиск новых перспективных форм. Сегодня современные российские селекционеры делают ставку на создание «идеального» арбуза. Работа ведется сразу по нескольким направлениям: ученые стремятся вывести сорта, которые дают высокий урожай, созревают в нужные сроки (от ранних до поздних, что позволяет продлевать период поступления продукции до осени) и обладают отменным вкусом. Не менее важно, чтобы растения были устойчивыми к болезням и не-

благоприятным погодным условиям [1].

Современная селекция ставит перед собой задачу совместить высокую продуктивность с качеством плодов, обеспечив при этом устойчивость растений к стрессам различного происхождения. Для нужд аграрного сектора и экономики важно создавать сорта с разным циклом развития: скороспелые – для раннего поступления продукции, и позднеспелые – для обеспечения длительного хранения. Учитывая современные климатические вызовы, приоритетом становится разработка жароустойчивых сортов, способных противостоять атмосферной засухе [6]. Основополагающим условием для получения высоких урожаев бахчевых является разработка и распространение инновационных высокоурожайных сортов и гибридов, устойчивых к заболеваниям и экологическим стрессам. Эффективная реализация генетического потенциала сортов требует детального изучения их продуктивности и параметров экологической пластичности в конкретных условиях среды [4].

Ключевой целью селекции в бахчеводстве выступает создание высокопродуктивных сортов, конкурентоспособных на международном рынке. Работа начинается с разработки сортовой модели, параметры которой определяют дальнейший вектор исследований. Успех селекционного процесса напрямую зависит от глубины анализа генетического потенциала и разнообразия исходного материала. При отборе и создании новых форм селекционеры делают акцент на признаках, наиболее адаптированных к условиям конкретного региона [7].

Цель исследований

Получить конкурентоспособные сорте арбуза с разными сроками созревания, отличающихся высоким содержанием сухого вещества и значительным потенциалом урожайности.

Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводили на опытных полях селекционной опытной станции бахчевых культур, расположенной в Быковском районе Волгоградской области. Климатические условия региона характеризуются выраженным континентальным климатом, экстремально высокими летними температурами и засушливостью. Отмечается высокая ветреность и частое возникновение песчаных бурь. Почвенный покров представлен супесчаными почвами светло-каштанового типа с легкой гранулометрической структурой [2]. Суммарная суточная активная температура достигает 3100°С (табл. 1) [9].

Таблица 1. Метеорологические условия в годы проведения исследований 2023–2025 гг.

Месяц	Декадная сумма осадков, мм												Средне многолетние
	2023 г.				2024 г.				2025 г.				
	I	II	III	Сумма за вегетационный период	I	II		Сумма за вегетационный период	I	II			
апрель	-	15,2	5,3	20,5	0,1	8,1		8,3	37,2	0			34,8
май	5,8	0,5	22,3	28,6	-	-		-	4,1	25,8			72,3
июнь	13,1	2,2	43,5	58,8	8,9	8,2		47,7	7,8	35,5			46,6
июль	16,2	69,5	-	85,7	3,9	2,4		46,7	2,9	10,7			69,1
август	-	-	11,6	11,6	28,5	-		28,5	8,1	1,3			9,0
сентябрь	1,2	3,1	-	4,3	9,2	-		9,2	14,1	6,1			37,8
итого				209,5				140,4					269,6

Месяц	Среднедекадная температура воздуха, С⁰												Средне многолетние
	Декады			2023 год	Декады			2024 год	Декады			2025 год	
	I	II	III		I	II	III		I	II	III		
апрель	10,8	10,3	15,3	12,1	12,9	16,8	18,4	16,0	11,2	12,3	13,9	12,5	11,6
май	14,7	16,7	21,5	17,6	12,4	13,6	19,7	15,2	15,7	16,0	20,9	17,5	17,3
июнь	20,5	22,4	21,2	21,4	25,0	27,0	20,2	24,1	23,5	21,5	18,7	21,2	22,8
июль	26,9	21,4	25,5	24,6	28,7	27,3	24,0	26,6	23,5	29,4	26,0	26,3	25,1
август	29,4	28,7	21,1	26,4	24,0	22,0	24,8	23,6	27,6	22,2	22,6	24,1	25,0
сентябрь	19,8	17,3	19,5	18,9	21,0	20,2	16,3	19,2	21,4	17,2	16,2	18,3	17,5

Анализ метеорологических данных за вегетационный период 2023 года показал, что основная часть осадков была зафиксирована в первой половине вегетации. В августе и сентябре наблюдался выраженный дефицит атмосферных осадков на фоне аномально высоких температур (табл. 1). В начале вегетационного периода (май–июнь) температурный режим был пониженным (среднесу-

точные показатели составили 17,6°С и 21,4°С), что стало причиной позднее появление всходов бахчевых культур.

Агрометеорологические условия 2024 года были осложнены значительным дефицитом осадков: их суммарное количество составило чуть более половины (51,5 %) от нормы. Майская засуха негативно отразилась на темпах развития культур, сдвинув появление всходов на вторую-третью декаду июня. При этом температурный фон был нестабильным: май оказался холоднее обычного на 2,1 °С, в то время как летние месяцы (июнь и июль) характеризовались аномально высокими температурами, превышающими средние показатели на 1,3 °С и 1,5 °С

В 2025 году осадки мая-июня обеспечили дружные всходы бахчевых культур. Тем не менее, аномальные температурные колебания – похолодание в конце июня и последующая июльская жара – негативно отразились на фазах цветения и формирования плодов. Данные климатические факторы стали причиной снижения итоговых показателей урожайности арбузов.

Посев производили в первой декаде мая (10-15 мая). Учет урожайности проводили с середины августа до конца сентября, по группам спелости.

Основу селекционной работы составили методы межсортовой гибридизации в сочетании с индивидуальным отбором. В качестве исходного материала использовали различные сорта и селекционные образцы столового арбуза. Экспериментальная часть исследования была реализована на базе селекционного питомника и питомника конкурсного сортоиспытания. В селекционном питомнике высаживали по 30 растений на делянке без повторностей. Площадь учетной делянки 120 м^2. В питомнике конкурсного испытания высаживали 40 растений на делянку с трехкратной повторностью. Площадь учётной делянки составляла 160 м^2, площадь одного растения 4 м^2. Размещение делянок систематическое. Урожайность определяли по общей массе плодов с учетной делянки с последующим пересчетом на 1 га [3]. Определяли биологическую урожайность плодов. В ходе экспериментальной работы осуществляли комплексный мониторинг, включавший фенологические наблюдения за фазами вегетации; морфологические исследования растений и плодов; селекционную оценку образцов; определение урожайности путем взвешивания плодов на учетных делянках. Кроме того, проводили полевые и биохимические исследования качества плодов. Изучение сортов и гибридов осуществляли в соответствии с Методикой полевого опыта и рекомендациями по селекции бахчевых культур [8, 10].

Результаты и обсуждение

Быковская бахчевая опытная станция успешно выводит сорта дыни, тыквы и особенно арбуза, соответствующие самым высоким требованиям производителей и потребителей. Эти сорта выделяются сроками вегетации, цветовой гаммой и формой плодов, а также устойчивостью к неблагоприятным внешним факторам [5]. Они подходят как для интенсивных технологий возделывания, так и для выращивания в почвенно-климатических условиях региона. Сравнительные исследования проводили с лучшими районированными сортами (стандартами), такими как Зенит, Синчевский и Холодок (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика новых сортообразцов арбуза за 2023–2025 гг.

Название образцов	Вегетационный период, сут.	Урожайность, т/га	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Витамин «С», мг/%	Нитраты, мг/кг
2023 год						
Раннеспелая группа						
Зенит St	65	22,6	10,8	8,85	7,6	18,0
Сортообразец 848	75	24,2	11,2	9,5	10,4	20,0
Г-583Ф	72	30,2	10,2	8,6	8,4	21,0
Среднеспелая группа						
Синчевский St	78	25,2	10,6	8,6	7,9	19,0
Сортообразец 771	81	27,6	13,4	11,55	9,4	21,0
Сортообразец 784	78	25,8	11,8	9,75	7,34	11,3
Сортообразец 831	76	22,8	12,2	10,05	8,4	15,0
Позднеспелая группа						
Холодок St	86	26,7	9,4	7,5	7,34	16,7
Сортообразец 728	90	33,5	12,0	10,2	8,62	15,2
Сортообразец 750	93	25,7	10,8	9,15	9,65	14,2
Сортообразец 802	86	20,3	13,6	10,0	9,45	14,0
2024 год						
Раннеспелая группа						
Зенит St	75	26,7	11,8	10,6	8,2	4,0

Продолжение таблицы 2

Название образцов	Вегетационный период, сут.	Урожайность, т/га	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Витамин «С», мг/%	Нитраты, мг/кг
Сортообразец 848	72	38,7	12,2	10,7	8,8	7,8
Г-583Ф	73	29,8	11,0	10,2	7,6	7,0
Среднеспелая группа						
Синчевский St	87	22,9	12,6	10,5	9,4	6,1
Сортообразец 771	82	24,9	15,6	13,8	8,4	8,4
Сортообразец 784	83	22,5	11,0	9,5	5,5	6,5
Сортообразец 831	80	25,6	13,4	10,4	8,9	7,2
Позднеспелая группа						
Холодок St	92	26,1	10,8	9,2	6,3	5,3
Сортообразец 728	90	26,9	13,2	11,8	6,9	6,1
Сортообразец 750	88	22,3	12,0	10,7	10,9	5,8
Сортообразец 802	88	21,2	13,4	10,5	10,5	6,2
2025 год						
Раннеспелая группа						
Зенит St	71	15,8	11,6	9,5	5,5	14,6
Сортообразец 848	77	22,1	12,0	9,75	6,53	13,3
Г-583Ф	73	20,3	11,6	9,15	7,86	23,1
Среднеспелая группа						
Синчевский St	81	18,3	11,8	10,9	7,86	19,2
Сортообразец 771	85	24,2	11,8	11,55	6,41	21,0
Сортообразец 784	82	23,8	11,4	9,75	5,45	18,3
Сортообразец 831	78	20,1	11,8	9,15	7,99	6,4
Позднеспелая группа						
Холодок St	89	19,2	10,6	8,6	7,45	6,1
Сортообразец 728	88	24,9	11,6	9,15	6,1	5,5
Сортообразец 750	88	24,2	10,8	8,85	10,7	5,8
Сортообразец 802	87	20,1	10,8	9,15	7,72	6,2
Среднее за три года						
Раннеспелая группа						
Зенит St	70	21,7	11,4	9,65	7,1	12,2
Сортообразец 848	75	28,3	11,8	9,78	8,58	13,7
Г-583Ф	73	26,8	10,9	9,32	7,95	17,0,3
		$НСР_{05}$ – 0,60	$НСР_{05}$ – 0,40	$НСР_{05}$ – 0,38	$НСР_{05}$ – 0,45	
Среднеспелая группа						
Синчевский St	82	22,1	11,7	10,0	8,39	14,8
Сортообразец 771	83	25,6	13,6	12,3	8,07	16,8
Сортообразец 784	81	24,0	11,4	9,67	6,1	12,03
Сортообразец 831	78	22,8	12,5	9,77	8,43	9,05
		$НСР_{05}$ - 0,57	$НСР_{05}$ – 0,38	$НСР_{05}$ – 0,35	$НСР_{05}$ – 0,38	
Позднеспелая группа						
Холодок St	89	24,0	10,3	8,45	7,03	9,4
Сортообразец 750	90	24,1	11,2	9,57	10,42	8,6
Сортообразец 728	89	28,4	12,3	10,38	7,21	8,9
Сортообразец 802	87	20,5	12,6	9,88	9,22	8,8
		$НСР_{05}$ – 0,61	$НСР_{05}$ – 0,40	$НСР_{05}$ – 0,40	$НСР_{05}$ – 0,41	

В таблице 2 представлены данные по трем группам спелости (раннеспелая, среднеспелая, позднеспелая), каждая из которых включает стандартные сорта (St) и новые сортообразцы. Приведены показатели за три года и средние значения.

Анализ данных за 2023 год выявил следующие тенденции в зависимости от группы спелости. Изучаемые образцы раннеспелой группы продемонстрировали более продолжительный вегетационный период по сравнению со стандартом Зенит. Так, с/о 848 и Г-583Ф требовали на 10 и 7 суток больше времени соответственно (75 и 72 суток против 65 суток у стандарта). По урожайности образец Г-583Ф показал значительное преимущество, достигнув 30,2 т/га, что на 7,6 т/га выше показателя стандарта (22,6 т/га). Содержание сухого вещества

и общего сахара у этих образцов соответствовало уровню стандарта.

Среднеспелая группа. В этой группе с/о 831 отличался более коротким вегетационным периодом (76 суток) по сравнению со стандартом Синчевский (78 суток). Образец с/о 771 показал более высокую урожайность – 27,6 т/га, что на 2,4 т/га превысило урожайность стандарта (25,2 т/га). Кроме того, с/о 771 продемонстрировал лучшие результаты по содержанию сухого вещества (13,4%) и общего сахара (11,55 %), опередив стандарт Синчевский (10,6 % и 8,60 % соответственно).

Позднеспелая группа. Вегетационный период у с/о 802 и стандарта Холодок был идентичен (86 суток). Образцы с/о 750 и 728 имели более длительный период вегетации, превышающий стандарт на 7 и 4 суток соответственно. Наибольшей урожайностью характеризовался с/о 728 с показателем 33,5 т/га, что на 6,8 т/га больше, чем у стандарта (26,7 т/га). Образец с/о 802 показал наилучшие результаты по содержанию сухого вещества (13,6 %) и общего сахара (10,0 %), значительно превосходя стандарт (9,4 % и 7,55 % соответственно).

Исследования 2024 года выявили ряд преимуществ у изучаемых образцов. В раннеспелой группе с/о 848 и Г-583Ф показали ускоренное созревание по сравнению со стандартом Зенит (75 суток), сократив вегетационный период на 3 и 2 суток. Следует отметить высокую урожайность с/о 848 – 38,7 т/га, что на 12,0 т/га выше, чем у стандарта. По качественным показателям, таким как содержание сухого вещества и общего сахара, эти образцы не уступают стандарту.

Среднеспелые образцы также продемонстрировали более быстрое созревание: с/о 771, с/о 784 и с/о 831 созрели на 5, 4 и 7 суток раньше стандарта, на 82, 83 и 80 суток соответственно. Образец с/о 771 показал улучшенные результаты по содержанию сухого вещества (15,6 %) и общего сахара (13,8 %) по сравнению со стандартом Синчевский.

В позднеспелой группе, несмотря на более длительный вегетационный период стандарта Холодок (92 суток), образцы с/о 750 и с/о 728 созрели на 4 и 2 суток раньше. Урожайность с/о 728 составила 26,9 т/га, что соответствует уровню стандарта. Все исследованные позднеспелые образцы превзошли стандарт Холодок по содержанию сухого вещества и общего сахара.

Анализ результатов 2025 года выявил ряд перспективных образцов. В раннеспелой группе с/о 848 и Г-583Ф показали ускоренное развитие, созревая на 6 и 2 суток раньше стандартных сортов (77 и 73 суток). Их урожайность также значительно превосходила стандарт, увеличившись на 6,3 и 4,5 т/га. По ключевым показателям качества: общему сахару и сухому веществу – эти образцы не уступали стандарту.

В среднеспелой группе сортообразцы с/о 771 и 784 продемонстрировали незначительное увеличение вегетационного периода (на 4 и 1 суток соответственно, относительно 81 суток стандарта), в то время как с/о 831 показал более раннее созревание (на 3 суток раньше). Все три образца характеризуются существенным приростом урожайности по сравнению со стандартом (18,3 т/га), составившим 5,5; 5,9 и 1,8 т/га. Содержание сухого вещества у них было одинаковым, а с/о 771 выделялся высоким содержанием общего сахара (11,55 %).

Среди позднеспелых сортообразцов выделялся с/о 728. Он продемонстрировал сокращение вегетационного периода на 1 сутки (88 суток), увеличение урожайности на 5,7 т/га и высокие показатели содержания сухого вещества (11,6 %) и общего сахара (9,15 %). Сортообразец 750 также показал более высокую урожайность, чем стандарт Холодок (19,2 т/га), на 5,0 т/га, при этом его вегетационный период был короче на 1 сутки. По содержанию сухого вещества и общего сахара он соответствовал стандарту.

В среднем за три года, образцы с/о 848 и Г-583Ф в раннеспелой группе продемонстрировали более продолжительный вегетационный период по сравнению со стандартом Зенит. Так, для с/о 848 он составил 75 суток, что на 5 суток дольше, чем у Зенита (70 суток). Образец Г-583Ф имел вегетационный период 73 суток, превосходя стандарт на 3 суток. При этом урожайность изучаемых образцов оказалась выше: с/о 848 дал на 6,6 т/га больше, а Г-583Ф – на 5,1 т/га. Показатели содержания сухого вещества и общего сахара у этих образцов соответствовали уровню стандарта.

В среднеспелой группе вегетационный период образцов варьировался: с/о 771–83 суток, с/о 784–81 сутки, с/о 831–78 суток. Стандарт Синчевский имел период 82 суток. Таким образом, с/о 771 оказался на 1 сутки длиннее стандарта, а с/о 784 и с/о 831 – короче на 1 и 4 суток соответственно.

Что касается урожайности, то с/о 771 дал 25,6 т/га, с/о 784–24,0 т/га, а с/о 831–22,8 т/га. Стандарт Синчевский показал урожайность 22,1 т/га. В результате, урожайность с/о 771 превысила стандарт на 3,5 т/га, с/о 784 – на 1,9 т/га, а с/о 831 – на 0,7 т/га.

Содержание сухого вещества у с/о 771 (13,6 %) и с/о 831 (12,5 %) было выше, чем у стандарта Синчевский (11,7 %). У образца с/о 784 этот показатель находился на уровне стандарта. Содержание общего сахара у с/о 771 составило 12,3 %, что также превосходит стандарт (10,0 %).

В позднеспелой группе вегетационный период образцов составил: с/о 750–90 суток, с/о 728–89 суток, с/о 802–87 суток. Стандарт Холодок имел период 89 суток.

По урожайности, с/о 750 показал результат, на уровне стандарта – 24,0 т/га. Образец с/о 728 пре-

взошел стандарт на 4,4 т/га, в то время как с/о 802 уступил стандарту на 3,5 т/га.

Содержание сухого вещества и общего сахара у всех изучаемых образцов в этой группе было выше, чем у стандарта Холодок. Так, у с/о 750 эти показатели составили 11,2 % и 9,57 % соответственно, у с/о 728–12,3 % и 10,38 %, а у с/о 802–12,6 % и 9,88 %. У стандарта Холодок эти значения были 10,3 % и 8,45 % соответственно.

Корреляция «Скороспелость ↔ Урожайность».

Отрицательной корреляции нет. Наоборот, прослеживается положительная связь (табл. 3).

Раннеспелые образцы в среднем за 3 года дали 25,6 т/га (среднее по Зенит St, 848, Г-583Ф).

Среднеспелые – 23,6 т/га (среднее по 4 образцам).

Позднеспелые – 24,3 т/га (среднее по 4 образцам).

При этом самый урожайный образец за все годы – раннеспелый сортообразец 848 (28,3 т/га в среднем), а самый низкоурожайный – позднеспелый сортообразец 802 (20,5 т/га).

Таким образом, скороспелость не мешает высокой урожайности. В засушливых условиях (2024) ранние образцы даже выигрывают, потому что успевают «уйти» от августовской засухи.

Таблица 3. Корреляция «Скороспелость ↔ Сахаристость (общий сахар)».

Группа	Средний общий сахар, %
Раннеспелая	9,58
Среднеспелая	10,44
Поздеспелая	9,58

Прослеживается отрицательная корреляция, но она слабая и нестрогая.

У среднеспелых образцов содержание сахаров выше, чем у ранних и поздних, кроме некоторых образцов (табл. 4).

Раннеспелый сортообразец 848 имеет 9,78 % сахара, что выше, чем у позднего Холодок St (8,45 %) и почти на уровне позднего сортообразец 750 (9,57 %). Поздний сортообразец 728 показывает 10,38 % – выше, чем многие ранние.

Тенденция к снижению сахара у ранних сортов есть, но она перекрывается генотипическими различиями. Есть ранние образцы с высоким содержанием сахаров и поздние – с низким.

Таблица 4. Корреляция «Урожайность ↔ Сахаристость», лучшие по урожайности образцы.

Образец	Урожайность, т/га	Общий сахар, %
Сортообразец 848	28,3	9,78
Сортообразец 728	28,4	10,38
Сортообразец 771	25,6	12,30
Г-583Ф	26,8	9,32

Чёткой отрицательной корреляции нет, скорее – отсутствие выраженной связи.

Сортообразец 771 имеет максимальное содержание сахаров (12,3 %) при урожайности выше средней (25,6 т/га). Сортообразец 728 сочетает высокую урожайность (28,4 т/га) и высокий сахар (10,38 %). Сортообразец 802 – низкая урожайность (20,5 т/га) и средний сахар (9,88 %).

Классическое «правило» (чем выше урожай, тем ниже сахар) в этих данных не работает. Благодаря селекции удалось преодолеть эту отрицательную связь – есть генотипы, которые одновременно продуктивны и обладают высоким содержанием сахаров.

Выводы

Различия в реакции на погодные условия за годы исследований связаны с тем, что каждый генотип имеет свой порог чувствительности к конкретному стрессору (засуха, жара, холод, их сочетание) и разную скорость прохождения фенологических фаз, что в разные годы даёт одному образцу преимущество, а другому – проигрыш. Разная реакция образцов – результат взаимодействия генотип × среда, где каждый сорт по-своему отвечает на сочетание засухи, жары и холода в критические фазы развития. Стабильными признаками являются вегетационный период, сухое вещество и нитраты (в меньшей степени – сахаристость). Урожайность – самый лабильный показатель, что типично для стрессовых условий.

В ходе селекционной работы, проводимой с 2023 по 2025 год на базе Быковской бахчевой опытной станции, были изучены и оценены новые сортообразцы столового арбуза, относящиеся к трём группам спелости: раннеспелой, среднеспелой и позднеспелой.

Анализ метеорологических данных показал значительную вариабельность климатических условий по годам (засухи, недостаток осадков, возвратные похолодания, резкие перепады температур), что подчёркивает важность создания стрессоустойчивых форм, адаптированных к континентальному климату Волгоградской области.

На основании полевых и лабораторных исследо-

ваний выявлено следующее.

В раннеспелой группе сортообразцы 848 и Г-583Ф стабильно характеризовались более высокой урожайностью по сравнению со стандартным сортом Зенит (в среднем на 6,6 и 5,1 т/га соответственно). При этом содержание сухого вещества и общего сахара находилось на уровне стандарта или выше. Вегетационный период данных образцов был несколько длиннее, что необходимо учитывать при их районировании.

Среди среднеспелых образцов наибольший потенциал продемонстрировал сортообразец 771: средняя урожайность составила 25,6 т/га (на 3,5 т/га выше сорта Синчевский), содержание сухого вещества достигло 13,6 % (стандарт – 11,7 %), а общий сахар – 12,3 % (стандарт – 10,0 %). Кроме того, сортообразец 831 отличался самым коротким вегетационным периодом в этой группе – 78 суток, что на 4 дня меньше стандарта.

В позднеспелой группе наилучшие показатели комплекса хозяйственно ценных признаков зафиксированы у сортообразца 728: он обеспечивал среднюю урожайность 28,4 т/га (на 4,4 т/га выше сорта Холодок), содержание сухого вещества – 12,3 %, а общего сахара – 10,38 %. Вегетационный период у него совпадал или был чуть короче стандарта (89 суток). Сортообразец 802 отличался максимальным содержанием сухого вещества (12,6 %) среди всех позднеспелых форм.

Во всех исследованных образцах уровень нитратов не превышал допустимых норм, что свидетельствует об их пригодности для получения экологически чистой продукции.

Таким образом, результаты исследований позволили выделить конкурентоспособные сортообразцы арбуза с разными сроками созревания, сочетающие высокую урожайность, повышенное содержания сухого вещества и сахаров, а также хорошую адаптацию к стрессовым условиям региона. Наибольший интерес для дальнейшей селекционной работы и передачи на государственное сортоиспытание представляют образцы 771 (среднеспелый), 728 (позднеспелый) и 848 (раннеспелый). Изучение данных образцов продолжится в производственных условиях для последующего районирования.

Литература / References

1. Бочерова И.Н., Рябчикова Н.Б. Результаты испытания новых сортов и перспективных селекционных образцов арбуза столового в условиях Волгоградского Заволжья // *Овощи России.* 2022. № 5. С. 50-53. [Bocherova I.N., Ryabchikova N.B. The results of testing new varieties and promising breeding samples of watermelon in the Volgograd Trans-Volga region. *Vegetables of Russia.* 2022;(5):50-53. (in Russian)]. doi: 10.18619/2072-9146-2022-5-50-53
2. Бочерова, И. Н. Результаты исследований в селекции арбуза на Быковской БСОС / И. Н. Бочерова, Н. Б. Рябчикова // *Рисоводство*. 2024. Т. 23, № 3(64). С. 29-33. [Bocherova I. N. Research results in watermelon breeding at the Bykovskaya BSSOS / I. N. Bocherova, Ryabchikova N. B. // *Rice Growing*. 2024; Vol. 3(64). Pp. 29–33. (in Russian)]. doi: 10.33775/1684-2464-2024-64-3-29-33
3. Бочерова И.Н., Кобкова Н.В. Перспективы и достижения селекции арбуза на Быковской БСОС // *Известия ФНЦО*. 2025. № 1. С. 18-30. [Bocherova I.N., Kobkova N.V. Prospects and achievements of watermelon breeding at Bykovskaya BSOS. *Proceedings of the FNCO*. 2025;(1):18-30.(in Russian)].
4. Варивода Е.А., Бочерова И.Н. Гетерозис, как метод обеспечения продовольственной стабильности в бахчеводстве // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: материалы IX Международной научно-практической конференции. Киров, 2023. С. 139–145. Киров, 2023. С. 139-145. [Varivoda E. A., Bocherova I. N. Heterosis as a method of ensuring food stability in melon growing. In: Methods and technologies in plant breeding and crop production: materials of the IX International Scientific and Practical Conference. Kirov, 2023; 139-145. (in Russian)].
5. Варивода Е.А., Воронов С.И. Исходный материал для селекции арбуза столового с различными цветами мякоти // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2023. Т. 2, № 70. С. 256-263. [Varivoda E. A., Voronov S. I. Source material for the breeding of table watermelon with different flesh colors. *Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: science and higher professional education.* 2023;T.2(70):256-263. (in Russian)].
6. Варивода Е.А. Приоритетные направления селекционной работы по бахчевым культурам // *Овощи России*. 2025. № 4. С. 48-51. [Varivoda E.A. Priority areas of breeding work on melon crops. *Vegetables of Russia*. 2025;(4):48-51. (in Russian)]. doi: 10.18619/2072-9146-2025-4-48-51
7. Лазько В.Э., Ковалева Е.В., Якимова О.В., Варивода Е.А. Итог трехлетней агроэкологической оценки сортов бахчевых культур волгоградской и кубанской селекции в условиях центральной зоны Краснодарского края // *Рисоводство*. 2025. Т. 24, № 1 (66). С. 77-85. [Lazko V.E., Kovaleva E.V., Yakimova O.V., Varivoda E.A. The result of a three-year agroecological assessment of melon varieties from Volgograd and Kuban breeding in the conditions of the central zone of Krasnodar region. *Rice growing*. 2025:Vol. 24:(1) (66)):77-85 (in Russian)]. doi: 10.33775/1684-2464-2025-66-1-77-85

8. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: Россельхозакадемия, 2011. 125 с. [Litvinov S.S. Methodology of field experiment in vegetable growing. Moscow: Russian Agricultural Academy, 2011;125 p. (in Russian)].
9. Рябчикова Н.Б., Корнилова М.С. Влияние сидеральных культур на хозяйственно ценные признаки арбуза столового // *Известия ФНЦО.* 2025. № 1. С. 51-56. [Ryabchikova N.B., Kornilova M.S. The influence of sideral crops on economically valuable traits of table watermelon. *Proceedings of the FNCO*. 2025;(1):51-56 (in Russian)]. doi:10.18619/2658-4832-2025-1-51-56
10. Фурса Т.Б. Селекция бахчевых культур (Методические указания). Л., 1988. 78 с. [FursaT.B. Breeding of melon crops (Guidelines):L.1988;78 p. (in Russian)].

Ирина Николаевна Бочерова
Научный сотрудник отдела селекции
E-mail: nataligrafinya@inbjx.ru

Елена Александровна Галичкина
Старший научный сотрудник отдела агротехники
E-mail: nataligrafinya@inbox.ru

Все: Быковская БСОС – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»
404067, Россия, Волгоградская обл., Быковский р-он, п. Зеленый, ул. Сиреневая, д. 11

Irina Nikolaevna Bocherova
Researcher at the Breeding Department
E-mail: nataligrafinya@inbjx.ru

Elena Alexandrovna Galichkina
Senior Researcher at the Agricultural Engineering Department
E-mail: nataligrafinya@inbox.ru

All: Bykovskaya BSOS - a branch of the FFSBSI «Federal Scientific Center for Vegetable Growing»
11, Sirenevaya str., village of Zeleny, 404067, Bykovsky district, Volgograd region, Russia,

DOI 10.33775/1684-2464-2026-72-3-72-77
УДК: 635.649:631.526.3

Брагина О.А., канд. биол. наук,
Егорова Т.А.,
Лыско И.А. канд. биол. наук
г. Краснодар, Россия

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ В ЗАЩИТЕ РИСА ОТ ПИРИКУЛЯРИОЗА

Пирикуляриоз (возбудитель — аскомицетный гриб Pyricularia oryzae Cav.) – одно из наиболее вредоносных заболеваний риса, широко распространённое в большинстве рисосеющих регионов мира, особенно в районах с благоприятными для развития болезни условиями (высокая влажность, умеренные температуры, обильные росы и туманы). Для эффективной защиты посевов необходимо применять комплекс мер, включающий использование здорового семенного материала; соблюдение севооборота и агротехнических норм; внесение сбалансированных по NPK доз удобрений; своевременную обработку фунгицидами при появлении первых признаков болезни. В работе представлены фунгициды нового поколения, эффективно борющиеся с пирикуляриозом риса. Исследование препаратов проводили на среднеустойчивом к пирикуляриозу сорте риса Рапан 2 в условиях полевого опыта на рисовой оросительной системе центральной зоны Краснодарского края (ООО «Чебургольское»). Согласно полученным в ходе испытания данным исследуемые препараты оказали положительное воздействие по всем вариантам опыта. При обработке растений на ранних стадиях заболевания и повторной обработке фунгициды Амистар Топ, СК, Икарус В, КЭ, Бенорад СП обеспечили более высокий биологический и хозяйственный эффект в защите посевов риса в отношении патогена Pyricularia oryzae Cav. с нормой расхода 0,8; 0,5 и 0,8 л/га соответственно. При этом величина сохраненного урожая к контролю составила 1,5-1,8 т/га или 26,3-31,6 %. Среди биологических препаратов выделился фунгицид Оргамика С+, Ж оказавший стимулирующее, профилактическое действие на посевы риса. При норме применения биопрепарата 1,0 л/га величина сохраненного урожая составила 22,8 %, т.е. 1,3 т/га. Профилактические обработки рекомендуется проводить в период кущения риса (7-9 листьев), а также в более уязвимую для заражения пирикуляриозом фазу выметывание-цветение.

Ключевые слова: *фунгициды, пирикуляриоз риса, биологическая эффективность, интенсивность развития заболевания, рис.*

EFFECTIVENESS OF FUNGICIDES IN PROTECTING RICE FROM BLAST DISEASE

Rice blast (caused by the ascomycete fungus Pyricularia oryzae Cav.) is one of the most damaging diseases of rice, widespread in most rice-growing regions of the world, particularly in areas with favorable conditions for disease development (high humidity, moderate temperatures, heavy dew, and fog). Effective crop protection requires a comprehensive approach, including the use of healthy seed material; crop rotation and agricultural practices; NPK-balanced fertilizer application; and timely fungicide treatment at the first signs of disease. This paper presents new-generation fungicides that effectively combat rice blast. The study was conducted on the rice variety Rapan 2, which is moderately resistant to blast, in a field trial in a rice irrigation system in the central zone of Krasnodar region(OOO Cheburgolskoye). According to the data obtained during the trial, the studied preparations had a positive effect in all experimental variants. When treating plants at the early stages of the disease and after the repeated treatment, the fungicides Amistar Top, SK, Ikarus V, KE, Benorad SP ensured a higher biological and economic effect in protecting rice crops against the pathogen Pyricularia oryzae Cav. at the application rate of 0.8; 0.5 and 0.8 l/ha, respectively. Moreover, the value of the preserved yield compared to the control was 1.5-1.8 t/ha or 26.3-31.6%. Among the biological preparations, the fungicide Orgamika S+, Zh stood out, having a stimulating, preventive and therapeutic effect on rice crops. At the application rate of the biological preparation of 1.0 l/ha, the value of the preserved yield was 22.8%, i.e. 1.3 t/ha. Preventive treatments are recommended to be carried out during the rice tillering period (7-9 leaves), as well as during the emergence-flowering phase, which is more vulnerable to infection by blast.

Key words: *fungicides, rice blast, biological effectiveness, disease intensity, rice.*

Введение

Во всем мире темпы роста затрат на защиту растений примерно в пять раз опережают темпы прироста сельскохозяйственной продукции. С расширением ассортимента химических средств защиты растений увеличение затрат сопровождается ростом объёмов применения пестицидов [2, 9]. В условиях глобального перехода к принципам устойчивого развития и усиления регуляторных требований к экологической безопасности сельскохозяйственной продукции особую актуальность приобретает дифференцированный подход к защите растений [1, 6, 10, 11, 16, 18].

Рисоводство Краснодарского края представляет собой ключевой сегмент отечественного агропромышленного комплекса и занимает важное место в социально-экономической сфере, так как рис является наиболее высокодоходной культурой из числа всех зерновых. Однако несмотря на значительный потенциал, рисоводческая отрасль сталкивается с

серьезными проблемами. Пирикуляриоз – значимый фактор, существенно ограничивающий производство риса в регионе. Ежегодно потери урожая составляют до 10-30 %, достигая в годы эпифитотий 100 % [3-5, 8]. Патоген поражает все надземные органы растения в течение всего вегетационного периода. На стадии биотрофии возбудитель пирикуляриоза риса формирует аппрессорий, после чего патоген переходит к активному разрушению тканей (некротрофии) [14, 15, 17]. Защита риса от экономически значимого заболевания требует комплексного подхода, включающего селекцию устойчивых сортов риса, соблюдение агротехнических приемов, таких как севооборот и своевременное уничтожение растительных остатков, а также использование фунгицидов [13, 20]. Борьба с пирикуляриозом осложняется высокой генетической изменчивостью возбудителя, позволяющей ему быстро адаптироваться к новым устойчивым сортам растений и фунгицидам. Несмотря на высокую эффективность, средства защиты растений вызывают развитие резистентности у патогенов, что приводит к вынужденному увеличению норм применения химических пестицидов [1, 12].

Ассортимент химических фунгицидов против пирикуляриоза риса достаточно широк, что позволяет выбирать наиболее эффективные препараты в зависимости от ситуации. В то же время выбор биологических фунгицидов ограничен, хотя они представляют интерес как более экологичная альтернатива химическим пестицидам [6, 10, 11]. В табл. 1 представлены фунгициды, которые зарегистрированы в Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации.

Таблица 1. Фунгициды, допущенные к применению на посевах риса для борьбы с пирикуляриозом

№ п/п	Наименование препарата	Действующее вещество	Норма расхода, л/га
Химические фунгициды			
1	Амистар Топ, СК	Азоксистробин + дифеноконазол	0,8-1
2	Триактив, КС	Азоксистробин + тебуконазол + ципроконазол	0,8-1
3	Бенорад, СП	Беномил	2,0
4	Винтаж, МЭ	Дифеноконазол + флутриафол	0,8-1
5	Фуджи 1, КЭ	Изопротиолан	1,0-1,5
6	Экселент, КС	Пикоксистробин	0,75
7	Аканто Плюс, КС	Пикоксистробин + ципроконазол	0,7
8	Аканто Плюс КА, КС	Пикоксистробин + ципроконазол	0,7
9	Амистар Трио, КЭ	Пропиконазол + азоксистробин + ципроконазол	1,0-1,5
10	Проназол Про, КЭ	Пропиконазол + тебуконазол	0,3-0,4
11	Ланцея, КМЭ	Протиоконазол + пикоксистробин	0,8-1,2
12	Деларо, КС	Протиоконазол + трифлоксистробин	0,5-1,0
13	Колосаль, КЭ	Тебуконазол	0,75
14	Икарус В, КЭ	Тебуконазол	0,75
15	Импакт Супер, КС	Тебуконазол + флутриафол	0,75-0,9
16	Фактор Супер, КС	Тебуконазол + флутриафол	0,75-0,9
Биологические фунгициды			
17	Оргамика С+, Ж (не менее 5×10^9 КОЕ/см^3 *Bacillus amyloliquefaciens,* штамм OPS-32)	*Bacillus amyloliquefaciens*, штамм OPS-32	2,0
18	Псевдобактерин 3+, Ж (не менее 2×10^9 КОЕ/см^3 *Pseudomonas aureofaciens* штамм В-2391 Д)	*Pseudomonas aureofaciens* штамм В-2391 Д	1,0

Производители фунгицидов нового поколения характеризуют их, как инновационные препараты с повышенной эффективностью, воздействующие на процессы обмена болезнетворных организмов, стимулирующие защитные процессы растения. Они быстро проникают в ткани растений, устойчивы к смыванию осадками и предотвращают развитие резистентности патогенов.

Действующие компоненты препарата Триактив, КС подавляют патогены на всех стадиях их жизненного цикла: при проникновении в растение, последующем росте и развитии в его тканях, а также при спорообразовании. Азоксистробин блокирует перенос электронов в дыхательной цепи грибов, останавливая прорастание спор, рост грибницы и спорообразование; частично перераспределяется по близлежащим листьям. Тебуконазол и ципроконазол подавляют синтез эргостерина (нарушая структуру клеточных мембран грибов), что приводит к гибели патогена.

Цель исследований

Выявить наиболее эффективные фунгициды, способствующие сохранности урожая и болезнеустойчивости риса.

Материалы и методы

Исследование химических и биологических препаратов проводили на среднеустойчивом к пирикуляриозу сорте риса Рапан 2 в условиях полевого опыта на рисовой оросительной системе центральной зоны Краснодарского края (ООО «Чебургольское»). В качестве объекта исследования были выбраны следующие препараты: Икарус В, КЭ, Бенорад СП, Триактив, КС, Амистар Топ, СК, Оргамика С+, Ж, Псевдобактерин 3+, Ж, Биосфера Фунгимен, Ж.

Характеристика испытуемых препаратов представлена в таблице 2.

Таблица 2. Состав и производитель препаратов, применяемых в защите риса от пирикуляриоза

№ п/п	Препарат	Действующее вещество	Химический класс	Производитель
Химические (синтетические)				
1	Амистар Топ, СК	Азоксистробин + дифеноконазол	Стробилурины Триазолы	ООО «Сингента»
2	Икарус В, КЭ	Тебуконазол	Триазолы	АО «Август», Rotam Ltd
3	Бенорад, СП	Беномил	Бензимидазолы	АО «Август»
4	Триактив, КС	Азоксистробин + тебуконазол + ципроконазол	Стробилурины Триазолы	ООО «АгрусХим»
Биологические препараты (микробиологические)				
5	Оргамика С+, Ж	не менее 5×10^9 КОЕ/см^3 *Bacillus amyloliquefaciens, штамм* OPS-32	Бактериальные фунгициды	ООО «ОРГАНИК ПАРК»
7	Биосфера Фунгимен, Ж	*Bacillus subtilis*	Бактериальные фунгициды	ООО «Биосфера»
8	Псевдобактерин 3+, Ж	не менее 2×10^9 КОЕ/см^3 *Pseudomonas aureofaciens* штамм В-2391 Д)	Бактериальные фунгициды	ООО «ОРГАНИК ПАРК»

Исследования проводили на делянках площадью 18 м^2, повторность опыта – двукратная. Норма высева – 7 млн всхожих семян/га. Обработки фунгицидами проводили в фазы конец кущения-начало трубкования (15.07.2025) и колошения (31.07.2025). Идентификацию патогена определяли по морфолого-культуральным характеристикам. Мониторинг развития заболевания на посевах риса осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками [8, 13]. Степень поражения растений оценивали по десятибалльной шкале, разработанной Международным институтом риса (Филиппины) [7, 19].

Таблица 3. Метеорологические данные периода вегетации 2025 года (Краснодарский край, Красноармейский район)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С		Осадки, мм		Относительная влажность воздуха, %
		средняя многолетняя	2025 год	средние многолетние	2025 год	
Май	1	15,0	16,8	18,0	17,8	79
	2	16,8	15,9	19,0	29,2	80
	3	18,5	20,4	20,0	37,6	79
Июнь	1	19,5	24,4	22,0	0,2	75
	2	20,4	21,7	23,0	31,0	82
	3	21,3	21,4	22,0	4,8	78
Июль	1	22,5	25,9	21,0	0,0	70
	2	23,2	29,2	20,0	0,8	80
	3	23,8	29,9	19,0	0,0	64
Август	1	23,7	25,2	17,0	1,6	66
	2	22,7	25,1	15,0	0,0	62
	3	21,6	25,0	15,0	0,0	61
Сентябрь	1	19,3	19,6	13,0	3,6	66
	2	17,4	18,7	12,0	1,2	71
	3	15,6	19,9	13,0	1,3	72

Результаты и обсуждение

В связи с экстремально жаркими и сухими погодными условиями лета 2025 года, первые симптомы пирикуляриоза риса были зафиксированы во второй декаде июля. На начальном этапе отмечалось умеренное, постепенное развитие заболевания (табл. 3).

Наиболее интенсивное развитие заболевания наблюдали в августе-сентябре. Резкие перепады

ночной и дневной температуры воздуха вызывали выпадение обильной росы (до 10 часов в сутки), что совпало с фазой формирования метелки и привело к существенным потерям урожая риса.

В борьбе с пирикуляриозом риса были применены химические и биологические фунгициды (табл. 4).

Таблица 4. Схема обработки риса от пирикуляриоза (ООО «Чебургольское»)

№ п/п	Наименование фунгицида	Схема применения (время обработки, норма применения, л/га)	
		Первые симптомы пирикуляриоза (конец кущения – начало выхода в трубку)	Через 14 дней после первой обработки (выметывание-цветение)
1	Контроль	–	–
2	Амистар Топ, СК	0,8	0,8
3	Икарус В, КЭ	0,5	0,5
4	Бенорад, СП	0,8	0,8
5	Триактив, КС	1,0	1,0
6	Оргамика С+, Ж	1,0	1,0
7	Биосфера Фунгимен, Ж	2,1	2,1
8	Псевдобактерин 3+, Ж	1,0	1,0

Перед обработкой опытных делянок препаратами проведено обследование посевов на наличие заболевания. Оценка распространенности и развития заболевания растений риса до и после 2-й обработки препаратами представлена в таблице 5.

Таблица 5. Интенсивность развития и распространенность пирикуляриоза, % (ООО «Чебургольское»)

№ п/п	Наименование фунгицида	Распространенность, %		Развитие, %		Биологическая эффективность, %
		1 учет до обр.	2 учет после обр.	1 учет до обр.	2 учет после обр.	
1	Контроль	48,9	40,0	58,4	67,2	-
2	Амистар Топ, СК	42,2	33,3	48,9	34,8	48,2
3	Икарус В, КЭ	45,6	36,7	36,6	32,2	52,0
4	Бенорад, СП	39,0	30,0	31,7	29,8	55,7
5	Триактив, КС	43,5	35,8	38,2	33,3	50,4
6	Оргамика С+, Ж	42,9	38,2	38,9	38,9	42,1
7	Биосфера Фунгимен, Ж	39,4	32,8	41,2	46,2	31,2
8	Псевдобактерин 3+, Ж	41,1	36,1	39,8	46,6	30,6

Результаты осмотра растений в период вегетации показали, что эффективность изучаемых фунгицидов в борьбе с пирикуляриозом риса была различной. Распространенность и развитие заболевания сдерживали все изучаемые препараты, но наиболее эффективными оказались химические фунгициды.

В таблице 6 представлены показатели хозяйственной эффективности исследуемых фунгицидов на посевах сорта риса Рапан 2. На основе полученных данных проведена оценка биологической и хозяйственной эффективности схем применения препаратов в борьбе с пирикуляриозом.

Таблица 6. Сравнительная и хозяйственная эффективность испытуемых фунгицидов (ООО «Чебургольское»)

-	Наименование фунгицида	Густота стеблестоя, шт/м²	Урожайность, т/га	Величина сохраненного урожая	
				т/га	%
1	Контроль	290	5,7	-	-
2	Амистар Топ, СК	326	7,3	1,6	28,1
3	Икарус В, КЭ	326	7,2	1,5	26,3
4	Бенорад, СП	335	7,5	1,8	31,6
5	Триактив, КС	323	7,2	1,5	26,3
6	Оргамика С+, Ж	327	7,0	1,3	22,8
7	Биосфера Фунгимен, Ж	318	6,9	1,2	21,0
8	Псевдобактерин 3+, Ж	305	6,7	1,0	17,5
$НСР_{05}$		23,11	0,47	-	-

В борьбе с пирикуляриозом риса испытуемые препараты показали хорошие результаты.

№ 2 (Амистар Топ, СК 0,8 л/га), при появлении первых симптомов заболевания, повторная обработка через 14 дней после первой обработки. Интенсивность развития метельчатой формы пирикуляриоза перед уборкой в данной схеме составила 34,8 %, урожайность – 7,3 т/га; величина сохраненного урожая – 28,1 %.

№ 3 (Икарус В, КЭ 0,5 л/га). Интенсивность развития метельчатой формы пирикуляриоза – 32,2 %, урожайность – 7,2 т/га; величина сохраненного урожая – 26,3 %.

№ 4 (Бенорад, СП 0,8 л/га). Интенсивность развития метельчатой формы пирикуляриоза – 29,8 %, урожайность – 7,5/га; величина сохраненного урожая – 31,6 %.

№ 5 (Триактив, КС 1,0 л/га). Интенсивность развития метельчатой формы пирикуляриоза – 33,3 %, урожайность – 7,2 т/га; величина сохраненного урожая – 26,3 %.

Среди биологических препаратов выделился фунгицид Оргамика С+, Ж.

№ 6 (Оргамика С+, Ж + 1,0 л/га). Интенсивность развития метельчатой формы пирикуляриоза – 38,9 %, урожайность – 7,0 т/га; величина сохраненного урожая – 22,8 %.

№ 7 (Биосфера Фунгимен, Ж 2,1 л/га). Интенсивность развития метельчатой формы пирикуляриоза – 46,2 %, урожайность – 6,9 т/га; величина сохраненного урожая – 21,0 %.

№ 8 (Псевдобактерин 3+, Ж 1,0 л/га). Интенсивность развития метельчатой формы пирикуляриоза – 46,6 %, урожайность – 6,7 т/га; величина сохраненного урожая – 17,5 %.

Выводы

Фунгициды Амистар Топ, СК, Икарус В, КЭ и Бенорад, СП с оптимальной нормой расхода 0,8; 0,5 и 0,8 л/га соответственно, при обработке растений на ранних стадиях заболевания и повторной обработке показали наиболее высокую биологическую и хозяйственную эффективность в отношении патогена *Pyricularia oryzae* Cav. как по показателю «распространенность», так и по показателю «развитие» заболевания. Препараты в исследуемых нормах расхода проявили сильное защитное действие. Биологические препараты Оргамика С+, Ж, Биосфера Фунгимен, Ж и Псевдобактерин 3+, Ж при оптимальной норме расхода 1,0; 2,1 и 1,0 л/га соответственно создают защитный барьер на поверхности растений благодаря антагонистической активности, но слабо подавляют развитие заболевания, которое уже имеется на растении, что наглядно демонстрирует показатель интенсивности развития заболевания.

Фунгициды показали свою высокую биологическую и хозяйственную эффективность в защите посевов риса от возбудителя пирикуляриоза (Pyricularia oryzae Cav.) в полевых испытаниях. Рекомендуется проводить профилактические обработки в период кущения риса (7-9 листьев), а также же в более уязвимую для заражения пирикуляриозом фазу выметывание – цветение. Частота обработок зависит от погодных условий (влажности, продолжительности росяного периода и температурных колебаний) и появления – распространения патогена. Исследуемые препараты показали высокую эффективность против пирикуляриоза риса, что препятствует развитию устойчивости патогена к фунгицидам.

Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, грант № 075-15-2025-574.

Литература / References

1. Баздырев Г.И., Третьяков Н.Н., Белошапкина О.О. Интегрированная защита растений от вредных организмов: учеб. пособие. Москва: ИНФРА-М, 2023. 302 с. [Bazdyrev G.I., Tretyakov N.N., Beloshapkina O.O. Integrated plant protection from pests: textbook. Manual. Moscow: INFRA-M, 2023;302 p. (in Russian)].
2. Белолипов Р.П., Коновалова С.Н. Особенности ценообразования на продукцию сельского хозяйства в условиях санкционной экономики // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2024. Т. 17, № 2(81). С. 185–195. [Belolipov R.P., Konovalova S.N. Features of pricing for agricultural products in the context of a sanctions economy. *Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*. 2024;17:2(81):185–195(in Russian)].
3. Брагина О.А., Говердовская М.Д., Лыско И.А., Есаулова Л.В. Пирикуляриоз риса: мониторинг, прогноз распространения в Краснодарском крае // *Аграрная наука*. 2025. №12. С. 138-146. [Bragina O.A., Goverdovskaya M.D., Lysko I.A., Esaulova L.V. Rice blast: monitoring, forecast of spread in Krasnodar region. *Agrarian science.* 2025;12:138-146 (in Russian)]. doi: 10.32634/0869-8155-2025-401-12-138-146
4. Брагина О.А., Оглы А.М. Устойчивость сортов риса к возбудителю пирикуляриоза в различных агроэкологических условиях Краснодарского края // *Труды КубГАУ*. 2020. № 84. С. 95-99. [Bragina O.A., Ogly A.M. Resistance of rice varieties to the blast pathogen in various agroecological conditions of the Krasnodar region. *Proceedings of KubSAU*. 2020;84:95-99 (in Russian)]. doi: 10.21515/1999-1703-84-95-99
5. Зеленский Г.Л. Иммунологическая защита сельскохозяйственных культур от болезней: теория и практика. // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова. 2012. С. 427-440. [Zelensky G.L. Immunological protection of agricultural crops from diseases: theory and practice. In: proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 125th

anniversary of the birth of N.I. Vavilov. 2012;427-440 (in Russian)].
6. Новикова И.И. Биологическое обоснование использования полифункциональных препаратов на основе микробов-антагонистов в защите растений от болезней // *Карантин и защита растений.* 2005. №2. С. 5-9. [Novikova I.I. Biological justification for the use of multifunctional preparations based on antagonist microbes in plant disease protection. *Quarantine and plant protection.* 2005;2:5-9 (in Russian)].
7. Рагимов А.О. Статистический анализ данных в сельском хозяйстве: учебно-практическое пособие. Владимир: Издательство ВлГУ, 2022: 454 с. [Ragimov A.O. Statistical Analysis of Data in Agriculture: A Study Guide. Vladimir: VlSU Publishing House, 2022: 454 p. (in Russian)].
8. Рекомендации по комплексной защите сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорной растительности в Краснодарском крае на 2006-2012 гг. Краснодар, 2006. 198 с. [Recommendations for the integrated protection of agricultural crops from pests, diseases and weeds in Krasnodar region for 2006-2012. Krasnodar, 2006. 198 p. (in Russian)].
9. Сидоров И.В. Становление инфраструктуры химизации отечественного сельского хозяйства // *Сельскохозяйственные машины и технологии.* 2025. Т. 19, № 3. С. 74-84. [Sidorov I.V. Formation of the infrastructure of chemicalization of domestic agriculture. *Agricultural machinery and technologies.* 2025;19(3):74-84(in Russian)]. doi: 10.22314/2073-7599-2025-19-3-74-84
10. Шестеперов А.А., Грибоедова О.Г. Противоречия парадигмы интегрированной системы защиты растений // *Труды ВИЭВ.* 2018.Т.80(II)С. 408-411. [Shesteperov A.A., Griboyedova O.G. Contradictions of the paradigm of the integrated plant protection system. *Proceedings of VIEV.* 2018;80(II):408-411 (in Russian)]. https://elibrary.ru/ysiidz
11. Штерншис М.В., У. Джалилов, Андреева И.В., Томилова О.Г. Биологическая защита растений. Москва: Колос, 2004. 264 с. [Shternshis M.V., U. Dzhalilov, Andreeva I.V., Tomilova O.G. Biological protection of plants. Moscow: Kolos, 2004. 264 p. (in Russian)]. https://elibrary.ru/htnxrf
12. Ballini E., Morel J.B., Droc G., Courtois B., Notteghem J.-L., Tharreau D. A genome- wide meta-analysis of rice blast resistance genes and quantitative trait loci providesnew insights into partial and complete resistance. Molecular Plant-Microbe Interactions. 2008;21:859-868. doi: 10.1094/MPMI-21-7-0859
13. CABI Invasive Species Compendium: Magnaportheoryzae (rice blast disease)/ Wallingford, UK: CAB International, 2018. Available online at: ww.cabi.org/isc
14. Maciel J.L Magnaporthe oryzae, the blast pathogen: current status and options for its control. CABI Reviews. 2011; P.1-8. doi: 10.1079/PAVSNNR20116050
15. Fry W. Phytophthora infestans: the plant (and R gene) destroyer. Molecular Plant Pathology. 2008;9(3):385- 402.
16. Montes M.S., Nielsen B.J., Schmidt S.G., Bødker L., Kjøller R., Rosendahl S. Population genetics of Phytophthora infestans in Denmark reveals dominantly clonal populations and specific alleles linked to metalaxyl-M resistance. *Plant Pathology Journal.* 2016;65(5):744-753. doi: 10.33866/phytopathol.029.02.0402
17. Randall, J. G. Mind-wandering, cognition, and performance: A theory-driven meta-analysis of attention regulation. *Psychological Bulletin.* 2014; 140(6):1411–1431. doi: 10.1037/a0037428
18. Saville A., Graham K., Grünwald N.J., Myers K., Fry W.E., Ristaino J.B. Fungicide sensitivity of US genotypes of Phytophthora infestans to six oomycetetargeted compounds. *Plant Disease.* 2015;99(5):659-666. https://www.academia.edu/attachments/52512229/download_file
19. Standard evaluation system for rice. 4th ed. Manila: International Rice Research Institute, 1996;52 p.
20. Swodesh R.A., Yuvraj D. Review On Various Management Method Of Rice Blast Disease. *Malaysian Journal of Sustainable Agriculture.* 2020;4(1):29–33. doi: 10.26480/mjsa.01.2020.29.33

Олеся Анатольевна Брагина
Ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений
E-mail: olesya.bragina.1984@mail.ru

Olesya Anatolyevna Bragina
Leading Researcher, Laboratory of Plant Immunity and Protection
E-mail: olesya.bragina.1984@mail.ru

Ирина Анатольевна Лыско
Ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений
E-mail: ilysko@mail.ru

Irina Anatolyevna Lysko
Leading Researcher, Laboratory of Plant Immunity and Protection
E-mail: ilysko@mail.ru

Татьяна Алексеевна Егорова
Младший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений
E-mail: putintseva73@yandex.ru

Tatiana Alekseevna Egorova
Junior Researcher at the Laboratory of Plant Immunity and Protection
E-mail: putintseva73@yandex.ru

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

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

DOI 10.33775/1684-2464-2026-72-3-78-83
УДК 631.452, 631.459

Гергель В. В.
Меряхин А.К.
г. Краснодар, Россия

АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ В БОГАРНОМ ЗВЕНЕ РИСОВОГО СЕВООБОРОТА

В ходе интенсивного использования земель, наблюдается тенденция к уменьшению содержания в почве не только органического вещества, но и тесно взаимосвязанных с ним элементов минерального питания. Это, в свою очередь, может приводить к снижению урожайности риса и сопутствующих культур. Исследования проводились в 2025 году на основе полевого опыта, заложенного на рисовой оросительной системе ФГБНУ «ФНЦ риса» в богарном звене рисового севооборота. Объектами исследований были лугово-черноземные почвы опытных участков. Общая площадь опытных участков – 16,35 га. Определяли содержание гумуса, водорастворимого органического вещества, легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и калия. В результате проведенных исследований установлено, что почвы опытных участков содержат от 2,05 до 2,97 % гумуса и характеризуются низкими показателями обеспеченности. По содержанию водорастворимого органического вещества в опыте значительных сезонных различий между вариантами выявлено не было. В течение периода вегетации происходило уменьшение количества легкогидролизуемого азота. На изучаемых участках отмечены средний, высокий и повышенный уровни его содержания от 4,70-7,12 мг/100 г весной, до 4,08-6,64 мг/100 г в осенний период. Изучаемые почвы характеризовались средним содержанием подвижного фосфора (весной величина данного показателя 5,33-6,84 мг/100 г, а осенью 4,80-6,31 мг/100 г) и высоким содержанием подвижного калия (от 23,50-29,25 мг/100 г в весенний период, до 21,50-27,75 мг/100 г осенью). Отмечено слабое сезонное изменение количества подвижных форм фосфора и калия в опыте.

Ключевые слова: *почва, плодородие рисовый севооборот, гумус, водорастворимое органическое вещество, легкогидролизуемый азот, подвижные формы элементов, фосфор, калий.*

AGROCHEMICAL PROPERTIES OF MEADOW-CHERNOZEM SOIL IN THE RAINFED LINK OF RICE CROP ROTATION

In the course of intensive land use, there is a tendency to decrease the content of not only organic matter in the soil, but also closely interrelated elements of mineral nutrition. This, in turn, can lead to lower yields of rice and related crops. The research was conducted in 2025 based on a field experiment established in the rice irrigation system of FSBSI "Federal Scientific Rice Centre" in the rainfed link of the rice crop rotation. The objects of research were meadow-chernozem soils of the experimental plots. The total area of the experimental plots is 16.35 hectares. The content of humus, water-soluble organic matter, easily hydrolyzable nitrogen, mobile phosphorus and potassium is determined. As a result of the conducted research, it was found that the soils of the experimental plots contain from 2.05 to 2.97% humus and were characterized by low availability rates. There were no significant seasonal differences between the variants in terms of the content of water-soluble organic matter in the experiment. During the growing season, the amount of easily hydrolyzable nitrogen decreased. The studied sites showed average, high and increased levels of its content from 4.70-7.12 mg/100 g in spring, to 4.08-6.64 mg/100 g in autumn. The studied soils were characterized by an increased content of mobile phosphorus (in spring, the value of this indicator was 5.33-6.84 mg/100 g, and in autumn - 4.80-6.31 mg/100 g) and an average content of mobile potassium (from 23.50-29.25 mg/100 g in spring, to 21.50-27.75 mg/100 g in autumn). There was a slight seasonal change in the amount of mobile forms of phosphorus and potassium in the experiment.

Key words: *soil, fertility, rice crop rotation, humus, water-soluble organic matter, easily hydrolyzable nitrogen, mobile forms of elements, phosphorus, potassium.*

Введение

Возделывание большинства сельскохозяйственных растений, в том числе риса, сопряжено со снижением естественного плодородия почвы [12]. Одним из наиболее важных факторов, определяющих его уровень, является гумус. Органическое вещество все чаще рассматривается как индикатор качества почвы и традиционно используется для оценки ее плодородия [22].

Участвуя в экосистемных циклах углерода, азота и других основных элементов, гумус является одним из основных показателей устойчивости и стабильности биосферы [4, 19]. Он представляет собой совокупность всех органических соединений, находящихся в почве, но не входящих в состав живых организмов или их образований, а также не участвующих в построении тканей их остатков. Гумус – это индивидуальные органические сое-

динения (как специфические, так и неспецифические), продукты их взаимодействия, а также органические соединения, находящиеся в форме органо-минеральных образований [9].

Водорастворимое органическое вещество является наиболее динамичной и биодоступной частью почвенной органики, а также выступает индикатором трендов изменения гумусного состояния в целом [10, 21]. Вместе с тем следует отметить, что до последнего времени этот показатель, как одна из составных частей гумуса, определялся в почвах довольно редко [4].

С содержанием гумуса тесно связано количество и формы важнейшего элемента минерального питания – азота. Наиболее доступный источник пополнения запасов минеральных соединений азота – легкогидролизуемый азот. Легкогидролизуемый азот состоит из минеральных и органических соединений и легко подвергается минерализации в природных условиях. Содержание этой формы зависит от количества в почве общего азота и слабо изменяется под воздействием внешних факторов в межвегетационный период. Поэтому легкогидролизуемый азот может выступать в качестве критерия обеспеченности почв азотом [2, 14].

Важное место в минеральном питании занимает фосфор. Самыми доступными для растений являются подвижные формы фосфора, так как на их поглощение корнями затрачивается наименьшее количество энергии. Сюда можно отнести фосфаты щелочных металлов, аммония, кислые фосфаты кальция и магния, часть свежеосажденных фосфатов кальция и магния, разноосновные фосфаты кальция и частично – фосфаты алюминия. [14].

Содержание калия в почве определяется, прежде всего, минералогическим составом [11]. Следует отметить, что почвы рисовых полей в сравнении с их неорошаемыми аналогами лучше обеспеченны данными формами калия, что связанно с более интенсивно протекающими при возделывании риса процессами выветривания и гидролиза калийсодержащих алюмосиликатов [6, 13].

В агрономических целях при характеристике плодородия почв в отношении калия имеет значение определение не столько валового калия, сколько главным образом той его части, которая является наиболее растворимой и доступной растениям, а она составляет лишь небольшую долю общего калия почвы [11, 14].

Как известно, в ходе интенсификации рисоводства и активной эксплуатации земельных угодий, в почве складывается тенденция к уменьшению не только органического вещества, но и содержания азота, а также других элементов питания. Это в конечном итоге становится предпосылкой для снижения урожайности риса и сопутствующих культур [12].

В связи с изложенным актуально изучение содержания гумуса и водорастворимого органического вещества, легкогидролизуемого азота, подвижных форм фосфора и калия в рисовой лугово-черноземной почве при возделывании культур богарного звена рисового севооборота.

Цель исследований

Изучить изменение агрохимических свойств лугово-черноземной почвы в богарном звене рисового севооборота.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2025 году в условиях полевого опыта, заложенного на рисовой оросительной системе ФГБНУ «ФНЦ риса» в богарном звене рисового севооборота. Общая площадь опытных участков – 16,35 га.

Схема опыта.

1. Озимая пшеница к. 16 (используемый под суходольные культуры).
2. Озимая пшеница к. 30.
3. Озимая пшеница к. 36.
4. Лен к. 2, ч. 3.
5. Соя к. 2, ч. 1.

Объектом исследований являлись лугово-черноземные почвы. Для проведения исследований весной и осенью на опытных участках были отобраны почвенные пробы [15]. В горизонтах почвы 0-20 и 20-40 см были определены: содержание гумуса по Тюрину в модификации ЦИНАО [3], водорастворимое органическое вещество почвы по Кононовой, Бельчиковой [1, 3]; в горизонте 0-20 см – легкогидролизуемый азот по Тюрину-Кононовой [1], подвижный фосфор и калий по Чирикову [8].

Результаты и обсуждение

Гумус является генетической характеристикой и интегральным показателем плодородия почвы, с которым тесно связано множество её свойств и режимов. Он играет весомую роль в питании растений, создании почвенного плодородия. Содержание гумусовых веществ в значительной степени определяет агроэкологическое качество земель [9, 16]. Количество гумуса в почвах изучаемых участков на различной глубине отражено в таблице 1.

Таблица 1. Содержание в почве гумуса и водорастворимого органического вещества

Вариант опыта	Срок отбора	Глубина отбора, см	Гумус, %	Водорастворимое органическое вещество, %
Озимая пшеница к. 16	весна	0-20	2,85	0,010
		20-40	2,70	0,001
	осень	0-20	2,82	0,010
		20-40	2,68	0,008
Озимая пшеница к. 30)	весна	0-20	2,62	0,006
		20-40	2,53	0,004
	осень	0-20	2,59	0,006
		20-40	2,50	0,004
Озимая пшеница к. 36	весна	0-20	2,62	0,009
		20-40	2,08	0,007
	осень	0-20	2,59	0,008
		20-40	2,05	0,007
Лен к.2, ч 3	весна	0-20	2,94	0,009
		20-40	2,91	0,005
	осень	0-20	2,97	0,008
		20-40	2,68	0,005
Соя к.2, ч 1	весна	0-20	2,82	0,008
		20-40	2,08	0,004
	осень	0-20	2,79	0,007
		20-40	2,08	0,004

Как показывают результаты исследований, содержание гумуса закономерно снижалось вниз по почвенному профилю. Так, если на глубине 0-20 см его количество весной и осенью варьировалось в пределах 2,62-2,94 и 2,59-2,97 %, то в слое 20-40 см этот показатель составлял уже 2,08-2,91 и 2,05-2,68 % соответственно. Рисовые лугово-черноземные почвы опытных участков в целом содержат от 2,05 до 2,97 % гумуса, что позволяет отнести их к малогумуссированным (слабогумусным) почвам [17].

Важнейшая составная часть гумуса – органическое вещество, наиболее динамичной частью которого является водорастворимое органическое вещество (ВОВ). Водорастворимое органическое вещество является ближайшим резервом активного (трансформируемого или потенциально минерализуемого) органического вещества.

Эта фракция отражает изменения гумусного состояния и процессов почвообразования в целом [10]. Более того, ВОВ играет роль субстрата для роста микроорганизмов, поэтому нередко используется как важный индикатор микробной активности почвы [18, 20].

Как показывают данные исследований, содержание водорастворимого органического вещества в опыте по горизонтам практически не изменялась на протяжении периода наблюдений (табл. 1).

Вместе с этим, отмечалось определенное снижение данного показателя вниз по почвенному профилю. Так, если в слое 0-20 см его величина в почве изучаемых участков, используемых под рис, находилась в пределах 0,006-0,009 %, то в слое 20-40 см – не выше 0,004-0,008. Наибольшие сезонные различия в содержании водорастворимого органического вещества в слоях 0-20 см были отмечены на чеке, длительное время не использовавшемся под рис и составили 0,001-0,010 %.

До сих пор нет единого мнения о причинах, вызывающих динамику водорастворимого органического вещества почвы. Одни авторы объясняют ее темпами разложения растительных остатков и процессами минерализации собственно гумусовых веществ. Другие связывают количество ВОВ в почве с изменением гидротермических условий в течение года и влиянием возделываемой культуры [5].

Как известно, содержание гумуса тесно связано с количеством и формами нахождения в почве азота. Этот важнейший элемент минерального питания растений, в значительной степени, определяет рост и развитие растений, формирование ассимиляционной поверхности.

Количество легкогидролизуемого азота в слое 0-20 см почвы изучаемых участков находилось в пределах от 4,70-7,12 мг/100 г весной, до 4,08-6,64 мг/100 г в осенний период (табл. 2).

Таблица 2. Содержание в почве (0-20 см) легкогидролизуемого азота и подвижных форм фосфора и калия, мг/100 г почвы

Вариант	Срок отбора	Показатели		
		азот легкогидролизуемый	P_2O_5	K_2O
Озимая пшеница к. 16	весна	7,12	7,11	27,00
	осень	6,64	7,37	23,00
Озимая пшеница к. 30	весна	4,70	6,22	27,25
	осень	4,56	6,31	24,00
Озимая пшеница к. 36	весна	5,85	6,57	23,50
	осень	5,45	6,75	21,50
Лен к.2, ч. 3	весна	6,47	6,84	29,00
	осень	6,28	6,84	27,75
Соя к.2, ч. 1	весна	5,22	5,33	29,25
	осень	4,08	4,80	22,00

При этом наибольшими значениями данного показателя – 7,12 и 6,64 мг/100 г соответственно – характеризовался вариант, где рис длительное время не возделывался. Факт накопления здесь легкогидролизуемого азота может быть обусловлен интенсивной минерализацией органического вещества в силу постоянного наличия благоприятных для этого окислительно-восстановительных условий – отсутствия затопления.

В течение периода вегетации происходило уменьшение количества легкогидролизуемого азота на всех опытных участках на 2,99-21,84 %, что может быть связано с активизацией в почве процессов минерализации и потреблением азота растениями.

На опытных участках отмечалось среднее, высокое и повышенное содержание легкогидролизуемого азота [9].

Важное место в минеральном питании занимает фосфор. Наиболее доступными для растений являются подвижные формы фосфора, так как на их поглощение корнями затрачивается наименьшее количество энергии. Наибольшее содержание подвижных форм фосфора в весенний и осенний периоды – 7,11 и 7,37 мг/100 г соответственно – было обнаружено, как и ожидалось, на участке, длительное время не используемом под культуру риса, что обусловлено преобладанием здесь окислительных процессов и длительным их протеканием [7]. В остальных вариантах опыта за время наблюдений также отмечено слабое сезонное изменение количества подвижных фосфатов. Весной величины данного показателя были 5,33-6,84 мг/100 г, а к осени составили 4,80-6,31 мг/100 г.

По степени обеспеченности подвижным фосфором почва опытных участков относится к почвам со средним его содержанием [9].

Количество подвижных форм калия так же, как и подвижного фосфора, в опыте характеризовалось малыми различиями по вариантам – от 23,50-29,25 мг/100 г в весенний период, до 21,50-27,75 мг/100 г осенью. Отмечено также сезонное снижение подвижных форм калия на 1,25-7,25 мг/100 г.

По степени обеспеченности подвижным калием, почва опытных участков относится к почвам с высоким его содержанием [9].

Выводы

1. Рисовые лугово-черноземные почвы содержат от 2,05 до 2,97 % гумуса, что позволяет отнести их к малогумусированным (слабогумусным) почвам. Содержание водорастворимого органического вещества в почве снижалось вниз по почвенному профилю, при этом существенных сезонных различий между вариантами опыта не выявлено. Наибольшие сезонные различия в содержании водорастворимого органического вещества в слоях 0-20 см были отмечены на чеке, длительное время не использовавшемся под рис и составили 0,001-0,010 %.

2. Количество легкогидролизуемого азота в слое 0-20 почвы изучаемых участков находилось в пределах от 4,70-7,12 мг/100 г весной, до 4,08-6,64 мг/100 г в осенний период. В течение периода вегетации отмечено уменьшение содержания легкогидролизуемого азота на 2,99-21,84 %. Почвы опытных участков характеризуются средним, высоким и повышенным уровнем обеспеченности данным элементом.

3. Наибольшее содержание подвижных форм фосфора в весенний и осенний периоды – 7,11 и 7,37 мг/100 г соответственно – было обнаружено, на участке, длительное время не используемом под культуру риса, что обусловлено, преобладанием здесь окислительных процессов и длительным их протеканием. В остальных вариантах опыта за время наблюдений также отмечено слабое сезонное изменение количества подвижных фосфатов. Весной величины данного показателя были 5,33-6,84 мг/100 г, а к осени составили 4,80-6,31 мг/100 г. По степени обеспеченности подвижным фосфором почвы опытных участков относятся к почвам со средним его содержанием.

4. Количество подвижных форм калия, так же как и подвижного фосфора, в опыте характеризовалось малыми различиями по вариантам – от 23,50-29,25 мг/100 г в весенний период, до 21,50-27,75 мг/100 г осенью. Отмечено также сезонное снижение подвижных форм калия на 1,25-7,25 мг/100 г. Почва опытных участков характеризовалась высоким его содержанием.

Литература / References

1. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Изд. 3-е, перераб. и доп. Л.: «Колос», 1976. 280 с. [Alexandrova L.N., Naidenova O.A. Laboratory and practical exercises in soil science. 3rd Ed., reprint. and additional l.: “Kolos”, 1976;280 (in Russian)].
2. Алёшин Е.П. Сметанин А.П., Тур Н.С. Удобрение риса. Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1973. 160 с. [Alyoshin E.P. Smetanin A.P., Tur N.S. Rice fertilization / Krasnodar: Krasnodar Book Publishing House, 1973;160 (in Russian)].
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 488 с. [Arinushkina E.V. Handbook of Chemical Analysis of Soils. Moscow: Moscow State University Publishing House, 1970;488 (in Russian)].
4. Горбов, С.Н., Безуглова О.С., Скрипников П.Н., Тищенко С.А. Растворимое органическое вещество в почвах Ростовской агломерации // *Почвоведение*. 2022, № 7, С. 894–908 [Gorbov, S.N., Bezuglova O.S., Skripnikov P.N., Tishchenko S.A. Soluble organic matter in the soils of the Rostov agglomeration. *Soil Science*. 2022;7:894-908 (in Russian)]. doi: 10.31857/S0032180X2207005X
5. Дедов А.В., Придворцев Н.И., Верзилин В.В. Трансформация послеуборочных остатков и содержание водорастворимого гумуса в черноземе выщелоченном // *Агрохимия*. 2004. № 2. С 13-22. [Dedov A.V., Dvortsev N.I., Verzilin V.V. Transformation of post-harvest residues and the content of water-soluble humus in leached chernozem. *Agrochemistry*. 2004;2:13-22 (in Russian)].
6. Джулай А.П., Алёшин Е.П., Величко Е.Б. Культура риса на Кубани. Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1980. 208 с. А. [Julay, A. P., Aleshin, E. P., Velichko, E. B. Rice culture in Kuban. Krasnodar: Krasnodar Book Publishing House, 1980;208 (in Russian)].
7. Кауричев И.С., Ганжара Н.Ф. Почвоведение. М.: “Агроконсалт”, 2001. 392 с. [Kaurichev I.S., Ganzhara N.F. Soil Science. M.: Agroconsult, 2001;392 (in Russian)].
8. Кидин В.В., Дерюгин В.П., Кобзаренко В.И. и др. Практикум по агрохимии. М.: Колосс, 2008. 599 с. [Kidina, V.V., Deryugin, V.P., Kobzarenko, V.I. et al. Workshop on agrochemistry. M. N.: Koloss, 2008;599 (in Russian)].
9. Куркаев В.Т., Шеуджен А.Х. Агрохимия: учеб. пособие для студентов вузов по агр. спец. Майкоп: Адыгея (ГУП РИПП Адыгея), 2000. 550 с. [Kurkaev V.T., Sheudzhen A.H. Agrochemistry: textbook. manual for university students in agricultural specialities. Maikop: Adygea (GUP RIPP Adygea), 2000;550 (in Russian)].
10. Луценко Т.Н., Аржанова В.С., Ким Н.Ю. Трансформация растворенного органического вещества почвы на вырубках пихтово-елового леса (Приморский край) // *Почвоведение*. 2006. № 6. С. 674-680. [Lutsenko T.N., Arzhanova B.C., Kim N.Y. Transformation of dissolved organic matter in cleared fir-spruce forests (Primorsky Krai). *Soil Science.* 2006;6:674-680 (in Russian)].
11. Ониани О.Г. Агрохимия калия. М.: Наука, 1981. 200 с. [Oniani O.G. Agrochemistry of potassium. Moscow: Nauka, 1981;200 (in Russian)].
12. Романенко Г.А., Шащенко В.Ф. Рисовые севообороты. Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1974. 112 с. [Romanenko G.A., Shashchenko V.F. Rice crop rotations. Krasnodar: Krasnodar Book Publishing House, 1974;112 (in Russian)].
13. Химия почв рисовых полей. М.: Наука, 1976. С. 75-89 [Chemistry of soils of rice fields. Moscow: Nauka, 1976;75-89 (in Russian)].
14. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса. Майкоп: Изд-во ГУРИПП «Адыгея», 2005. 1012 с. [Sheujen A.H. Agrochemistry and physiology of rice nutrition. Maikop: GURIPP Publishing house «Adygea», 2005;1012. (in Russian)].
15. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Гуторова О.А. Руководство к практическим занятиям по экспериментальной агрохимии: учебное пособие. Майкоп: АО «Полиграф-ЮГ», 2024. 800 с. [Sheujen A.H., Bondareva T.N., Gutorova O.A. A guide to practical exercises in experimental agrochemistry: a textbook. Maikop: JSC «Polygraph-YUG», 2024;800p. (in Russian)].
16. Шеуджен А.Х., Гуторова О.А., Подколзин О.А., Хурум Х.Д., Илларионова Т.А. Гумусное состояние почв рисовых полей // *Агрохимический вестник.* 2019. № 6. С. 13-19. [Sheudjen A.Kh., Gutorova O.A., Podkolzin O.A., Hurum H.D., Illarionova T.A. Humus state of rice field soils. *Agrochemical Bulletin.* 2019;6:13-19 (in Russian)] doi: 10.24411/0235-2516-2019-10083
17. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 341 с. [Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. Classification and diagnostics of soils in Russia. Smolensk : Oikumena, 2004;341 p. (in Russian)].
18. De Feudis M., Cardelli V., Massaccesi L., Hofmann D.,Berns A.E., Bol R., Cocco S., Corti G., Agnelli A. Altitudeaffects the quality of the water-extractable organic matter (WEOM) from rhizosphere and bulk soil in European beech forests. Geoderma. 2017;302:6-13. doi: 10.1016/j.geoderma.2017.04.015
19. Gregorich E.G., Beare M.H., McKim U.F., Skjemstad J.O. Chemical and biological characteristics of physically uncomplexed organic matter. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2006;70(3):975-985.

20. Gutiérrez-Girón A., Díaz-Pinés E., Rubio A., Gavilan R.G. Both altitude and vegetation affect temperature sensitivity of soil organic matter decomposition in Mediterraneanhigh mountain soils. *Geoderma*. 2015;237:1–8. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0118876
21. McCarthy J.F. Carbon fluxes in soil: long term sequestration in deeper soil horizons. *J. Geographical Sci.* 2005;15(2):149–154.
22. Paul E.A. The nature and dynamics of soil organic matter: Plant inputs, microbial transformations, and organic matter stabilization. *Soil Biology and Biochemistry*. 2016;98:109–126.

Виктор Викторович Гергель
Младший научный сотрудник лаборатории земледелия
E-mail: merirka@mail.ru

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

Меряхин Андрей Константинович
Аспирант, младший научный сотрудник лаборатории гербологии
E-mail: a.meryakhin@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ биологической защиты растений»
E-mail: info@fncbzr.ru
350039, Россия, г. Краснодар,
ул. им. Калинина, д.62

Victor Viktorovich Gergel
Junior Researcher at the Agriculture Laboratory
E-mail: merirka@mail.ru

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

Meryakhin Andrey Konstantinovich
Postgraduate student, Junior Researcher at the Herbology Laboratory
E-mail: a.meryakhin@mail.ru

FSBSI «Federal Scientific Center of biological plant protection»
E-mail: info@fncbzr.ru
62, Kalinina, Krasnodar, 350039, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2026-72-3-84-89
УДК 631.452, 631.459

Гергель И. А.
Меряхин А. К.
г. Краснодар, Россия

СОДЕРЖАНИЕ ВОДОРАСТВОРИМОЙ И ОБМЕННОЙ ФОРМ НАТРИЯ В ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ НА ЧЕКАХ РАЗЛИЧНОЙ ТЕРРАСНОСТИ

Среди показателей плодородия особое значение имеет содержание натрия, как в почвенном растворе, так и в почвенно-поглощающем комплексе (ППК). Избыток обменного натрия обусловливает протекание процессов осолонцевания. Высокое содержание водорастворимых солей данного элемента способно вызвать засоление. Каждый из этих процессов оказывает значительное воздействие на рост и развитие риса и сопутствующих культур рисового севооборота. В силу этого актуальность приобретает изучение содержания различных форм натрия в почвах рисовых севооборотов на высоких и низких отметках поверхности почвы. Исследования осуществлялись в рамках полевого опыта рисовой оросительной системы ФГБНУ «ФНЦ риса», г. Краснодар, пос. Белозерный. Для проведения аналитических исследований были отобраны почвенные пробы. В них определяли реакцию почвенного раствора, содержание водорастворимого и обменного натрия в рисовой лугово-черноземной почве. В ходе исследований установлено, что лугово-черноземные почвы опытных участков характеризовались нейтральной, слабощелочной и щелочной реакцией почвенного раствора. Содержание водорастворимого натрия в почве высоких участков составляло 6,0-8,25 мг/100 г. На низких отметках поверхности почвы были зафиксированы его повышенные концентрации: 13,30-25,10 мг/100 г. Почвы низких участков характеризовались значительными количествами обменного натрия в ППК и являлись слабосолонцеватыми по всему профилю (к. 36), а также солонцеватыми с глубины 40 см. Для полноценного использования таких площадей целесообразно научно обоснованное применение химических мелиорантов.

Ключевые слова: *почва, террасность, поглощенный натрий, водорастворимый натрий, реакция почвенного раствора, осолонцевание.*

THE CONTENT OF WATER-SOLUBLE AND EXCHANGEABLE FORMS OF SODIUM IN MEADOW-CHERNOZEM SOIL ON CHECKS OF VARIOUS TERRACING

Among the fertility indicators, the sodium content is of particular importance, both in the soil solution and in the soil-soluble complex (SSC). Excess exchangeable sodium causes alkalinization processes. High levels of water-soluble sodium salts may cause salinization. Each of these processes has a significant impact on the growth and development of rice and associated crops in the rice crop rotation. Due to this, the study of the content of various forms of sodium in the soils of rice crop rotations at high and low elevations of the soil surface becomes relevant. The research was carried out as part of a field experiment at the rice irrigation system of FSBSI "Federal Scientific Rice Centre", Krasnodar, Belozerny. Soil samples were collected for analytical studies. The soil solution reaction and the content of water-soluble and exchangeable sodium in the rice meadow-chernozem soil were determined. The studies revealed that the meadow-chernozem soils in the experimental plots were characterized by neutral, slightly alkaline, and alkaline soil solution reactions. The water-soluble sodium content in the soil of the high-lying areas ranged from 6.0 to 8.25 mg/100 g. At lower soil surface elevations the increased concentrations were recorded: 13.30 to 25.10 mg/100 g. The soils of the low-lying areas were characterized by significant amounts of exchangeable sodium in the soil-soluble complex and were slightly solonetzic throughout the profile (section 36), as well as solonetzic from a depth of 40 cm. To ensure the full utilization of such areas, the scientifically based application of chemical ameliorants is advisable.

Key words: *soil, terraces, absorbed sodium, water-soluble sodium, soil solution reaction, alkalinization.*

Введение

Натрий входит в группу условно необходимых для растений биогенных элементов. Содержание данного элемента в растениях составляет в среднем 0,02 % [4, 8]. Растения способны усваивать натрий в различных количествах. Так, рис (наряду с кукурузой и соей) относится к культурам с очень низкой степенью поглощения элемента [4, 17].

Физиологическая значимость натрия определяется его участием в регулировании водно-солевого обмена, транспортировке веществ через клеточные мембраны. Натрий обладает способностью активизировать некоторые ферменты, участвовать в формировании осмотического потенциала клеток. В растительном организме натрий может замещать неспецифические функции калия. При достаточной обеспеченности растений этим элементом улучшается их зимостойкость. Недостаток натрия приво-

дит к ухудшению выработки хлорофилла, вызывает хлороз и некроз в листьях растений [4, 8, 17].

Отрицательное воздействия избытка солей натрия сказывается на растениях на самых ранних этапах развития – задерживается появление всходов, тормозятся ростовые процессы. Резкое нарушение общего метаболизма у растений на почвах с избыточным содержанием этого элемента приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур или к полной гибели растений [4, 14].

В почвах аккумулятивных ландшафтов, содержащих легкорастворимые соли, накапливаются преимущественно натриевые, а не калиевые соли, что вызывает натриевое засоление [4, 11, 18, 19].

Отдельной проблемой может быть избыток обменного натрия в почве. Присутствие натрия в поглощённом состоянии обусловливает солонцеватость и связанное с ней ухудшение физических свойств. Следствием этого процесса являются трудности с инфильтрацией воды, аэрацией и проникновением корней в почву [4, 6, 11].

Солонцы и солонцеватые почвы характеризуются неблагоприятными физическими и физико-химическими свойствами, низким плодородием, что обусловлено высоким содержанием в них поглощенных натрия и магния [2, 6].

На рисовых оросительных системах Краснодарского края солонцовые почвы занимают около 4 тыс. га. Они преимущественно распространены в правобережной части дельты р. Кубани, к северу и востоку от Ангелинского ерика. Значительные площади занимают солонцы и солонцовые почвы на второй террасе р. Кубани между станицами Марьянской и Новомышастовской [2, 12].

В результате гидролитических процессов происходит насыщение почвенного поглощающего комплекса магнием и натрием, а неблагоприятные физические, физико-химические и физико-механические свойства солонцов препятствуют их своевременной обработке, подготовке к посеву и уборке урожая. Кроме того, они могут подвергаться вторичному засолению содового химизма при орошении водами, содержащими повышенные концентрации натрия и магния, а также после подъёма содовых грунтовых вод [2, 6, 10, 12].

В то же время на рисовых оросительных системах всегда имеются перепады отметок высот между горизонтально спланированными и ступенчато расположенными плоскостями рисовых чеков (разность отметок между соседними чеками составляет от 0,7 до 1,0 м), обусловленные террасированием природного рельефа при их строительстве [10]. Террасность чеков (перепады отметок между смежными чеками) является причиной значительной пестроты урожайности риса [7, 10, 16]. Наличие перепадов отметок между чеками приводит к тому, что после затопления посевов смежные чеки вступают в гидродинамическое взаимодействие — грунтовые воды из верхнего поступают в нижний, принося в его пахотный слой растворенные соли и более низкую (на 3-5 °С) температуру. При этом урожайность риса на нижележащем чеке в полосе шириной 20-30 м снижается на 30-40 %, а на картах с обратным уклоном — на всей их площади [10].

Таким образом, в пределах поливной карты с высокой и низкой разностью отметок поверхности почвы могут возникать различия в водном режиме, смене окислительно-восстановительных условий, что оказывает воздействие на почвенный химизм и является причиной значительного колебания плодородия. Поэтому изучение содержания водорастворимого и обменного натрия в почве низких и высоких чеков имеет важное практическое значение.

Цель исследований

Определить содержание водорастворимой и обменной форм натрия в лугово-черноземной почве на чеках различной террасности

Материалы и методика

Исследования проводили в условиях полевого опыта, заложенного на низких (карта 2 (чек 1), карта 36) и высоких (карта 16, карта 30, карта 2 (чек 3)) участках рисовой оросительной системы ФГБНУ «ФНЦ риса», пос. Белозерный. Согласно ортофотоплану чеков, проведенному в 2021 году на оросительной системе в пределах поливных карт разность отметок поверхности почвы составляла от 40 до 100 см [13]. Площадь под опытом составляла 16,35 га.

Схема опыта.

1. Карта 16 озимая пшеница (возделываются только суходольные культуры).
2. Карта 30 озимая пшеница.
3. Карта 36 озимая пшеница.
4. Карта 2, чек 3 лен.
5. Карта 2, чек 1 соя.

Объектом исследований являлись лугово-черноземные почвы опытных участков. На указанных участках были отобраны в весенний и осенний периоды почвенные пробы [15]. В данных образцах были определены: подвижный натрий [1], обменный натрий по Шолленбергеру [1], pH потенциометрическим методом [1]. Почвенные образцы отобраны с каждого варианта опыта в трех точках через каждые 20 см до глубины 1 м.

Результаты исследований

Реакция почвенного раствора не только влияет на рост и развитие растений, но и служит фундаментальной составляющей почвенного плодородия.

При затоплении рисовых полей реакция почвенного раствора претерпевает значительные изменения [20, 23].

В ходе проведённых исследований было установлено, что на опытных участках величина pH водной вытяжки в слое почвы 0-20 см находилась в пределах 7,02-8,23 (табл. 1).

Таблица 1. Реакция почвенного раствора в опыте (0-20 см).

Вариант опыта	Время отбора	pH
Озимая пшеница к. 16	весна	7,04
	осень	7,02
Озимая пшеница к. 30 (высокий чек)	весна	7,34
	осень	7,34
Озимая пшеница к. 36 (низкий чек)	весна	8,10
	осень	8,18
Лен к. 2, ч 3 (высокий чек)	весна	6,94
	осень	6,72
Соя к. 2, ч 1 (низкий чек)	весна	8,18
	осень	8,23

Установлено, что почвы карты 36 и карты 2 ч. 1 характеризовались величинами pH не менее 8,10, в то время как на остальных вариантах этот показатель составлял 6,72-7,34. Таким образом, в опыте реакция почвенного раствора на высоких участках колебалась от нейтральной до слабощелочной. На низких отметках чека этот показатель имел щелочную природу, что может свидетельствовать о наличии засоленных или карбонатных почв.

Следует отметить, что при высокой щелочности ухудшаются физические свойства почв. Она способствует развитию солонцеватости, особенно в условиях орошения [9]. Избыточные концентрации водорастворимых солей натрия оказывают отрицательное влияние на физиологические процессы в растениях [4, 17]. Повышенные концентрации ионов Na^+ в почве и водных растворах оказывают негативный эффект на прорастание и всхожесть семян [21].

Данные по количественному содержанию водорастворимого натрия на вариантах опыта представлены в таблице 2.

Таблица 2. Содержание водорастворимого натрия в почве опытных участков, мг/100 г почвы

Вариант опыта	Возделываемая культура	Глубина отбора, см.	Водорастворимый натрий, мг/100 г почвы
Карта 16 высокий чек, только суходольные культуры	озимая пшеница	0-20	6,75
		20-40	6,75
		40-60	5,10
		60-80	5,40
		80-100	7,15
Карта 30 высокий чек	озимая пшеница	0-20	8,25
		20-40	7,10
		40-60	6,90
		60-80	5,90
		80-100	6,00
Карта 36 низкий чек	озимая пшеница	0-20	24,65
		20-40	24,65
		40-60	25,10
		60-80	19,90
		80-100	24,75
Карта 2, чек 3 высокий чек	лен	0-20	6,75
		20-40	6,15
		40-60	5,00
		60-80	7,25
		80-100	6,60
Карта 2, чек 1 низкий чек	соя	0-20	13,30
		20-40	20,70
		40-60	20,50
		60-80	15,85
		80-100	21,95

Содержание водорастворимого натрия в почве высоких чеков было представлено низкими величинами– 6,0-8,25 мг/100 в слое почвы 0-20 см. Наименьшими значениями данного показателя – 5,0–5,10 – характеризовались слои 40-60 см, а наибольшими – 7,25 – слои 60-80 см соответственно. В свою очередь, на участке, используемом под суходольные культуры, наибольшее значение данного

показателя – 7,15 мг/100 г – было отмечено в слое 80-100 см. На низких участках, напротив, было выявлено возрастание содержания водорастворимого натрия по профилю с 13,30 до 21,95 (к. 2, ч 1) а также присутствие повышенных его концентраций – 19,90-25,10 мг/100 г по всему профилю, независимо от глубины отбора почвенных проб (к. 36).

Значительное количество водорастворимых солей натрия в почве, свидетельствует о протекании процессов осолонцевания, что нашло подтверждение в наших исследованиях.

Важным свойством почвы является поглотительная способность. В условиях рисового поля высокая емкость поглощения необходима для сохранения минерализованных растворимых продуктов, защиты их от вымывания при затоплении почвы [3, 12]. Особенно актуальной характеристикой ППК (почвенного поглощающего комплекса) является доля ионов натрия в общей сумме поглощенных оснований. В случае их высокой концентрации имеют место процессы осолонцевания и появления областей с негативными для риса и сопутствующих культур почвенными условиями [3].

В ходе исследований между высокими и низкими чеками были выявлены различия по содержанию в почве обменного натрия (табл. 3).

Таблица 3. Содержание обменного натрия в почве опытных участков

Вариант	Глубина отбора	Обменный Na^+	
		мг-экв./100 г. почвы	% от суммы
Карта 16 высокий чек, только суходольные культуры	0-20	0,50	1,40
	20-40	0,52	1,47
	40-60	0,46	1,35
	60-80	0,43	1,35
	80-100	0,43	1,45
Карта 30 высокий чек	0-20	0,72	2,00
	20-40	0,52	1,49
	40-60	0,43	1,26
	60-80	0,43	1,36
	80-100	0,43	1,48
Карта 36 низкий чек	0-20	5,65	12,85
	20-40	5,78	13,49
	40-60	6,09	14,67
	60-80	5,76	14,70
	80-100	5,52	14,54
Карта 2, чек 3 высокий чек	0-20	0,65	1,82
	20-40	0,52	1,49
	40-60	0,43	1,25
	60-80	0,43	1,36
	80-100	0,43	1,48
Карта 2, чек 1 низкий чек	0-20	1,22	3,19
	20-40	1,24	3,34
	40-60	6,02	16,87
	60-80	6,09	17,14
	80-100	6,74	21,22

На высоких участках количество обменного натрия в слое почвы 0-20 см составляло 0,50-0,72 мг-экв/100 г, или 1,40-2,00 % от суммы поглощенных оснований. При продвижении вниз по почвенному профилю к глубине 1,0 м на чеках, используемых под рис, отмечалось уменьшение данного показателя до минимальных фиксируемых значений – 0,43 мг-экв/100 г, что соответствовало снижению на 18,68-26,00 % от суммы поглощенных оснований. На участке, используемом только под суходольные культуры, принципиальных изменений данной формы по профилю не обнаружено.

В свою очередь, почвы низких отметок поверхности характеризовались значительными количествами обменного натрия. Так, независимо от глубины отбора проб, на карте 36 его содержание было 5,52-6,09 мг-экв/100. В то же время на карте 2, чек 1 повышенные значения данного показателя отмечались с глубины 40 см и возрастали вниз по профилю с 6,02 до 6,74 мг-экв/100 г.

Известно, что осолонцевание почв, или развитие солонцового процесса, происходит при количестве обменного натрия более 5 % от емкости катионного обмена. При этом возникают неблагоприятные для растений свойства солонцеватости: щелочность, дисперсность коллоидов, набухаемость, дефицит влаги, высокая плотность, физиологическая ядовитость катиона натрия. Во влажном состоянии

такие почвы – слитые, липкие и вязкие, а в сухом – твердые и сильнотрещиноватые [5].

Содержание обменного натрия на карте 36 по всему профилю было 12,85-14,70 % от суммы поглощенных катионов, в то время как на карте 2, ч. 1 данный показатель составлял 16,87-21,22 % начиная с 40-60 см и до глубины 1 м.

Таким образом, на низких участках были выявлены признаки солонцового процесса. Почва карты 36 является слабосолонцеватой по всему профилю, а почва карты 2, ч. 1 – солонцеватой с глубины 40 см. В последнем случае стоит обратить внимание на содержание обменного натрия 21,22 % на глубине 80-100 см, что может быть свидетельством формирования солонца [5].

Общеизвестно, что содержание натрия в ППК выше 10 % отрицательно сказывается на плодородии почвы. Вследствие этого для полноценного использования данных участков необходимо применять химические мелиоранты, например, фосфогипс [6, 12]. Эффект от его применения и последействия способен в течение определенного времени обеспечить благоприятные условия для формирования продуктивности риса и сопутствующих культур [2, 6].

Вместе с тем важно учитывать, что нуждающиеся в мелиорации солонцовые почвы в зоне рисосеяния залегают как отдельно, так и в комплексе с зональными почвами. Формируются они преимущественно в условиях замкнутых понижений с уровнем залегания грунтовых вод от 0,5 до 3,0 м. Совокупность указанных факторов обусловливает различную степень их осолонцевания и высокую пестроту, в том числе в пределах одного чека или карты [2, 12]. Поэтому при проведении мелиоративных работ необходимо изучение осолонцевания на определенной территории, его причин, масштабов и характера проявления.

Выводы

Реакция почвенного раствора в опыте на низких чеках была щелочной, в то время как на высоких – колебалась от нейтральной до слабощелочной.

Содержание водорастворимого натрия в почве высоких опытных участков составляло 6,0-8,25 мг/100 г. На низких чеках отмечалось присутствие повышенных его концентраций – 13,30-25,10 мг/100 г.

Количество обменного натрия в слое почвы 0-20 см на высоких чеках находилось в пределах 1,40-2,00 % от суммы поглощенных оснований. При продвижении вниз по почвенному профилю отмечалось закономерное уменьшение данного показателя. На участке, используемом только под суходольные культуры, существенных изменений данной формы не выявлено.

Таким образом, на низких участках были выявлены признаки солонцового процесса. Почва карты 36 является слабосолонцеватой по всему профилю, а почва карты 2, ч. 1 – солонцеватой с глубины 40 см. В последнем случае стоит обратить внимание на содержание обменного натрия 21,22 % на глубине 80-100 см, что может быть свидетельством формирования солонца.

Литература / References

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Книга по требованию, 2024. 489 с. [Arinushkina E.V. Handbook of Chemical Analysis of Soils. Moscow: Book on demand, 2024;489 p. (in Russian)].
2. Белоусов И.Е. Влияние последействия фосфогипса на содержание натрия в рисовой солонцовой почве // *Рисоводство*. 2022. №3(56). С. 61-66. [Belousov I E. The effect of phosphogypsum after-effect on the sodium content in rice solonetzic soil. *Rice growing*. 2022;3(56):61-66 (in Russian)]. doi:10.33775/1684-2464-2022-56-3-61-66
3. Бочко Т.Ф., Авакян К.М., Шеуджен А.Х., Харитонов Е.М., Черниченко И.Д., Суетов В.П. Окислительно-восстановительные процессы в почвах рисовых полей Кубани. Майкоп, 2002. 52 с. [Bochko T.F., Avakyan K.M., Sheudzhen A.Kh., Kharitonov E.M., Chernichenko I.D., Suetov V.P. Redox processes in soils of rice fields of Kuban. Maikop, 2002;52 p. (in Russian)]
4. Головатый С.Е., Ковалевич З.С., Ефимова И.А., Лукашенко Н.К., Сидорейко Н.В. Содержание различных форм натрия в зоне влияния по «Беларуськалий». // *Почвоведение и агрохимия.* 2012. № (1). С. 159-167. [Golovaty S.E., Kovalevich Z.S., Efimova I.A., Lukashenko N.K., Sidoreyko N.V. The content of various forms of sodium in the area of influence of Belaruskali. *Soil science and agrochemistry*. 2012;(1):159-167 (in Russian)].
5. ГОСТ Р 70229-2022. Национальный стандарт Российской Федерации. Почвы. Показатели качества почв» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 25.07.2022 N 673-ст). [GOST R 70229-2022. The national standard of the Russian Federation. Soils. Soil quality indicators" (approved and put into effect by Rosstandart Order № 673-st dated 07/25/2022) (in Russian)].
6. Кремзин Н.М., Белоусов И.Е. Химическая мелиорация солонцов при возделывании риса // *Рисоводство*. 2008. № 13. С.50-53. [Kremzin N.M., Belousov I.E. Chemical reclamation of salt marshes during rice cultivation. *Rice growing*. 2008;13:50-53. (in Russian)].
7. Ладатко М.А., Скубиев С.И., Аль-Нуссаири Х.Х. Влияние перепадов высот в чеках на урожайность сортов риса в условиях рисосеющего предприятия ФГБУ РПЗ «Красноармейский» // *Рисоводство*. 2019. № 3(44). С. 62-66. [Ladatko M.A., Skubiev S.I., Al-Nussairi H.H. The effect of height differences in checks on the yield of rice varieties in the conditions of the rice-growing enterprise of the Federal State Budgetary Institution of the Russian Federation "Krasnoarmeysky". *Rice growing*. 2019;3(44):62-66. (in Russian)]
8. Макаров Д.Д. Оценка влияния натрия на рост и развитие растений // [Электронный ресурс] Материалы XIV Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». (дата обращения: 20.03.2026). [Makarov D.D. Assessment of the effect of sodium on plant growth and development // [Electronic resource] Materials of the XIV International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum". (in Russian)].

URL: https://scienceforum.ru/2022/article/2018029639 (date of request: 03/20/2026).
9. Подколзин А.И., Подколзин О.А., Шкабарда С.Н. Реакция среды почвенного раствора земель агроландшафтов Ставропольского края // [Электронный ресурс] *Агрохимический вестник.* 2007. №4. (дата обращения: 23.03.2026). [Podkolzin A.I., Podkolzin O.A., Shkabarda S.N. Reaction of the soil solution environment of the agricultural landscapes of the Stavropol region. [Electronic resource] *Agrochemical Bulletin*. 2007;4. (in Russian)]/ URL: https://cyberleninka.ru/article/n/reaktsiya-sredy-pochvennogo-rastvora-zemel-agrolandshaftov-stavropolskogo-kraya (date of reference: 23/03/2026).
10. Попов В.А., Островский Н.В. Агроклиматология и гидравлика рисовых экосистем. Краснодар: КубГАУ, 2013. 189 с. [Popov V.A., Ostrovskij N.V. Agricultural climatology and hydraulics of rice ecological systems. Krasnodar: KubSAU, 2013;189 p. (in Russian)].
11. Самофалова И.А., Лобанова Е.С. Мелиорация солонцовых и засоленных почв: лабораторный практикум. Пермь: ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, 2020. 54 с [Samofalova I.A., Lobanova E.S. Melioration of solonetzic and saline soils: laboratory practice. Perm: Perm State Pedagogical University, 2020;54 p. (in Russian)].
12. Система рисоводства Российской Федерации / ФГБНУ «ФНЦ риса»; под. ред. С.В. Гаркуши. Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. 368 с. [Rice growing system of the Russian Federation / Federal Scientific Rice Centre, edited by S.V. Garkusha. Krasnodar: Prosveschnie-Yug, 2022;368 p. (in Russian)].
13. Скаженник М.А., Чижиков В.Н., Шевченко А.В. Мониторинг рисовой оросительной системы с использованием геоинформационных систем // *Рисоводство*. 2021. № 2(51). С. 67-76.[Skazhennik M.A., Chizhikov V.N., Shevchenko A.V. Monitoring of rice irrigation system using geoinformation systems. *Rice growing.* 2021;2(51):67-76 (in Russian).] doi: 10.33775/1684-2464-2021-51-2-67-76
14. Удовенко Г.В. Алексеева Л.И. Влияние засоления на начальные фазы роста растений // *Физиология растений*. 1973. Т.20. Вып.2. С. 277-286. [Udovenko G.V. Alekseeva L.I. The influence of salinity on the initial phases of plant growth. *Plant Physiology*. 1973;20(2):277-286. (in Russian)].
15. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Гуторова О.А. Руководство к практическим занятиям по экспериментальной агрохимии: учебное пособие. Майкоп: АО «Полиграф-ЮГ», 2024. 800 с. [Sheudzhen A.H., Bondareva T.N., Gutorova O.A. A guide to practical exercises in experimental agrochemistry: a textbook. Maykop: JSC “Polygraph-YUG”, 2024;800 p. (in Russian)].
16. Шеуджен А.Х., Гуторова О.А, Аношенков В.В., Максименко Е.П., Кащиц В.П. Продуктивность почв рисовых агроландшафтов в зависимости от их мелиоративного состояния // [Электронный ресурс] *Научный журнал КубГАУ*. 2017. №133(09). (дата обращения: 20.03.2026). [Sheudzhen A.Kh., Gutorova O.A., Anoshenkov V.V., Maksimenko E.P., Kashchits V.P. Soil productivity of rice agrolandscapes depending on their reclamation state. [Electronic resource] *KubSAU Scientific Journal*. 2017;133(09). (in Russian)]. URL: http://ej.kubagro.ru/2017/09/pdf/110.pdf (date of request: 03/20/2026). doi: 10.21515/1990-4665-134-088
17. Hempler K. Spuren-und Sekundärnährstoffe im Pflanzenbau. Frankfurt. M., 2001;64 s.
18. Maas E. V., Lesch S. M., Francois L. E., Grieve C. M. Tiller development in salt-stressed wheat. *Crop science*. 1994;34(6):1594–1603.
19. Pedranzani H., Racagni G., Alemano S. et al. Salt tolerant tomato plants show increased levels of jasmonic acid. Plant *Growth Regulation*. 2003;41:149-158.
20. Ponnamperuma P.M., Nartines E. Loy T. Influence of redox potential and partial pressure of carbon dioxide on pH values and the suspension effect of flooded soils. *Soil Sci.* 1966;101(6):421-431.
21. Sabah N. The effect of salinity on germination, growth characters, and emergence of barley Hordeum vulgaris L. in different soil textures. *Journal of Thi-Qar University.* 2008;4(1):17-26.
22. Tester M., Davenport R. Na+-Tolerance and Na+-transport in higher plants. Annal. Bot. 2003;91:503–527.
23. Yamane I. Reduction of nitrate and sulfate in submerged soils with special reference to redox potential and water-soluble sugar content of soils. *Soil Sci. and Plant Nutr*. 1969;15(4).

Ирина Анатольевна Гергель
Научный сотрудник лаборатории земледелия
E-mail: merirka@mail.ru

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

Меряхин Андрей Константинович
Аспирант, младший научный сотрудник лаборатории гербологии
E-mail: a.meryakhin@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ биологической защиты растений»
E-mail: info@fncbzr.ru
350039, Россия, г. Краснодар,
ул. им. Калинина, д. 62

Irina Anatolyevna Gergel
Researcher at the Agriculture Laboratory
E-mail: merirka@mail.ru

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

Meryakhin Andrey Konstantinovich
Postgraduate student, Junior Researcher at the Herbology Laboratory
E-mail: a.meryakhin@mail.ru

FSBSI «Federal Scientific Center of biological plant protection»
E-mail: info@fncbzr.ru
62, Kalinina, Krasnodar, 350039, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2026-72-3-90-94
УДК 631.8:633.35

Лешкенов А.М.,
Кишев А.Ю., канд. с.-х. наук,
Конова С.Р.
г. Нальчик, Россия

ОПТИМИЗАЦИЯ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ФОНАХ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГОРОХА И КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ПРЕДКАВКАЗЬЯ

В статье представлены результаты исследований влияния различных норм минеральных удобрений (1/3, 1/2 и полная расчётная норма NPK) на фонах органических удобрений (навоз КРС 50 т/га, сидерат озимый рапс, солома озимой пшеницы, а также их комбинация) при возделывании гороха сорта Вельвет, кукурузы на зерно в условиях степной зоны Предкавказья. Полевые эксперименты проведены в 2024, 2025 годах на базе стационарного длительного опыта № 082 (заложен в 1979 г.) в Институте сельского хозяйства Кабардино-Балкарского научного центра РАН. Почва участка – чернозём обыкновенный карбонатный, тяжелосуглинистый. Цель работы – оптимизация доз минеральных удобрений на различных органических фонах для повышения продуктивности зерновых и пропашных культур. Установлено, что максимальная отзывчивость гороха наблюдается при внесении 1/2 расчётной нормы NPK на фоне комбинации навоз+сидерат+солома: урожайность составила 39,37 ц/га, что на 34,6 % выше контроля (без удобрений) и на 12,5 ц/га выше абсолютного контроля. Для кукурузы на зерно в орошаемых условиях наиболее эффективна полная расчётная доза минеральных удобрений на том же комплексном органическом фоне – 63,8 ц/га, что превышает контроль на 136,5 %. Выявлено, что высокие дозы минерального азота на органических фонах не всегда способствуют росту урожайности, а в случае гороха приводят к её снижению на 2,0–5,3 % относительно варианта с половинной дозой NPK, что свидетельствует о чувствительности бобовых культур к избытку минерального питания. Полученные результаты позволяют рекомендовать дифференцированные подходы к применению удобрений в зависимости от биологических особенностей культур.

Ключевые слова: *горох, кукуруза на зерно, подсолнечник, органические удобрения, минеральные удобрения, дозы NPK, продуктивность, севооборот, стационарный опыт, чернозём обыкновенный карбонатный.*

OPTIMIZATION OF MINERAL FERTILIZER RATES ON VARIOUS ORGANIC BACKGROUNDS IN THE CULTIVATION OF PEAS AND GRAIN CORN IN THE STEPPE ZONE OF THE CAUCAUSIA

The article presents the results of studying the effect of various doses of mineral fertilizers (1/3, 1/2, full calculated standard of NPK) on organic fertilizer backgrounds (cattle manure 50 t/ha, winter rapeseed siderate, winter wheat straw, as well as their combination) when cultivating peas variety Velvet and grain corn in the conditions of the steppe zone of the Ciscaucasia. Field experiments were conducted in 2024, 2025 on the basis of stationary long-term experiment No. 082 (established in 1979) at the Institute of Agriculture of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. The soil of the plot is ordinary carbonate, heavy loamy chernozem. The aim of the work is to optimize the doses of mineral fertilizers on various organic backgrounds to increase the productivity of grain and row crops. It was found that the maximum responsiveness of peas is observed when 1/2 of the calculated standard of NPK is applied against the background of a combination of manure + siderate+straw: the yield was 39.37 kg/ha, which is 34.6% higher than the control (without fertilizers) and 12.5 kg/ha higher than the absolute control. For grain corn in irrigated conditions, the most effective calculated dose of mineral fertilizers on the same complex organic background is 63.8 c/ha, which exceeds the control by 136.5%. It was found that high doses of mineral nitrogen on organic backgrounds do not always contribute to an increase in yield, and in the case of peas, they lead to a decrease of 2.0–5.3% relative to the half dose, which indicates the sensitivity of legumes to excess mineral nutrition. The results obtained allow us to recommend differentiated approaches to the use of fertilizers depending on the biological characteristics of crops.

Key words: *peas, grain corn, sunflower, organic fertilizers, mineral fertilizers, NPK doses, productivity, crop rotation, stationary experiment, ordinary carbonate chernozem.*

Введение

Положительный баланс питательных веществ является основой устойчивого земледелия и сохранения плодородия почв [1, 2]. Однако реакция различных сельскохозяйственных культур на дозы минерального питания в сочетании с органически-

ми ресурсами изучена недостаточно, особенно в условиях степной зоны Предкавказья, характеризующейся нестабильным увлажнением, частыми засухами и высокими температурами в летний период [3]. Интенсификация земледелия сопряжена с рисками деградации почв (снижение содержания гумуса, ухудшение структуры, подкисление или засоление) при бесконтрольном и длительном внесении высоких доз минеральных удобрений. С другой стороны, применение органических удобрений (навоз, сидераты, солома) способствует улучшению агрофизических и биологических свойств почвы, активизирует микробиологическую деятельность, повышает буферность почвенного раствора, однако их эффективность существенно зависит от уровня сопутствующего минерального питания [5, 6]. Особый интерес представляет совместное использование нескольких видов органических ресурсов, что позволяет компенсировать недостатки каждого из них. До настоящего времени остаются дискуссионными вопросы об оптимальных дозах NPK на разных органических фонах для зернобобовых и пропашных культур в засушливых условиях. Недостаточно изучена также роль длительного применения органоминеральных систем в стационарных опытах. В связи с этим исследования, направленные на оптимизацию доз минеральных удобрений на различных органических фонах, являются актуальными и имеют высокую научно-практическую значимость для зоны неустойчивого земледелия Предкавказья.

Цель исследований

Определить оптимальные соотношения органических и минеральных удобрений для максимизации урожая гороха и кукурузы на зерно в степной зоне КБР.

Задачи исследования:

- оценить влияние различных норм NPK на урожайность гороха и кукурузы на разных органических фонах;
- выявить оптимальные нормы минеральных удобрений для каждой культуры;
- определить экономическую и агроэкологическую эффективность органоминеральных систем удобрения.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2024, 2025 вегетационных годах на базе стационарного опыта № 082, заложенного в 1979 году в степной зоне Кабардино-Балкарской Республики (ИСХ КБНЦ РАН). Опыт входит в географическую сеть длительных опытов с удобрениями [7].

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный карбонатный, тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое (0–20 см) к началу опыта составляло 3,2–3,8 %, реакция почвенного раствора – слабощелочная (pH 7,2–7,8), содержание подвижного фосфора (P_2O_5) – 60–141 мг/кг, обменного калия (K_2O) – 500–1153 мг/кг почвы.

Схема опыта включала следующие варианты органических фонов.

1. Контроль (без органических удобрений).
2. Навоз КРС (50 т/га).
3. Сидерат (озимый рапс).
4. Солома озимой пшеницы.
5. Комбинация: навоз + сидерат + солома (Н+С+С).

На каждом органическом фоне изучались четыре уровня минерального питания:

1. 0 NPK (контроль).
2. 1/3 расчётной нормы NPK.
3. 1/2 расчётной нормы NPK.
4. 1,0 расчётной нормы NPK.

Агротехника: посев гороха сорта Вельвет проводили в оптимальные сроки (25–30 апреля), норма высева – 1,2 млн всхожих семян/га, кукурузу высевали гибридом «Краснодарский 436», норма высева – 70 тыс. растений/га.

Расчётные дозы минеральных удобрений определяли балансовым методом на планируемую урожайность с учётом выноса элементов питания культурами, коэффициентов использования NPK из почвы и минеральных удобрений, а также содержания подвижных форм фосфора и калия в почве.

Для гороха сорта Вельвет расчётная доза (1,0 NPK) составила: $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в/га (исходя из планируемой урожайности 35–40 ц/га и способности бобовых фиксировать до 50–70 % азота из воздуха). Соответственно, 1/2 доза = $N_{60}P_{60}K_{60}$, 1/3 доза =$N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в./га.

Для кукурузы на зерно (гибрид «Краснодарский 436», орошаемые условия) расчётная доза (1,0 NPK) составила: $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в./га (исходя из планируемой урожайности 60–65 ц/га и высокого выноса азота). Соответственно, 1/2 доза = $N_{60}P_{60}K_{60}$, 1/3 доза = $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в./га.

Что касается органических фонов, то в варианте «Комбинация (Н+С+С)» все компоненты вносились в следующих количествах (в расчёте на 1 га севооборотной площади):

- навоз КРС — 50 т/га (полуперепревший);
- сидерат (озимый рапс) — запашка зелёной массы в фазу бутонизации в количестве 25–30 т/га сырой массы (что соответствует ~3,5–4,0 т/га сухого вещества);
- солома озимой пшеницы — 4,0 т/га (100 % от урожая соломы), с внесением стартовой дозы азота 10 кг N/га для ускорения минерализации (во всех вариантах с соломой).

Соотношение компонентов в варианте 5 выбрано не как смесь в одном бункере, а как последовательное внесение каждого вида органики в рамках севооборота (солома под зябь, сидерат — в паро-

вое поле, навоз — под пропашную культуру), что соответствует общепринятой практике раздельного применения органических ресурсов в степной зоне.

Учёт урожайности проводили методом сплошного уборочного комбайнирования с пересчётом на стандартную влажность. Статистическую обработку данных выполняли по «Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов» [4]. Достоверность различий оценивали по наименьшей существенной разнице ($НСР_{05}$).

Метеоусловия 2024, 2025 годов характеризовались недостаточным увлажнением в летний период: сумма осадков за июнь–август составила 55 % от среднемноголетней нормы, температура воздуха превышала норму на 1,3–3,5 °С [9].

Результаты и обсуждение

Урожайность гороха сорта Вельвет.

Полученные данные по урожайности гороха Вельвет свидетельствуют о значимой роли различных видов почвоудобрительных средств в повышении продуктивности культуры (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность гороха сорта Вельвет в зависимости от системы удобрения (стационар № 082, 2024, 2025 гг.)

Органический фон	Норма NPK	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, %
Контроль (О)	0,0	26,85	0
	1/3	27,81	+3,6
	1/2	34,12	+27,1
	1,0	30,21	+12,5
Навоз 50 т/га	0,0	30,56	+13,8
	1/2	35,26	+31,3
	1,0	33,78	+25,8
Сидерат	0,0	29,12	+8,5
	1/2	35,51	+32,3
	1,0	34,79	+29,6
Солома	0,0	29,35	+9,3
	1/2	32,29	+20,3
	1,0	34,58	+28,8
Н+С+С	0,0	36,17	+34,7
	1/2	39,37	+46,6
	1,0	37,34	+39,1
$НСР_{0,5}$	для сравнения частных средних – 2,01 ц/га; для сравнения средних по факторам – фактор А – 1,84 ц/га, фактор В – 2,01 ц/га.		

Примечание: Н+С+С — навоз + сидерат + солома; 1,0 NPK для гороха = $N_{60}P_{60}K_{60}$; 1/2 = $N_{60}P_{60}K_{60}$; 1/3 = $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в/га

На абсолютном контроле урожайность составила 26,85 ц/га. Внесение полной расчетной нормы NPK повысило её до 30,21 ц/га (+12,5 %). Однако максимальная отзывчивость выявлена при внесении 1/2 нормы NPK на фоне органики. Комбинация навоз+сидерат+солома с 1/2 дозой NPK обеспечила урожайность 39,37 ц/га (прибавка к контролю 12,52 ц/га).

Таблица 2. Урожайность кукурузы на зерно в орошаемых условиях (2024, 2025 гг.)

Органический фон	Норма NPK	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, %
Контроль (О)	0,0	26,98	0
	1,0	46,46	+72,2
Навоз	0,0	36,00	+33,4
	1,0	58,20	+115,7
Сидерат	0,0	35,82	+32,8
	1,0	50,21	+86,1
Солома	0,0	34,11	+26,4
	1,0	51,34	+90,3
Н+С+С	0,0	38,40	+42,3
	1,0	63,81	+136,5
$НСР_{0,5}$	для фактора А – 2,14; для фактора В – 1,83; для взаимодействия А×В – 1,97.		

Примечание: 1,0 NPK для кукурузы (орошение) = $N_{60}P_{60}K_{60}$; 1/2 = $N_{60}P_{60}K_{60}$; 1/3 = $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в/га

Важно отметить, что увеличение дозы до полной NPK на органических фонах снижало урожайность гороха на 2,0–5,3 % относительно половинной дозы, что свидетельствует о чувствительности культуры к избытку минерального азота. Данный эффект согласуется с данными [10], указывающими на угнетение клубеньковых бактерий при высоких дозах минерального азота.

Урожайность кукурузы на зерно.

В условиях орошения культура проявила высокую отзывчивость на полное минеральное питание (табл. 2).

Максимальная урожайность (63,81 ц/га) достигнута на фоне комбинации всех органических удобрений с полной расчетной дозой NPK. На контроле (без минеральных) средняя урожайность составила 36,3 ц/га. Внесение навоза без минеральных удобрений повысило урожайность до 46,6 ц/га (+28,4 %).

В отличие от гороха кукуруза на орошении не показала снижения урожайности при полной дозе NPK, что указывает на высокий потенциал культуры по выносу элементов питания [11,12].

Биологическая активность почвы.

Оценка биологической активности почвы (эмиссия CO_2) показала, что внесение минеральных удобрений в дозах 1/3 и 1,0 NPK снижает активность на 30 % относительно контроля (табл. 3).

Таблица 3. Биологическая активность почвы (эмиссия CO_2) в зависимости от системы удобрения, мкг CO_2/(ч·г почвы)

Доза мин. удобрения	Контроль (О)	Навоз	Сидерат	Солома	Н+С+С	Среднее
0 (БУ)	20,25	22,90	17,00	16,00	20,20	19,27
1,0 NPK	14,20	17,90	17,90	19,70	17,00	17,34
1/2 NPK	18,30	18,30	16,00	20,20	15,10	17,58
1/3 NPK	14,20	17,90	17,40	17,90	18,30	17,14
Среднее	16,74	19,25	17,08	18,45	17,65	—

Навоз выступает стабилизатором микробиологической активности, нивелируя негативное влияние минерального азота [13, 14]. На фоне навоза разница между дозами минеральных удобрений составила всего 0,4 мкг CO_2/(ч·г почвы).

Выводы

1. Для гороха в степной зоне КБР оптимальной является половинная доза минеральных удобрений (1/2 NPK) на фоне комплексного внесения органических ресурсов (навоз, сидераты, солома). Превышение дозы до полной NPK снижает урожайность на 2,0–5,3 %.

2. Кукуруза на зерно в условиях орошения требует полной расчётной дозы минеральных удобрений для реализации потенциала продуктивности. Максимальная урожайность (63,81 ц/га) достигнута на фоне Н+С+С +1,0 NPK.

3. Комбинирование органических удобрений (Н+С+С) повышает эффективность минерального питания для всех изученных культур на 10–15 % по сравнению с моно-внесением.

4. Биологическая активность почвы снижается на 30 % при внесении высоких доз минеральных удобрений. Навоз выступает стабилизатором микробиологической активности.

5. Экологический аспект: оптимальные дозы минеральных удобрений на органических фонах позволяют снизить антропогенную нагрузку на агроэкосистему при сохранении высокой продуктивности.

Литература / References

1. Занилов А.Х., Азнаева М.Р., Дударова Д.Г. Влияние новых штаммов фосфатмобилизующих микроорганизмов на биоактивность и фосфатный режим чернозема обыкновенного // *Агрохимия*. 2025. № 11. С. 17–26. [Zanilov A. Kh., Aznaeva M.R., Dudarova D.G. Influence of new strains of phosphate-mobilizing microorganisms on bioactivity and phosphate regime of ordinary chernozem. *Agrochemistry*. 2025;11:17-26 (in Russian)]. doi: 10.31857/S0002188123050071

2. Занилов А.Х., Лешкенов А.М. Перспективы развития органического земледелия в Кабардино-Балкарской Республике // *Агрохимия*. 2025. № 5. С. 61–66. [Zanilov A.Kh., Leshkenov A.M. Prospects for the development of organic farming in the Kabardino-Balkarian Republic. *Agrochemistry*. 2025;5:61-66 (in Russian)]. doi: 10.7868/s3034496425050071

3. Кидин В.В. Система удобрения. М.: РГАУ–МСХА, 2012. 534 с. [Kidin V.V. Fertilizer system. Moscow: RSAU–MTAA, 2012;534 p. (in Russian)].

4. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. 2-е изд. Майкоп: Полиграф-Юг, 2015. 659 с. [Sheudzhen A.Kh., Bondareva T.N. Methods of agrochemical research and statistical evaluation of their results. 2nd ed. Maykop: Poligraf-Yug, 2015;659 p. (in Russian)].

5. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. М.: ВАСХНИЛ, ВИУА, 1986. [Methodological guidelines for conducting research in long-term experiments with fertilizers. Moscow: VASKhNIL, VIUA, 1986 (in Russian)].

6. Минеев В.Г., Ремпе Е.Х. Агрохимия, экология и биология почвы. М.: Росагропромиздат, 1990. 206 с. [Mineev V.G., Rempe E.Kh. Agrochemistry, ecology and biology of soil. Moscow: Rosagropromizdat, 1990;206 p. (in Russian)].

7. Отчёт о научно-исследовательской работе ИСХ КБНЦ РАН за 2025 г. Нальчик, 2025. 48 с. [Report on research work of the Institute of Agriculture of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences for 2025. Nalchik, 2025;48 p. (in Russian)].

8. Полоус В.С., Брусов В.Д., Степанов С.П. и др. Биологический пул в системе доступных органических удобрений и энергосберегающих обработок почвы // *Успехи современного естествознания.* 2023. № 12. С. 18–26. [Polous V.S., Brusov V.D., Stepanov S.P. et al. Biological pool in the system of available organic fertilizers and energy-saving tillage. *Advances in Current Natural Sciences.* 2023;12:18-26 (in Russian)]. doi: 10.17513/use.38165

9. Сычев В.Г., Шафран С.А. О балансе питательных веществ в земледелии России // *Плодородие*. 2017. № 1. С. 1–4. [Sychev V.G., Shafran S.A. On the balance of nutrients in agriculture of Russia. *Fertility*. 2017;1:1-4 (in Russian)].

10. Туев Н.А. Микробиологические процессы почвообразования. М.: ВО Агропромиздат, 1989. 239 с. [Tuev N.A. Microbiological processes of soil formation. Moscow: VO Agropromizdat, 1989;239 p. (in Russian)].

11. Шпанев А.М., Фесенко М.А., Смук В.В. Эффективность комплексного применения средств химизации при возделывании ярового ячменя на Северо-Западе РФ // *Агрохимия*. 2019. № 12. С. 47–55. [Shpanev A.M., Fesenko M.A., Smuk V.V. Efficiency of complex application of chemicalization means in cultivation of spring barley in the North-West of the Russian Federation. *Agrochemistry*. 2019;12:47-55 (in Russian)]. doi: 10.1134/S0002188119120093

12. Dumitru M., Lacatusu A.R., Vrinceanu A., Marin N., Preda C.E. Organo-mineral fertilizers – equilibrium factor in plant nutrition. In: 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017. Sofia: STEF92 Technology, 2017;32:413-420. doi:10.5593/sgem2017/32/S13.054

13. El-Araby S.M., El-Khatib H.A., Solieman T.H.I. Effects of organic manure, mineral nitrogen and bio-fertilizer application on yield, quality and chemical composition of pea (Pisum sativum L.). Zagazig J Agric Res. 2003;30(3):769-782.

14. Zhao N., Bai L., Han D., Yao Z., Liu X., Hao Y., Chen Z., Zhang X., Zhang D., Jin X., Wang Z. Combined application of leguminous green manure and straw determined grain yield and nutrient use efficiency in wheat–maize–sunflower rotation system in Northwest China. *Plants*. 2024;13(10):1358. doi: 10.3390/plants13101358

Аслан Мухамедович Лешкенов
Научный сотрудник, заведующий лабораторией агрохимии и почвенных исследований
E-mail: aslan.leshckenov@yandex.ru

Алим Юрьевич Кишев
Старший научный сотрудник, заведующий отделом земледелия
E-mail: a.kish@mail.ru

Сарина Руслановна Конова
Младший научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвенных исследований
E-mail: agrohimlabkbniish@yandex.ru

Все: Институт сельского хозяйства Кабардино-Балкарского научного центра РАН
360004, Россия, КБР, г. Нальчик, ул. Кирова, 224

Aslan Mukhamedovich Leshkenov
Researcher, Head of the Laboratory of Agrochemistry and Soil Research
E-mail: aslan.leshckenov@yandex.ru

Alim Yurievich Kishev
Senior Researcher, Head of the Agriculture Department
E-mail: a.kish@mail.ru

Sarina Ruslanovna Konova
Junior Researcher at the Laboratory of agrochemistry and soil research
E-mail: agrohimlabkbniish@yandex.ru

All: Institute of Agriculture of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
224, Kirova str., Nalchik, 360004, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2026-72-3-95-100
УДК 631.526.32

Тхаганов Р.Р. канд. с.-х. наук,
Быкова О.А. канд. с.-х. наук,
Аникина А.Ю.
г. Краснодар, Россия

НОВЫЙ СОРТ МЯТЫ ПЕРЕЧНОЙ АЙСБЕРГ

Мята перечная – широко применяемое в медицинской практике растение, занимающее одно из ведущих мест в мировом производстве эфирных масел и включенное в фармакопеи различных стран. Ментол, получаемый из эфирного масла, является основой многих медицинских препаратов. Сотрудниками Северо-Кавказского филиала ВИЛАР создан новый более высокопродуктивный сорт с повышенным содержанием эфирного масла, устойчивый к вредителям и болезням, адаптированный к почвенно-климатическим условиям Краснодарского региона и пригодный для механизированного возделывания. Путем клонового отбора из гибридной популяции, полученной от свободного опыления высокоментольных разновидностей мяты перечной, был отобран селекционный образец, который впоследствии получил название Айсберг. В 2024 году новый сорт был зарегистрирован в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений и получен патент № 13336. В статье представлена информация о преимуществе сорта Айсберг по комплексу хозяйственно ценных признаков в сравнении с ранее выведенным сортом Казачка. Новый сорт во все годы исследований стабильно превышал показатели биопродуктивности сорта-стандарта Казачка (st): по урожайности травы на 0,44 т/га (12 %), листа – на 0,25 т/га (13 %), содержанию эфирного масла - на 1,3 %, валовому его сбору на 35 кг/га (44 %). Эфирное масло характеризуется более высоким содержанием ментола, который составляет 44 % и превышает показатели стандарта на 9,4 %. Айсберг не поражается вредителями и болезнями, обладает высокой облиственностью, устойчив к осыпаемости листьев и пригоден к механизированной уборке. Сорт технологичен и адаптивен к условиям Краснодарского края, что позволит выращивать его на больших площадях в данном регионе.

Ключевые слова: *мята перечная, новый сорт, урожайность, эфирное масло, ментол.*

NEW PEPPERMINT VARIETY ICEBERG

Peppermint is a plant widely used in medical practice, occupying one of the leading places in the global production of essential oils and included in the pharmacopoeias of various countries. Menthol, obtained from essential oil, is the basis of many medical preparations. The employees of the North Caucasus branch of VILAR have developed a new more highly productive variety with a high content of essential oil, resistant to pests and diseases, adapted to the soil and climatic conditions of the Krasnodar region and suitable for mechanized cultivation. Through clonal selection from a hybrid population obtained from open pollination of high-menthol peppermint varieties, a breeding sample was selected, which was subsequently named Iceberg. In 2024, the new variety was registered in the State Register of Protected Breeding Achievements and received patent No. 13336. The article provides information on the advantage of variety Iceberg in a complex of economically valuable traits compared to the previously bred variety Kazachka. In all years of research, the new variety consistently exceeded the indicators of bioproductivity of the standard variety Kazachka (st): in terms of grass yield by 0.44 t/ha (12%), leaf - by 0.25 t/ha (13%), essential oil content - by 1.3%, its gross harvest by 35 kg/ha (44%). The essential oil is characterized by a higher menthol content, which is 44% and exceeds the standard by 9.4%. Iceberg is not affected by pests and diseases, has a dense foliage, is resistant to leaf drop, and is suitable for mechanical harvesting. This variety is technologically advanced and adaptive to the conditions of Krasnodar region, allowing it to be grown over large areas in the region.

Key words: *peppermint, new variety, yield, essential oil, menthol.*

Введение

В лекарственном растениеводстве особое место занимают эфиромасличные культуры, из сырья которых получают ценные эфирные масла, используемые в фармацевтической, парфюмерно-косметической, пищевой и других отраслях промышленности [3, 11]. Важной эфиромасличной культурой является мята перечная (*Mentha×piperita* L.) семейства яснотковых (*Lamiaceae*), которая занимает одно из ведущих мест в мировом производстве эфирных масел, основными физиологически активными компонентами которой являются ментол, изоментол, ментилацетат, пулегон, лимонен, сабинен [6].

При изучении фармакологических свойств эфирного масла установлены антимикробная, противогрибковая, антибактериальная, противовоспалительная и антиоксидантная активность [12, 14]. Ментол, получаемый из эфирного масла, является основой препаратов «Валидол» и «Корвалол», ока-

зывающих успокаивающее влияние на центральную нервную систему, «Пектусин», применяемого при лечении ЛОР-заболеваний, свечей «Анестезол» при обострении геморроя и др. [2]. Листья мяты входят в состав ряда фитосборов, используемых как желчегонное и спазмолитическое средство; настойка листьев применяется в качестве мочегонного, желчегонного и дезинфицирующего средства [4, 13].

Потребность отечественной фармацевтической промышленности в эфирном масле мяты перечной на сегодня удовлетворяется не в полном объеме. Одной из причин такого положения является то, что многие ранее районированные сорта утеряны, а основная часть современных сортов характеризуется относительно невысокой урожайностью, низким содержанием эфирного масла и ментола в нем и сильной поражаемостью ржавчиной и мучнистой росой [7].

Поэтому актуальной задачей является создание новых, более высокомасличных и устойчивых к стрессовым факторам сортов мяты, приспособленных к условиям Краснодарского края, где культура выращивается на больших площадях [10]. В селекционном процессе необходимо учитывать морфологические особенности сорта, урожайность сырья, содержание эфирного масла мяты и его компонентный состав, устойчивость к заболеваниям и повреждаемость вредителями [7, 8].

Из-за сложного гибридного происхождения и в связи с почти полным бесплодием мята перечная размножается вегетативным путем (отрезками корневищ или рассадой). При селекции мяты использовали наиболее простой метод – это индивидуальный отбор из вегетативных потомств различных клонов с последующим их размножением. Путем клонового отбора из гибридной популяции, полученной от свободного опыления высокоментольных разновидностей мяты перечной, отобран селекционный образец, который впоследствии получил название Айсберг. В 2024 году новый сорт был зарегистрирован в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений, получен патент № 13336.

Цель исследований

Создать высокопродуктивный сорт с повышенным содержанием эфирного масла, устойчивый к вредителям и болезням, адаптированный к почвенно-климатическим условиям Краснодарского региона и пригодный для механизированного возделывания.

Материалы и методы

В Северо-Кавказском филиале ВИЛАР, расположенном на территории Краснодарского края в Центральной зоне, были проведены сравнительные исследования по хозяйственно ценным показателям между новым сортом Айсберг и сортом-стандартом Казачка.

Подготовка почвы и агротехника соответствовали требованиям культуры и рекомендациям для её возделывания [5]. Согласно данным «Паспорта агрохимического состояния полей», выданного ФГБУ «Центр агрохимической службы «Краснодарский», почва опытного участка филиала – чернозем выщелоченный. Содержание гумуса - 3,70 %, подвижного K – 337,9 мг/кг, S – 1,18 мг/кг, Cu – 0,129 мг/кг, Zn – 0,54 мг/кг, Co – 0,142 мг/кг, Mn – 3,64 мг/кг, обменный K (K20) – 29,80 мг/кг, Mg – 0,44 мг/кг. Слабокислая реакция наблюдается в верхних слоях (pH 5,1…5,5), в нижних (pH 7,2…7,5) она слегка щелочная.

Посадка обоих сортов мяты проводилась в первой-второй декаде ноября в 2020 и 2021 годах отрезками корневищ длиной 20 см с 4 междоузлиями. Делянки закладывали площадью по 25 м^2, расстояние между рядами - 70 см при четырехкратной повторности.

Анализ морфометрических показателей обоих сортов мяты второго года вегетации (2022 и 2023 гг.) проводили согласно методическим указаниям по закладке полевых опытов на эфирномасличных культурах [5], фенологические наблюдения – по методике И.Н. Бейдеман [1].

В статье представлены фенологические наблюдения, морфометрические показатели (высота растений; урожайность по траве, листве, корневищам; количественное содержание эфирного масла и его компонентный состав). Проведены наблюдения по зимостойкости, устойчивости к вредителям и болезням.

Содержание эфирного масла в сырье мяты определяли методом гидродистилляции по Гинзбергу в % (на воздушно-сухую массу сырья) согласно фармакопейной статье ОФС.1.5.3.0010 (1) «Определение содержания эфирного масла в лекарственном растительном сырье и лекарственных средствах растительного происхождения».

Устанавливали компонентный состав масла методом газожидкостной хроматографии; качественное определение отдельных компонентов – путем сравнения времени удерживания выявленных компонентов с их стандартными образцами. Метод расчета количества компонентов – процентная нормализация по площади соответствующих пиков.

Экспериментальные результаты, выраженные в относительных единицах, подвергались статистической обработке [9].

Результаты и обсуждение

Итогом конкурсного сортоиспытания (2019–2022 гг.) стало выделение перспективного номера 36-18, который под коммерческим названием «Айсберг» был передан в Госсорткомиссию РФ. В 2022, 2023 годах были проведены сравнительные исследования нового сорта Айсберг и ранее районированного (2019 г.) сорта Казачка.

При наблюдении за фенологическими фазами изучаемых сортов было отмечено, что отрастание растений второго года вегетации начинается во второй половине марта и зависит от погодных условий года. Однако сорт Айсберг отрастает на 5-6 дней раньше, и последующее прохождение очередных фенологических фаз также отмечено в более ранние сроки – на 8-13 дней (табл. 1).

Таблица 1. Даты фенологических фаз двух сортов мяты перечной второго года вегетации (2022-2023 гг.)

Сорт	Фазы развития растений			
	отрастание	стеблевание	бутонизация	цветение
Айсберг	20-25.03	12-17.05	22-30.06	12-21.07
Казачка(стандарт)	25-31.03	21-30.05	02-11.07	22-29.07

Морфологические показатели сорта Айсберг характеризуются прямостоячей (до 74 см), шаровидной или более раскидистой формой куста. Листья темно-зеленые, без опушения, с пильчатым краем. Листовые пластинки продолговатые. Стебли зеленые, со слабой антоциановой окраской, ветвистые и хорошо облиственные. Колосовидные соцветия с удлиненными междоузлиями на главных осях расположены в пазухах листьев и состоят из ложных мутовок. В пазухах прицветников располагаются мелкие цветки, окраска венчика бледно-сиреневая. Тычинки внутренние, семян не образуют. Ветвистые корневища тонкие, белые (рис. 1).



Рисунок 1. Мята перечная «Айсберг», 2-й год вегетации

На рисунке 2 представлены фотографии мяты сорта Казачка (стандарт), на которых видны различия по форме куста, корневища, соцветия, окраске стебля.

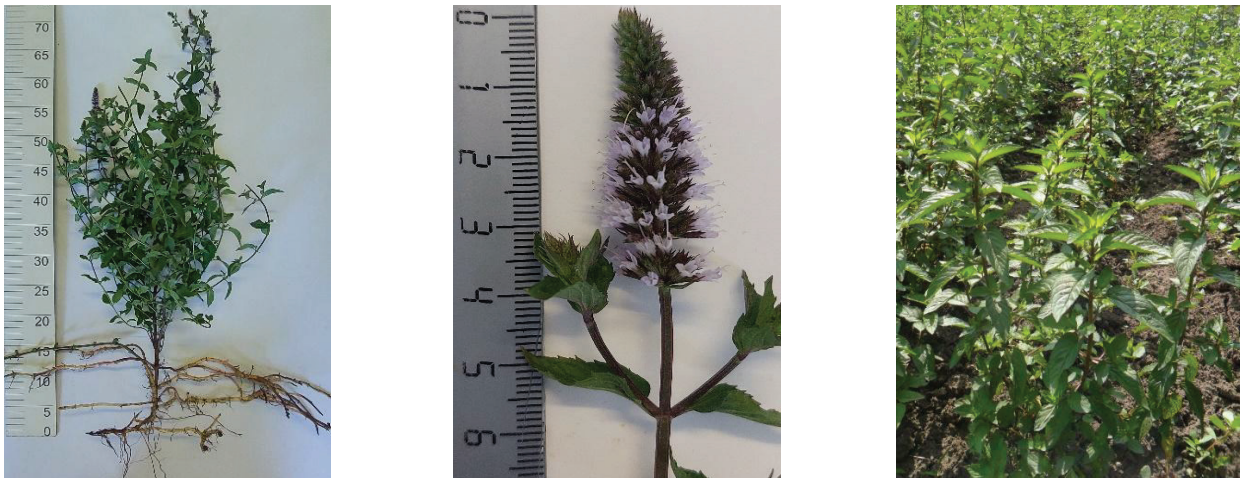


Рисунок 2. Мята перечная сорт Казачка, 2-й год вегетации

У сорта Казачка наблюдался более компактный куст, растения достигают высоты 65 см, что на 12 % меньше, чем у Айсберга.

Данные по оценке обоих сортов приведены в таблице 2. Урожайность воздушно-сухой массы (травы) мяты сорта Айсберг составляет в среднем 4,2 т/га,

листа - 2,2 т/га, количественное содержание эфирного масла в листьях и соцветиях - в среднем 4,07 %. Продуктивность корневищ – 14 т/га. Сбор эфирного масла составляет в среднем 88 кг с гектара.

Таблица 2. Характеристика сортов мяты (2022, 2023 гг.)

Показатель	Годы	Сорта		Отклонение от стандарта	$НСР_{05}$
		Айсберг	St. Казачка		
Урожайность воздушно-сухого листа, т/га	2022	2,22	1,98	+0,24	0,19
	2023	2,13	1,87	+0,26	0,21
	среднее	2,17	1,92	+0,25	-
Урожайность воздушно-сухого сырья (трава), т/га	2022	4,26	3,78	+0,48	0,26
	2023	4,09	3,69	+0,40	0,24
	среднее	4,17	3,73	+0,44	
Массовая доля листа в структуре урожая, %	2022	54,3	46,1	+8,2	-
	2023	52,5	42,9	+9,6	-
	среднее	53,4	44,5	+8,9	-
Содержание эфирного масла в сырье, %	2022	4,12	2,86	+1,26	
	2023	4,02	2,68	+1,34	
	среднее	4,07	2,77	+1,30	
Высота растения, см	2022	76,0	64,0	+12,0	
	2023	72,0	66,0	+6,0	
	среднее	74,0	65,0	+9,0	
Число суток от отрастания до полного цветения	среднее за два года	121	129	-8	
Урожайность корневищ (при стандартной влажности), т/га	2022	14,7	12,3	+2,4	0,99
	2023	13,5	11,8	+1,7	1,11
	среднее	14,1	12,0	+2,1	-
Устойчивость к условиям зимнего периода, балл	среднее за два года	4,5	5,0	-	

Новый сорт устойчив к заморозкам, весеннее отрастание равномерное, осыпания листьев и полегания растений не наблюдалось. Возможно проведение механизированной обработки плантаций и уборки сырья.

По результатам исследований новый сорт несколько уступает по устойчивости к условиям зимы, но по всем остальным показателям превышает сорт (St.) Казачка: урожайность по сырью - на 0,44 т/га (12 %), листу - на 0,25 т/га (13 %), содержанию эфирного масла – на 1,3 %, валовому его сбору - на 35 кг/га (66 %). Такая разница по выходу масла обусловлена высоким содержанием его в сырье мяты сорта Айсберг (табл. 2). Поражаения болезнями и повреждения вредителями на новом сорте и стандарте за годы проведения наблюдений не отмечены.

Для характеристики каждого сорта важно не только общее содержание эфирного масла, но и содержание его отдельных компонентов, определяющих качество масла. В результате проведенных исследований в эфирном масле мяты нового сорта выявлено и идентифицировано более 37 компонентов. На рисунке 3 приведены доминирующие мажорные и минорные компоненты, остальные содержатся в количестве менее 0,1 %.

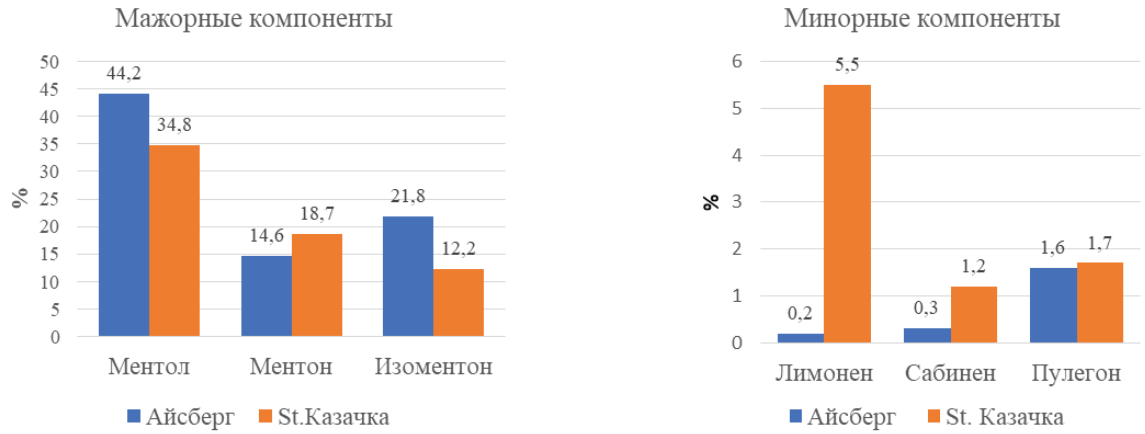


Рисунок 3. Компонентный состав эфирного масла двух сортов мяты 2-го года вегетации (2022, 2023 гг.).

Как видно из диаграмм, эфирное масло, полученное из сырья нового сорта мяты, характеризуется высоким содержанием ментола и изоментона, в то же время минорные компоненты (лимонен, пулегон и сабинен) находятся в минимальном количестве.

По результатам проведенных исследований сорт Айсберг характеризуется более высокой урожайностью, высоким содержанием эфирного масла и ментола, устойчивостью к заморозкам и полеганию, не поражается болезнями, не повреждается вредителями, пригоден к механизированной уборке и может с успехом возделываться на больших площадях Краснодарского края.

Выводы

Создание высокопродуктивного сорта Айсберг явилось итогом многолетней селекционной работы с мятой перечной.

Новый сорт характеризуется стабильной продуктивностью независимо от погодных условий. Средняя урожайность листа составила 2,17 т/га, травы – 4,17 т/га, корневищ – 14,1 т/га; эти показатели были выше показателей сорта-стандарта Казачка на 13, 12 и 17,5 % соответственно. Количественное содержание эфирного масла выше на 1,3 %. Повышение двух составляющих биопродуктивности (урожайность сырья и содержание эфирного масла) позволяет увеличить выход масла с единицы площади в 1,6 раза.

Сорт Айсберг характеризуется устойчивостью к полеганию, адаптивен к неблагоприятным климатическим факторам и технологичен при возделывании, что обеспечивает его высокую ценность для масштабного выращивания в условиях Западного Предкавказья и является перспективным для дальнейшего экологического испытания в других регионах России.

Работа выполнена в рамках Государственного задания согласно теме НИР «Определение ресурсного потенциала дикорастущих видов лекарственных растений, разработка адаптивных агротехнологий и создание устойчивых сортов лекарственных культур FGUU-2025-0006».

Литература / References

1. Бейдеман И.Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. Изд. АН СССР, 1974. 155 с. [Beideman I.N. Methodology of phenological observations in geobotanical studies. Publ. USSR Academy of Sciences, 1974;155 p. (in Russian)].
2. Государственная фармакопея Российской Федерации. XV издание. Москва. 2023. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. 15th edition. Moscow. 2023 (in Russian)].
3. Жаова Ж.А., Косарев В.Н., Галичева М.С. История изучения эфиромасличных культур // *Вестник Майкопского государственного технологического университета.* 2024. Т.16, № 2. С. 51-59. [Zhova Zh.A., Kosarev V.N., Galicheva M.S. History of the study of essential oil crops. *Bulletin of the Maikop State Technological University.* 2024;16(2):51-59 (in Russian)].
4. Лукомец В.М., Бочкарев Н.И., Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Эфиромасличные культуры. Краснодар: Просвещение – Юг, 2017. 295 с. [Lukomets V.M., Bochkarev S.V., Zelentsov N.I., Moshnenko E.V. Essential oil crops. Krasnodar: Prosveshchenie – Yug, 2017;295 p. (in Russian)].
5. Методика проведения полевых опытов с лекарственными и эфирномасличными культурами. Издание 1-е, дополненное и переработанное. М. ФГБНУ ВИЛАР, 2023. 112 с. [Methodology for conducting field experiments with medicinal and essential oil crops. 1st edition, revised and enlarged. Moscow, FSBSI VILAR, 2023;112 p. (in Russian)].
6. Олейников Д.Г., Дударев Л.В. Химический состав и антирадикальная активность эфирного масла Российских образцов Mentha × piperita L. // *Химия растительного сырья.* 2011. № 4. С. 109-114. [Oleynikov D.G., Dudarev L.V. Chemical composition and antiradical activity of essential oil of Russian samples of Mentha × piperita L. *Chemistry of plant raw materials.* 2011;4:109-114 (in Russian)].
7. Солоницкая В.Б., Касьянова Н.В. Состояние и перспективы селекции мяты перечной // Научно – технический бюллетень ВНИИМК. Краснодар. 2000. Вып 123. С 69-73. [Solonitskaya, V.B., Kasyanova N.V. Status and prospects of peppermint breeding. Scientific and technical bulletin of VNIIMK. Krasnodar. 2000;123:69-73 (in Russian)].
8. Цыркунова О.А., Сачивко. Т.В. Оценка образцов мяты (Mentha) по комплексу морфологических признаков // Овощеводство. 2022. Вып. 30. С. 220–231. [Tsyrkunova O.A., Sachivko T.V. Evaluation of mint (Mentha) samples based on a set of morphological characteristics. Vegetable growing. 2022;30:220–231 (in Russian)].
9. Шеуджен А. Х., Бондарева Т. Н. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов. Майкоп: Полиграф-Юг, 2015. 659 с. [Sheudzhen A. Kh., Bondareva T. N. Methods of agrochemical research and statistical evaluation of their results. Maykop: Polygraph-South, 2015; 659 p. (in Russian)].
10. Шуваева Т.П., Бородин А.П. Технология возделывания мяты на Кубани // *Масличные культуры.* Научно - технический бюллетень ВНИИМК. 2013. Вып 2. С. 1-8. [Shuvaeva T.P., Borodin A.P. Technology of mint cultivation in Kuban. *Oilseed crops.* Scientific and technical bulletin of VNIIMK. 2013;2:1-8 (in Russian)].
11. Gholamipourfard K., Salehi M. and Banchio E. Mentha × piperita L. phytochemicals in agriculture, food industry and medicine: Features and applications. South African Journal of Botany. 2021;141:183-195. doi: 10.3390/molecules28217444
12. Iscan G., Kirimer N., Kurkcuoglu M., Can Baer F. Antimicrobial screening of Mentha×piperita L. essential oils. *Journal of Agricultural and Fod Chemistry.* 2002;5(14):3943-3946. doi: 10.1021/JF011476K

13. Mahendran G. and Rahman L. Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological updates on Peppermint (Mentha×piperita L.). *Phytotherapy Research.* 2020;34(3):1-52. doi: 10.1002/ptr.6664
14. Sokovic M.D., Vukojevic J., Marin P.D., Brkic D.D., Vajs V., Griensven L.J. Chemical composition of essential oils of Thymus and Mentha species and their antifungal activities. *Molecules.* 2009;14(2):238-249. https://www.mdpi.com/1420-3049/14/1/238/

Руслан Рамазанович Тхаганов
Старший научный сотрудник
E-mail: krasnodarvilar@gmail.com

Ольга Алексеевна Быкова
Директор, научный сотрудник
E-mail: krasnodarvilar@gmail.com

Анна Юрьевна Аникина
Научный сотрудник
E-mail: vilar8@rambler.ru

Все: Северо-Кавказский филиал
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»
353225 Краснодарский край, Динской район, ст. Васюринская, пос. ЗОС ВНИИЛР

Ruslan Ramazanovich Thaganov
Senior Researcher, North Caucasus Branch,
E-mail: krasnodarvilar@gmail.com

Olga Alekseevna Bykova
Director, Researcher
E-mail: krasnodarvilar@gmail.com

Anna Yuryevna Anikina
Researcher
E-mail: krasnodarvilar@gmail.com

All: North Caucasian branch of
FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants»
village ZOS VNIILR, Vasurinskaya, Dinskaya district, Krasnodar region, 353225, Russia

ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ АМАН - ХАФИЦЭ МУХАМЕД



Книга «Мухамед Мусабиевич Хафицэ» академика РАН А.Х. Шеуджена, изданная в Майкопе, вызвала оживленный интерес в адыгском мире, поскольку главный герой повествования широко известен на Кавказе и далеко за его пределами. Книга вышла тиражом 1000 экземпляров. В книге раскрываются основные черты личности Мухамеда Мусабиевича Хафицэ и его достижения; повествование пронизано глубоким уважением и дружеским теплом автора к юбиляру. Привлекает и прекрасная полиграфия и дизайн обложки.

Опубликованию книги предшествовали многочисленные статьи академика А.Х. Шеуджена о жизни и общественно-политической деятельности Мухамеда Мусабиевича Хафицэ: «Сын Кавказа» (Вестник Карачаево-Черкесии. 2011. №6(87). 29 марта); «Твердость духа» (Хафицэ Мухамед Мусабиевич: первооснователь черкесского зарубежья. Нальчик, 2016. С. 71-74); «Хафицэ Мухамед Мусабиевич» (Сообщество ученых Северного Кавказа. Краснодар, 2012. С. 26-27); «Хафицэ Мухамед Мусабиевич» (Страницы жизни. Майкоп, 2025. С. 441); «Глашатай адыгской диаспоры» (Доклад АМАН. 2026. Т.26. №1. С. 107-114). Продолжением этой серии публикаций стала книга «Мухамед Мусабиевич Хафицэ»

Из аннотации к книге читатель узнает, что Мухамед Мусабиевич Хафицэ - заметная фигура в плеяде достойных сынов земли адыгов, видный общественный деятель, неутомимый и талантливый публицист, проницательный критик и адыговед с мировым именем. Автор многочисленных книг об истории и культуре адыгов, о лучших представителях черкесского зарубежья, светлый человек в помыслах и поступках. При знакомстве с книгой обращают на себя внимание высокое мастерство и оригинальный подход автора в изложении материала.

Книга состоит из четырех разделов: первый – «Адыговеду Мухамеду Мусабиевичу Хафицэ – 80 лет»; второй – «Хроника жизни и деятельности»; третий – «Мухамед Хафицэ – достойный сын Кавказа»; четвертый, заключительный: «Достойный не идет по следам других людей».

4 апреля 2026 года в культурном центре «Акрополь» г. Нальчика отметил свой юбилей известный адыговед Мухамед Мусабиевич Хафицэ. В зале присутствовала практически вся научная и творческая интеллигенция адыгских республик – Адыгеи, Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкесии. Настроение присутствовавших было праздничным, приподнятым. Выступающие вспоминали интересные моменты из жизни, связанные с Мухамедом Мусабиевичем. Многим запомнились слова А. Х. Шеуджена, произнесенные в этот знаковый вечер. Постараюсь передать их по памяти: «Большинство из вас задает себе вопрос, я чувствую это: «Кто он сидит рядом с юбиляром?». Так отвечаю сам: я не адыгеец, не кабардинец и не черкес, я адыг – один из многочисленных учеников Мухамеда Мусабиевича. Учитель не тот, кто учит, а у кого учатся. И в этом плане справедливо ассоциирую себя таковым. Если я без каких-либо комментариев назову лишь фамилию Хафицэ и попрошу вас поднять бокал за него – все присутствующие одобрят. Уместно и совершенно правильно говорят о его большом созидательном следе на земле. Предвидя большое количество гостей и желание каждого высказать теплые слова в адрес Мухамеда Мусабиевича, я, стремясь сэкономить время присутствующих, написал о нем книгу, где мысленно отразил свое выступление».

Автором первого раздела является Арсен Коноков, президент Адыгской (Черкесской) международной академии наук, сенатор Российской Федерации. Раздел служит своеобразным введением книги и поздравительным адресом к юбиляру. Обращаясь к юбиляру, автор пишет: «Уважаемый Мухамед Мусабиевич! Возраст — всего лишь цифра, и сейчас Вы, как и прежде, полны сил, энергии и новых идей. Пусть этот замечательный юбилей станет для Вас началом ещё многих счастливых лет, наполненных творчеством, любовью близких и верных друзей. Пусть исполнятся все Ваши благие цели и мечты! Желаю Вам крепкого здоровья и деятельного, активного долголетия, удачи и успехов в Вашей многогранной деятельности! Новых свершений, творческих озарений и дальнейшей плодотворной работы во благо адыгского народа, родной Кабардино-Балкарии и России!».

Во втором разделе читатель имеет возможность ознакомиться со страницами жизни Мухамеда Мусабиевича Хафицэ. Приведены основные этапы его жизни: дата и место рождения, годы учебы; информация о трудовой деятельности, участии в

творческих конкурсах и наградах. В целом раздел информативен и содержит конкретные сведения о жизни и деятельности героя книги.

Третий раздел служит центром книги. Здесь академик А.Х. Шеуджен излагает не только свое мнение о Мухамеде Мусабиевиче Хафицэ, сформировавшееся за годы знакомства и общения с ним, но и приводит оценки его коллег, многие годы работавших вместе с ним. В качестве эпиграфа к разделу автор приводит слова Героя Труда России Исхака Машбаша: «Мухамед Хафицэ хорошо знает историю адыгов, их обычаи и этикет. У него широкое мировоззрение, четкий ум и беспокойная душа. Он истинный патриот России, честно служащий своему народу, принимающий на себя заботы и тревоги всех черкесов, где бы они ни жили».

Свое эссе о Мухамеде Мусабиевиче Хафицэ автор начинает так: «На одной из полок моей домашней библиотеки наряду со многими другими особняком стоит подборка наиболее дорогих для меня книг: «Адыгские мамлюки», «Звезды бледнеют на чужбине», «Знаменитые адыги-черкесы», «Черкесы в Израиле», «Разбросаны адыги по белому свету», «Моя надежда – моя ладья», «Звезды на небе и на земле», «Вся жизнь на виду», «Наследие», «День Победы», «Черкесская диаспора. Панорама культурной жизни», «Черкесская иллюстрированная энциклопедия. Адыги: Один из древнейших народов мира», «Кто есть кто в черкесском зарубежье». Автор всех этих книг, а также ряда сборников по исторической тематике — адыговед Мухамед Мусабиевич Хафицэ, высоко эрудированный историк-исследователь с мировым именем и признанием, талантливый журналист, публицист, популяризатор истории адыгов и просто прекрасный Человек с большой буквы. Перечитывая книги Мухамеда Мусабиевича Хафицэ, я вновь и вновь ощущаю глубокую признательность этому человеку - не только как автору замечательных произведений, но и как старшему товарищу, которого я знаю много лет. Его многогранный талант, эрудиция и преданность делу давно вызывают у меня искреннее восхищение. Однако постоянная занятость долго не позволяла мне сосредоточиться и выразить эти мысли в развёрнутом эссе. Судьба подарила мне повод: приближается юбилей Мухамеда Хафицэ. Не отметить это событие я просто не имел права».

Характеризуя творчество М. Хафицэ, А.Х. Шеуджен приводит слова народного поэта КБР Зубера Тхагазитова: «Что привлекает в художественных очерках М. Хафицэ? Глубокое знание предмета, его умение ёмким словом воссоздать внутренний мир, интеллектуальный и эмоциональный облик героя. Скупыми, но запоминающимися, яркими штрихами рисует автор и его внешний портрет. Таких героев у М. Хафицэ много. Они надолго остаются в памяти — с живыми лицами, индивидуальными чертами характера, словно вместе с автором общаются с нами».

Академик А.Х. Шеуджен, опираясь на материал, собранный по крупицам, приводит данные по истории адыгского народа, жизни и быту черкесов зарубежья, происхождению названия «кабардинцы», фамилии Хафицэ и родного селе Заюково. На основе воспоминаний коллег Мухамеда Мусабиевича по работе он подробно останавливается на его общественной и литературной деятельности, охватывающей более полувековой период. В своих публикациях Мухамед Мусабиевич раскрывает острые противоречия в истории адыгов. Как отмечает автор, Мухамед Хафицэ исколесил весь мир, лично ознакомился с жизнью и бытом всех адыгов, разбросанных судьбой по всему свету. Это все приводится в рецензируемой книге. Автору удалось воссоздать все вехи жизни Мухамеда Мусабиевича, в том числе его деятельность по восстановлению биографии общественно-политических деятелей и творческой интеллигенции знаменитых адыгов, проживающих во многих странах. Как отмечает А.Х. Шеуджен, глубокий патриотизм, высокая принципиальность при освещении истории черкесского зарубежья, кристальная честность и прямота снискали ему всеобщее уважение в адыгском мире. Подвижническая деятельность М.М. Хафицэ многократно подчеркивается в книге, бесспорно, оставила неизгладимый след в адыговедении. Его книги по истории адыгов, как свидетельствует автор, являются образцом непредвзятого обобщения и всегда опираются на факты.

Написанию книги предшествовала большая исследовательская работа академика А.Х. Шеуджена, включавшая поиск и анализ публикаций биографов Мухамеда Хафицэ, а также многочисленные беседы с коллегами, близко знающими его по работе. Приводим их в порядке упоминания в книге:

– Мусукаев Александр: «Мухамед Хафицэ впервые в литературе составил обстоятельную этническую карту расселения и численности зарубежных адыгов. Он привёл названия населённых пунктов их проживания, указал не только фамилии, но и принадлежность к отдельным подразделениям самих черкесов, а также других народов Северного Кавказа. По его данным, на сегодняшний день три миллиона адыгов проживает на всех континентах Земли»;

– Оразаева Луиза: «Его подвижническая деятельность и журналистское творчество хорошо известны за рубежом. Трудно найти человека в черкесском зарубежье, занимающегося проблемами своего народа, с кем бы он ни был знаком лично. Цель одна – Мухамед от души хочет помочь адыгам найти друг друга и, даст Аллах, соединиться»:

– Мезова Ирина: «С самого начала своей жур-

налистской деятельности М. Хафицэ избрал одно основное направление, которому остается верен и сейчас. Будь это его собственная книга или сборники, редактором-составителем которых он является, в них четко прослеживается эта линия: пропаганда образа жизни и достижений адыгов»;

– Моттаева Светлана: «Его обширные анкетные данные говорят сами за себя. И главный вывод из всего, что он сумел добиться, — М. Хафицэ смог стать общественно значимой фигурой, пожалуй, одной из ведущих в адыгском мире. Что же способствовало столь динамичному, впечатляющему росту его как личности? Думается, та самая определяющая черта, помимо любви к родному этносу. Отсюда его огромный интерес ко всему, что касается истории народа, родившего и вскормившего его самого, редкое умение налаживать контакты с окружающим миром. И еще характер — широкий и доброжелательный. Особое место в этом ряду занимает плодотворность тех самых контактов, ощутимо направляющих его сознание в русло целевой установки, векторной линии, которой он никогда и ни при каких обстоятельствах не изменял... Хафицэ всегда считал: кто, если не он? Этим кредо Мухамед руководствуется и сегодня. И наши беседы с ним на эти темы порой заканчивались моим восклицанием: «Господи, хоть бы моему балкарскому народу одного такого Мухамеда!»;

– Вороков Владимир: «Он вносит большой вклад в решение проблем черкесского зарубежья. Я не знаю равного М. Хафицэ адыговеда. И рад, что могу сказать об этом моему другу, всем знакомым и незнакомым. Еще бы добавил: «Нам бы еще одного Мухамеда Хафицэ!» – и поймал себя на мысли: зачем еще одного? Этого надо беречь, помогать ему, любить его и дело, которому он посвятил свою жизнь»;

– Бжеников Мухаб: «Мухамед Мусабиевич Хафицэ – известный в Кабардино-Балкарии, на Северном Кавказе, в адыгской диаспоре общественно-политический деятель, публицист, критик и литературовед. Мухамеда по праву называют глашатаем черкесского зарубежья, ибо он для всех адыгов, волею судьбы оказавшихся в разных странах, – человек, с которым связаны первые информации о родине предков, о соотечественниках, живущих в России, имеющих свои государственные образования, их культуре, искусстве, литературе»;

– Котляров Виктор: «Мухамед Хафицэ — человек, который сделал себя сам, организовал и построил свой дом, свой мир. И этот дом, и этот мир открыты для других — близких и далёких, соплеменников и соотечественников. В нем комфортно и уютно всем, ибо хозяин добр и искренен»;

– Бекизова Лейла: «Мухамед Хафицэ открыт для диалога культур, пропаганды во всем мире всего лучшего, яркого и самобытного, созданного гением адыгов. Его душа способна вместить весь мир. Она открыта всем, кто хочет приобщиться к ее богатствам. Независимо от ранга всем есть место в кунацких, где Мухамед встречается со своими многочисленными друзьями. Для каждого он находит уголок в своей душе, отзывчивой, теплой и согревающей. В его уютном кабинете царит творческая атмосфера, которая одухотворяется книгами уникального издательского центра «Эль-Фа», портретами исторически знаменитых соотечественников. Никто никогда не видел Мухамеда хмурым, озлобленным и недоброжелательным. Обиды М. Хафицэ переносит стоически, стараясь перешагнуть их и идти дальше дорогой добра и света. Таков он от Бога. М. Хафицэ никогда не изменяет вековой традиции адыгов — гостеприимству. Любовь к родному слову, традиционной культуре народа предопределена истоками его творческого дара».

– Мокаев Магомед: «В наше многотрудное время, когда почти во всех сферах жизни царит полная неразбериха, когда каждый стремится любым путем выжить, сохранить в себе все человеческие качества не так-то просто. А Мухамед Хафицэ из тех, кто не теряет их»:

– Апажев Мухамед: «Если бы мне, работающему со студентами вот уже 40 лет предложили назвать десять самых лучших из многих тысяч моих учеников представителей разных наций, стран и континентов, я бы назвал в числе первых Мухамеда Хафицэ, человека большого такта, журналиста со знаком качества, писателя со своим тавром, исследователя «со своей посадкой в седле»; народного дипломата, открывшего нам и всему миру черкесское зарубежье и на наших глазах значительно раздвинувшего адыгский мир»;

– Мафедзев Сараби: «Что характеризует Мухамеда Хафицэ? Прежде всего, его поразительная работоспособность, разносторонний талант, неподдельное адыгство, организованность, джентльменство, скромность и еще осознание необходимости всего, что он делает для родной истории и культуры»;

– Аттаев Жамал: «Не могу не сказать еще об одном важном обстоятельстве. Мухамед – человек искренний, открытый, порой прямолинейный, резковатый, но справедливый. Льстить кому бы то ни было, подобострастничать, приобретать таким образом чье-то расположение претит ему. Как водится, подобное поведение далеко не всем по нутру, но это его ничуть не беспокоит. Поражает и его трудоспособность. Для него нет ни выходных, ни праздников, ни отпусков. Он всегда в делах и заботах. Ему хочется успеть сделать как можно больше доброго и хорошего. Присущи Мухамеду и уж совсем не модные в наши дни качества — щедрость и надежность. Любому, кто обратится к нему за помощью, он при малейшей возможности

не откажет, поддержит, приободрит. Если что-то пообещал, обязательно сделает»;

– Онищенко Элла: «Можно любить родину, просто глядя на красивые горы и запивая еду водой из горного родника. А можно сделать для нее так много, что слова «общественный деятель, журналист, писатель» станут не просто званиями, а подлинным определением личности человека. Как он [М. М. Хафицэ] все это мог успеть? — спросит читатель. Отвечу, что не только мог. Главное, что в каждом из больших и малых дел выкладывался полностью. Это, без сомнения, способность людей, которых сейчас принято называть трудоголиками»;

– Данилова Светлана: «Публицисту Мухамеду Хафицэ присущи обостренная совесть и человечность. Полагаю, что особенно это свойственно творческим натурам. Он умеет улавливать глубинную суть явлений»;

– Алханова Светлана: «Мухамед Мусабиевич Хафицэ внес неоценимый вклад в изучение истории и культуры адыгской диаспоры, следовательно, всего черкесского народа. Он занимается не только воплощением собственных замыслов, но и изданием произведений своих коллег, сопровождая их содержательными статьями».

– Нехай Тамара: «Мухамед Мусабиевич журналист, публицист, человек огромной доброты и проницательности, который умеет понимать, чувствовать и бережно относиться к собеседнику, особенно к своим друзьям. А друзей у Мухамеда очень много»;

– Кишев Мухадин: «Его потрясающая черта — суметь ласково, в шутку даже, сказать близкому другу горькую правду-критику в глаза, после которой не таят обиду или вражду, а делают правильные выводы. Мухамед старается помочь всем талантливым литераторам, художникам, музыкантам».

– Хазеша Бецуков: «Горжусь дружбой с Мухамедом Хафицэ, построившим патриотический «дворец» на общественных началах для духовной реинтеграции родного этноса. В основе его успехов — высокая общечеловеческая культура и неподдельная любовь к своему народу. Нравственные устои М. Хафицэ с годами не поменялись. И сегодня он живет по совести, заботится о других»;

– Жильцова Анна: «История родного народа, его духовное наследие, взаимосвязи с черкесским зарубежьем, дружба и братство народов Северного Кавказа — все это на протяжении многих лет является предметом его пристального внимания и конкретных дел. Свидетельство тому — выпущенные Мухамедом книги»;

– Шинкуба Баграт: «Дорогой друг, младший брат Мухамед! Мы недавно пережили страшный год войны. Был рядом с нами и ты, сын этой республики. Ты помогал, чем только мог, чтобы день победы пришел на мою землю. Я знаю и о твоих финансовых взносах в фонд Абхазии, и о книгах, которые издавались в Кабардино-Балкарии, в том числе и моей»;

– Бондарева Татьяна: «Мухамед Мусабиевич Хафицэ — высокоэрудированный, масштабно мыслящий человек-глыба. Он незаменим во всем: в профессии, общественной деятельности и дружбе, умеет слушать и слышать, пламенный патриот, прекрасный знаток истории адыгов, он своим примером вдохновляет окружающих. Его яркие, филигранно выверенные и удивительно мудрые выступления на форумах ученых и собраниях АМАН всегда вызывают восхищение».

– Хурум Хазрет: «Мухамед Хафицэ — образец добропорядочности и высокой культуры. Его энциклопедическая образованность вызывает искреннее восхищение, а внутренняя харизма и неземная притягательная сила делают его центром притяжения в любом обществе. Он умеет объединить людей вокруг благородных целей и вдохновить на созидательные дела»;

– Керимова Марианна: «Мухамед Хафицэ по праву считается первооткрывателем черкесского зарубежья. Благодаря ему наладились прочные мосты между диаспорой и Родиной. Благодаря кропотливым усилиям и неутомимой просветительской деятельности Мухамеда Хафицэ, нам стали известны имена поэтов и прозаиков людей искусства, военных и общественных деятелей, а также спортсменов черкесского зарубежья. Своими делами он пробуждает у сограждан добрые чувства, любовь к родному очагу, ратует за добрососедские и братские отношения между народами»;

– Шхапацев Аслан: «Мухамед Мусабиевич — настоящий сподвижник адыгского мира: неутомимый, деятельный, наделённый поистине неиссякаемой энергией. Словно источник живой силы, он заряжает окружающих своим энтузиазмом, верой и оптимизмом»;

– Непшекуева Тамара: «академика АМАН Мухамеда Мусабиевича Хафицэ отличают огромная эрудиция, аналитический склад ума, большая работоспособность, трудолюбие, деликатность по отношению к коллегам, утонченность мышления, блестящее владение родным языком. Он человек высочайшего профессионального и нравственного долга, центр притяжения народов адыгского мира»;

– Бейтуганов Сафарби: «В ряду выдающихся современных адыгов, оказавших заметное влияние на возрождение самосознания народа, особое место принадлежит Мухамеду Хафицэ. Об этом недвусмысленно говорят отзывы о нем видных современников, которые в достаточной степени дают основание сформулировать роль и место Мухамеда Хафицэ в адыгском мире, как основоположника

и лидера Раннего Адыгского Ренессанса».

Вот из таких бесценных мозаик академик А.Х. Шеуджен создал широкое историческое полотно жизни и деятельности основоположника и лидера «Раннего Адыгского Ренессанса» Хафицэ Мухамеда Мусабиевича.

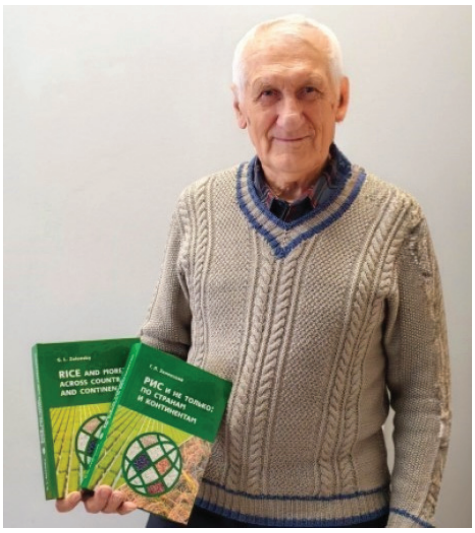
Четвертый раздел книги подготовлен академиком АМАН, членом Союза писателей Российской Федерации Сафарбием Бейтугановым. В разделе любознательный читатель ознакомится с малоизвестными фактами семьи Хафицэ, а также более подробно - с его творческой и общественно-политической деятельностью.

В целом книга познавательна, написана хорошим литературным языком, легко читается. Бесспорно, она пополнит наши знания о достойных сынах адыгского народа.

Ю.Н. Ашинов,
доктор биологических наук, академик АМАН,
зав. кафедрой МГТУ, Майкоп

О РАБОТЕ, ПУТЕШЕСТВИЯХ И НЕ ТОЛЬКО…

(отзыв на книгу Г.Л. Зеленского «Рис и не только: по странам и континентам»)



Наука - лучший способ удовлетворения личного любопытства за государственный счет
академик Л.А. Арцимович

Прочитав книгу известного селекционера, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Григория Леонидовича Зеленского *«Рис и не только: по странам и континентам»,* у меня возникла стойкая ассоциация: сюжет и форма изложения напоминают книгу выдающегося биолога академика Н.И. Вавилова *«Пять континентов»,* которую я читал много лет назад. В книге *«Пять континентов»* Николай Иванович не в сухом академическом стиле, а в свободной и даже художественной форме описывал свои научные экспедиции по различным странам, целью которых было изучение растительных ресурсов всего земного шара и создание в СССР мировой коллекции культурных растений. Отличительной частью книги Н.И. Вавилова является то, что наряду с материалами по научной тематике представлена информация об исторических и культурных ценностях той или иной страны, а также краткое описание происходивших событий и встречавшихся ему людей.

Такой же стиль изложения наблюдается и в книге Г.Л. Зеленского *«Рис и не только: по странам и континентам»*, в которой соединяются достоинства научной и художественной прозы. В таком ракурсе книга Г.Л. Зеленского вполне соответствует концепции академика Д.С. Лихачева, который считал, что нет принципиальных различий между научной и художественной прозой, так как в основе многих научных понятий и художественной литературы лежит образность.

Книга Г.Л. Зеленского – это научно-популярное повествование, рассчитанное на широкий круг читателей, потому что затрагивает не только научные аспекты, которые интересны сугубо узким специалистам, но и тему, интересующую буквально каждого человека - как можно научиться жить, совмещая приятное *(в данном случае путешествие)* с полезным *(учеба, работа)*. Многие из читателей наверняка слышали афоризм, который приписывается Конфуцию - *«Найди себе дело по душе и тебе не придется работать ни дня в своей жизни».* Для Г.Л. Зеленского этот принцип воплотился в желании и стремлении максимально расширить круг общения с коллегами в международной научной среде и, одновременно с решением научных задач, обогатить свои знания историей, культурой и достопримечательностями других государств. Для этого автору пришлось приложить много усилий к самообразованию и саморазвитию, преодолению различных препятствий: устранению языкового барьера, решение финансовых и организационных вопросов и многое другое. В книге на жизненных примерах хорошо показано, что нельзя пасовать перед возникающими трудностями, необходимо постоянно стремиться к поставленной цели, уверенно преодолевать все проблемы. Такой подход позволил Григорию Леонидовичу, наряду с приобретением опыта, знаний и достижением практических результатов, получать массу положительных эмоций, приятных переживаний и теплых воспоминаний, т. е. душевного удовольствия от встреч с чем-то новым и интересным. В данном труде автор делится с читателем наиболее яркими впечатлениями от зарубежных поездок, которые расширяли его кругозор, мотивировали и вдохновляли на дальнейшее личностное развитие, помогали переосмыслить некоторые уже привычные вещи. Причем это сделано познавательно, позитивно и поучительно.

В начале книги Г.Л. Зеленским представлена своего рода расширенная автобиография с обозначением реперных точек своего жизненного пути (школа, техникум, КСХИ, ВНИИ риса, КубГАУ и др.). Здесь читатель может ознакомиться с формированием профессора Г.Л. Зеленского как ученого и высокопрофессионального специалиста в области селекции риса.

Основная же часть книги состоит из описания зарубежных поездок, причем каждый выезд за пределы России представляет собой и может восприниматься как отдельный рассказ в виде миниатюры или новеллы. С 1968 по 2020 годы Г.Л. Зеленский более 40 раз выезжал в заграницу. В некоторых странах, таких как Италия, Франция, Казахстан, Грузия он побывал по пять и более раз. По три зарубежные командировки автор предпринял в 1991, 2002, 2006, 2019 годах. В своей книге он достаточно детально описал поездки в 22 страны мира, расположенные на пяти континентах.

Книга Г.Л. Зеленского - это не столько научный

труд, а скорее последовательный рассказ ученого-путешественника, охватывающий страну за страной. Знакомясь с содержанием книги, понимаешь, что естественным желанием автора было дать возможность читателю ознакомиться с рисосеющими регионами земного шара, мировыми научно-исследовательскими центрами по рису и выдающимися учеными в области селекции риса. Материал представлен в соответствии с реальной жизнью, в которой сугубо рабочие дела связаны и переплетены с отдыхом, деловыми отношениями, дружескими встречами. При этом отдых для Григория Леонидовича, как у всех творческих людей, являлся частью его продуктивной деятельности.

Книга насыщена рабочими моментами, такими как организация и участие в различных международных конгрессах и совещаниях, обсуждение с зарубежными коллегами методик и результатов проводимых исследований, обмен семенным материалом, коллекционными образцами и многое другое. В то же время большое внимание автором уделено описанию всевозможных жизненных ситуаций, происходивших в этих поездках (от серьезных и даже грустных до веселых и курьезных), общению с коллегами, рассуждениям на тему человеческих судеб и важности обмена информацией между учеными. Кроме этого, приводятся обширные сведения о культуре, истории и природе тех мест, которые посетил автор. В связи с этим отдельные отрезки книги напоминают в какой-то степени путеводитель по многим странам и городам мира с зарисовкой достопримечательностей и личными комментариями автора. Безусловно, все это придает книге статус путевых очерков, которые читают легко и интересно. Книга прекрасно проиллюстрирована (более 500 фотографий), большая часть которых представлена снимками самого автора.

Хочется подчеркнуть, что во многих научных поездках Г.Л. Зеленского участвовала его жена, Зеленская Ольга Всеволодовна. Будучи кандидатом биологических наук и специалистом в области общей биологии и экологии, она участвовала в делегациях не как праздный турист, а как полноправный член научных делегаций, верный соратник и помощник. Судя по теплым высказываниям самого Григория Леонидовича, жена являлась для него своего рода музой, так как за основу данной книги были взяты подробные дорожные заметки об увиденном и происходившем, которые он писал ей из всех своих заграничных командировок. Кроме того, Ольга Всеволодовна является отчасти и соавтором данного труда, так как оказывала огромную помощь в подготовке и редактировании рукописи к печати. В мировой истории науки известны случаи, правда не столь частые, когда ученые брали жен в поездки и экспедиции, делая их своими соратниками по научной работе. В качестве примеров можно привести Александру Потанину, которая со своим мужем Григорием Потаниным совершала экспедиции в северо-западную Монголию, Тибет и Китай; Татьяну Прончищеву; участвовавшую в Великой Северной экспедиции вместе с мужем Василием Прончищевым, Флоренс Бейкер, сопровождавшую мужа, исследователя Африки, Сэмюэля Бейкера, в экспедициях по поиску истоков Нила. Таким образом, чета Зеленских в какой-то степени является продолжателем этих славных традиций.

Советский физик-ядерщик, академик Л.А. Арцимович, считал, что именно любознательность ученых движет прогрессом, то есть осознанный и активный интерес к науке, явлениям, людям и культуре. Этот тезис и подтверждается книгой Г.Л. Зеленского *«Рис и не только: по странам и континентам»*. В заключительном разделе своего труда автор (на основании личного опыта зарубежных поездок) рекомендует молодым ученым постоянно путешествовать и познавать профессию, а заодно историю и культуру разных стран и народов, не жалея для этого ни сил, ни средств. Иными словами, действовать так, как рекомендовал академик Н.И. Вавилов: *«Если у тебя в кармане есть 10 рублей – путешествуй»*. Научные поездки – это всегда новые знакомства (с людьми, идеями или местами), яркие впечатления, полезная информация, все это, как правило, окупается сторицей. Книга может быть весьма полезна так же для людей, которые редко бывали за границей или только собираются туда поехать, как с информативной, так и с практической точки зрения. Ознакомиться с электронной версией книги профессора Г.Л. Зеленского *«Рис и не только: по странам и континентам»* на русском и английском языках можно по ссылке: https://vniirice.ru/sites/default/files/docs/kniga-zelenskogo-gl-stala-dostupnoy-dlya-zarubezhnyh-chitateley/zelenskiygl230x165rgb.pdf (русская версия книги); https://vniirice.ru/sites/default/files/docs/kniga-zelenskogo-gl-stala-dostupnoy-dlya-zarubezhnyh-chitateley/zelenskiyriseng230x165rgb.pdf (английская версия книги).

Насколько я знаю, Г. Л. Зеленский активно ездил и продолжает ездить не только за рубеж, но и по необъятной России, в связи с этим хотелось бы пожелать автору подготовить вторую часть книги, которую можно озаглавить *«Рис и не только: по рисовым регионам и научным центрам России»,* где Григорий Леонидович в таком же стиле мог бы описать свои поездки уже по нашей стране. Уверен, что для многих это может стать тоже достаточно интересной, полезной и познавательной информацией.

Алексеенко Евгений Владимирович,
кандидат сельскохозяйственных наук,
действительный государственный советник
Краснодарского края 1 класса.

В Темрюкском районе 24 июля Федеральный научный центр риса провел День поля овощных и бахчевых культур. Открыл мероприятие директор ФНЦ риса Сергей Гаркуша. В своём выступлении он отметил, что такие мероприятия позволяют аграриям увидеть перспективные сорта и гибриды и оценить их в производстве. Также в Дне поля приняли участие начальник управления сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Темрюкского района Александр Лихоман и полномочный представитель губернатора Краснодарского края по взаимодействию с крестьянскими (фермерскими) хозяйствами Вячеслав Легкодух.



В этом году формат мероприятия существенно изменился: вместо традиционного обзора демонстрационных площадок и теплиц на территории ФНЦ риса сорта и гибриды селекции Центра были заложены на полях фермерского хозяйства.

На площадке КФХ А. А. Ерохина представили сорта и гибриды перца сладкого, баклажана, капусты белокочанной и томата селекции ФНЦ риса. Фермер Александр Ерохин дал им производственную оценку. Он отметил, что среди представленных образцов особый интерес вызвали гибриды белокочанной капусты Прима и Грация, которые отличаются жаростойкостью, устойчивостью к бактериозам и хорошей урожайностью. Также Александр Ерохин выделил сорта сладкого перца Макар и баклажана Фрегат, которые отлично подходят для переработки. Отдельного внимания удостоился мини-перец сорта Карамелька, ставший приятным открытием для многих гостей. Помимо демонстрации достижений, учёные центра делились опытом и рассказывали о своих разработках.



Ведущий научный сотрудник Светлана Королёва и старший научный сотрудник Нелли Полякова подробно рассказали участникам о представленных на поле гибридах капусты, а также о гибридах перца сладкого на основе цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС). На поле были представлены раннеспелые гибриды перца Собер, Медовей, Тибет, Фишт – первый в России гибрид, созданный на основе ЦМС.

Научный сотрудник Ирина Козлова представила коллекцию томатов, в числе которых раннеспелый сорт Марсианка, гибрид Зарница и сорт Малыш, который идеально подходит для консервирования.

Для гостей была подготовлена дегустационная площадка фермерского хозяйства А. А. Ерохина. Сочные дыни, сладкие арбузы, горячая кукуруза и персики никого не оставили равнодушным, каждый смог оценить вкус местной продукции. Кроме того, гостей ждали музыкальные номера творческого коллектива Темрюкского района.

Важной частью программы Дня поля стал семи-





нар по семеноводству овощных и бахчевых культур. В ходе выступлений и дискуссий участники обозначили ключевые проблемы отрасли и обсудили возможные пути их решения. Ведущие учёные центра представили перспективные гибриды и сорта, а также рассказали о системе защиты овощных культур от фитоплазм и вирусных заболеваний.

Директор ФНЦ риса Сергей Гаркуша в своём выступлении подчеркнул важность тесной связи науки и производства: «Наша задача – не просто создавать новые научные разработки, а выстраивать диалог с производством. Важно сверять направления исследований с реальными потребностями отрасли, понимать запросы производства и с помощью науки находить решения, которые действительно работают».



ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ АВТОРСКИХ ОРИГИНАЛОВ ДЛЯ ЖУРНАЛА «РИСОВОДСТВО»

К публикации принимаются оригинальные, ранее не опубликованные материалы, которые могут быть представлены на русском или на английском языках.

Рукописи предоставляются в электронном виде по e-mail: **arrri_kub@mail.ru** с темой письма «В редакцию журнала». Название файла должно содержать фамилию первого автора латиницей и дату отправки, например, **«Статья_Ivanova20.03.2025.doc»**. Допустимые форматы файлов: .doc, .docx, .rtf. Объем статьи должен соответствовать поставленным целям (не менее 6-8 страниц, 12-14 кегль, и не более 12-15 страниц в зависимости от типа статьи – экспериментальная, обзор). Отправляющий автор, который обычно является автором-корреспондентом, несет ответственность за рукопись в процессе подачи и рецензирования.

Оригинальность. Авторы представляют только оригинальные работы. Все статьи проходят проверку на уникальность в системе «Antiplagiat.ru» (версия «Эксперт»). Оригинальность текста должна быть не ниже 70 %. *Редакцией приветствуется представление документа об оригинальности текста.*

Иллюстрации. Рисунки должны быть выполнены четко и вставлены из отдельных файлов GIF или IPG. При наличии в материале статьи фотографий для обеспечения необходимого качества следует приложить изображение дополнительно к материалу в электронном виде в формате GIF или IPG.

Сокращения / аббревиатуры / инициализмы, вставки, переносы. Сокращения и т.п. должны быть определены при первом их появлении в аннотации, основном тексте, первом рисунки или таблице, в скобках должна быть добавлена расшифровка.

Числительные, если не являются первым словом, передаются цифрами. Не допускаются вставки через меню «Символ», знак разрыва строки, знак мягкого переноса, автоматический перенос слов.

Цитирование источников должно быть обосновано тематикой исследования. Самоцитирование не должно превышать 15 % всего списка литературы. Если статья планируется как обзорная по результатам многолетних исследований автора, или если данной тематикой никто не занимается, то самоцитирование может быть увеличено.

Авторы не должны ссылаться на рекламу или рекламные материалы. Количество источников из высокорейтинговых журналов (Web of Science, Scopus, Agris, RSCI и др.) за последние 10 лет должно составлять не менее 50 %, статьи зарубежных авторов – не менее 30 % от всего списка литературы.

Цитирование статей из журнала «Рисоводство»

Просим применять обозначения названия, использовавшиеся когда-либо и используемые в российских и иностранных базах данных: на русском языке – «Рисоводство», на английском языке (для англоязычной версии) – «Rice Growing».

В связи с тем, что журнал «Рисоводство» публикует материалы по пяти специальностям и относящиеся к различным сельскохозяйственным культурам, редакция приветствует цитирование опубликованных в нашем журнале работ.

РЕКОМЕНДАЦИИ К МЕТОДИКЕ НАПИСАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ОБЗОРНЫХ СТАТЕЙ
(по разделам и компонентам статьи)

Исследовательская статья

Аннотация включает:

- актуальность исследований;
- цель исследований (возможно выделить задачи исследований);
- материалы, методы и методики (кратко привести условия, объекты исследований, методы, используемые в работе);
- основные результаты (отразить наиболее значимые результаты работы;
- выводы формулировка не должна совпадать с выводами в конце статьи).

Не допускается цитирование литературных источников, общие фразы и выделение абзацев.

Рекомендуемый объем аннотации от 200 до 250 слов. Не используются вводные слова, обороты. Не подчеркивается личный вклад автора.

Ключевые слова отражают основное смысловое содержание статьи, являются ориентиром для читателя и используются для поиска статей в электронных Базах данных. Размещаются после аннотации в количестве 4-15 слов.

Название статьи, аннотация и ключевые слова предоставляются как на русском, так и на английском языках.

Введение

Часть статьи, которая отражает проработку литературных источников, на основании которых и делается вывод об актуальности и необходимости проведения исследований. Во введении автор также обозначает проблемы, не решенные в предыдущих исследованиях, которые призвана решить представляемая статья.

Цель исследований

Цель исследования – это одно или несколько предложений (утверждений), используемых для выражения общего смысла (цели) работы с указанием на ее тематику (методы, методологию), которая была выбрана для научного исследования. Начинать цель необходимо с глагола – «Изучить…»

Материалы и методы

В разделе описывают:

- *условия проведения исследования* (годы и места проведения работы, почвенно-климатические и погодные условия и т.п.);
- *материал, объект, предмет* (объект исследования – это явление, предмет или процесс, на который направлена исследовательская деятельность; предмет исследования – это свойство объекта, материал исследования – это непосредственно анализируемый материал - зерно, семена, растение и т.п.).
- методы и методики (обязательно сделать ссылку на литературу).

Результаты и обсуждение

В разделе необходимо привести данные, полученные в исследовании, объективно, с использованием текста, дополненного иллюстрациями, показать статистическую обработку. Данные по статистической обработке и погрешностям приводятся для независимых экспериментов (не для повторности в опыте). Обсуждение включает анализ и сопоставление данных, возможные гипотезы и предварительные выводы.

Выводы

Результаты работы должны полностью отображаться в выводах. Необходимо сопоставить полученные результаты с обозначенной в начале работы целью, желательно включить прогноз и перспективы рассмотренных вопросов.

Литература (References)

Литературные источники должны освещать работы как отечественных, так и зарубежных ученых, содержать современный

материал по тематике с учетом целей и задач работы. При подборе литературы необходимо пользоваться каталогами Баз данных Scopus и WoS, doaj.org и др. (статьи высокорейтинговых журналов рекомендуется находить по ссылкам http://mjl.clarivate.com/, https://www.scopus.com, https://doaj.org/), др., пополняемыми новыми изданиями, отдавая предпочтение современным источникам информации. Ссылки на личную веб-страницу автора неприемлемы.

Ссылки на литературу - для экспериментальных работ в количестве от 10 до 30.

Обзорная статья

Применяется в рамках теоретических или (изредка) практических исследований. Предъявляемые к обзорной статье требования:

- обозначение и постановка цели проведения, предметного поля, тематики и области обзора;
- ознакомиться и привлекать данные обзора по тематике, который был сделан ранее;
- знать, насколько давно был сделан прошлый обзор и насколько он соответствует сегодняшним целям и задачам данной отрасли.

Статья может иметь тематические подразделы и в зависимости от поставленной цели, структура обзора может меняться (например, иметь или нет материалы и методы).

Обзорная статья может быть большего объема, чем исследовательская (от 20 страниц) и при написании такой статьи может быть использовано большее количество литературных источников (количество ограничено целями, поставленными в работе).

Технические требования к оформлению статей

При оформлении статьи необходимо соблюдать следующие параметры:

- 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 подчеркиваний;
- таблицы и рисунки должны иметь отдельную нумерацию (например, Таблица 1, Рисунок 1), быть озаглавлены. Названия таблиц, рисунков и шапка таблицы должны быть набраны полужирным шрифтом). Размещаются таблицы и рисунки после первого упоминания в тексте и нумеруются последовательно, ссылки на них в тексте статьи обязательны (табл. 1, рис. 1). Числовые оси на графиках должны сходиться к 0 (исключение – логарифмические оси) и иметь обозначение (наименовани). Название таблиц размещается над левым верхним углом таблицы, название рисунка – под рисунком по центру. Должны располагаться в тексте только в книжной ориентации без отступа в формате. Для технической работы с графиками и диаграммами желательно выслать их отдельными документами в формате Exel. Если в тексте документа содержится текстовый фрагмент, относящийся к таблице и оформленный в виде примечания, то он дается после таблицы, более мелким шрифтом, курсивом – Примечание – текст примечания. При переносе текста таблицы на другую страницу заголовки граф повторяются, в правом верхнем углу курсивом пишут – Продолжение таблицы 1.
- в оформлении цифровых интервалов необходимо использовать тире, а не дефис (2-3 см.);
- оформление процентов осуществляется через слитный пробел (5-10 %);
- расположение структурных элементов статьи:

индекс УДК (выравнивание слева),
следующая строка (выравнивание по правому краю) - **фамилия и инициалы автора (авторов)**, степень, звание,
следующая строка – город, страна,
через строку – **НАЗВАНИЕ СТАТЬИ** (прописными буквами, не более 9 значащих слов),
через строку – аннотация на русском языке (курсивом),
следующая строка – ключевые слова (курсив),
через строку – **НАЗВАНИЕ СТАТЬИ** на английском языке,
через строку – аннотация на английском языке (курсивом),
следующая строка – ключевые слова на английском языке (курсив),
через строку – текст статьи,
через строку – **Литература/ References** (название - выравнивание по центру),
через строку – информация об авторах (располагаются параллельно на русском и английском языках в виде таблицы с невидимыми границами, включают **Имя, Отчество, Фамилию, должность, E-mail, название организации, адрес организации)**

Оформление списка литературы - Литература/References

Библиографический список приводится в конце статьи в алфавитном порядке (сначала статьи в отечественных журналах вместе с переводом на английский язык с указанием фамилий и инициалов всех авторов затем – статьи в зарубежных журналах) в виде пронумерованного списка источников под названием **Литература/References**. Библиографические ссылки должны быть верифицированы, выходные данные проверены на официальном сайте журналов и/или издательств. Ссылка doi должна обязательно обеспечивать переход на полный текст или аннотацию статьи!

Примеры оформления ссылок

Книги на русском языке

1. Ерыгин П.С. Физиология риса. М.: Колос, 1981. 208 с. [Erygin P.S. Physiology of Rice. Moscow: Kolos, 1981;208 p. (in Russian)].
2. Сметанин А.П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса. Краснодар: [б. и], 1972. 156 с. [Smetanin A.P. Methods of experimental work on breeding, seed production, seed science, and quality control of rice seeds. Krasnodar: [n/p], 1972;156 p. (in Russian)].
3. Тарасиков В.П., Соловьев В.А., Биржевой Г.А. Влияние нейтронного облучения на физико-механические свойства сталей и сплавов отечественных ядерных реакторов. Москва: Физматлит, 2020. 620 с. [Tarasikov V.P., Solovyov V.A., Birzhevoy G.A. Influence of neutron irradiation on the physical and mechanical properties of steels and alloys of domestic nuclear reactors. Moscow: Fizmatlit, 2020;620 p. (in Russian)].
4. Система рисоводства Краснодарского края / ВНИИ риса; под. ред. Е. М. Харитонова. Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. 316 с. [Rice Farming System of the Krasnodar Territory / ARRRI [edited by E. M. Kharitonov]. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2011;316 p. (in Russian)].

([б. и] и [n/p] - имеется ввиду «без издательства»)

Книги зарубежные

1. Juliano B.O. Rice Chemistry and quality. Manila; Philippines: Islands Publishing House, 2003;480 p.

(ссылка на главу из книги)

2. Kühn U. Chenopodiaceae. In: Kubitzki K., Rohwer J.G., Bittrich V. (eds.). The Families and Genera of Vascular Plants. II. Flowering Plants: Dicotyledons, Magnoliid, Hamamelid and Caryophyllid families. Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 1993;253-280.
3. Webb, B.D. Rice Quality and Grades. In: Luh, B.S. (eds) Rice. Boston, MA.: Springer, 1991;89-101. doi.org/10.1007/978-1-4899-3754-4_16

Авторефераты

1. Назаров И.Г. Развитие коммуникативной компетентности социальных педагогов села в процессе дополнительного профессионального образования: автореф. на соиск. ученой степ. канд. пед. наук: 13.00.08 – теория и методика проф. образования М., 2002. 24 с. [Nazarov I.G. Development of the communicative competence of rural social educators in the process of additional professional education: Abstract of the Dissertation for the Ph.D. in Pedagogy: 13.00.08 – theory and methodology of Prof. education, Moscow, 2002;24 p. (in Russian)].

Статьи из журналов

на русском языке

1. Туманьян Н.Г. Техническое регулирование в странах членах ЕАЭС. Новое в 2023 г. Обзор // Рисоводство. 2024. Т. 23, № 1(62). С. 60-66. [Tumanian N.G. Technical regulation in the EAEU member states. New in 2023. Review. Rice growing. 2024;1(62):60-66 (in Russian)]. doi.org/10.33775/1684-2464-2024-62-1-60-66
2. Туманьян Н.Г., Кумейко Т.Б., Ольховая К.К. Качество сортов риса селекции ФНЦ риса, переданных на госсортоиспытание в 2019-2023 гг., по трещиноватости зерна в связи с содержанием амилозы // Рисоводство. 2024. № 2(63). С. 39-45. [Tumanian N.G., Kumeiko T.B., Olkhovaya K.K. The quality of rice varieties selected by the Federal Research Center for Rice submitted for state testing in 2019-2023, according to grain fracturing due to the content of amylose. Rice growing. 2024;2(63):39-45 (in Russian)]. doi.org/10.33775/1684-2464-2024-63-2-39-45

в зарубежном журнале

1. Rangaswamy Baby Latha, Nasirullah D. R. Physico-chemical changes in rice bran oil during heating at frying temperature. J Food Sci Technol. 2011;51(2):335-340. doi 10.1007/s13197-011-0495-9

Статьи в сборнике

на русском языке

1. Чижикова С.С., Ольховая К.К. Перспективный исходный материал в селекции длиннозерных сортов риса // Агроинновации: интеграция науки и бизнеса: материалы школы-конференции для молодых ученых с международным участием. 2025. С. 299-304. [Chizhikova S.S., Olkhovaya K.K. A promising source material in the breeding of long-grain rice varieties. In: Agroinnovations: integration of science and business: Proceedings of the School-conference for Young Scientists with international participation (June 25-27, 2025, Krasnodar, Russia). Krasnodar: Federal Scientific Center of Rice, 2025;299-304 (in Russian)]. doi.org/10.33775/conf-2025-299-304

в зарубежном журнале

1. Vakhrusheva N., Tumanian N., Zelensky G., Chukhir N., Chizhikova S., Savenko E., Mukhina Zh., Yesaulova L. Phenotyping and genotyping of rice breeding material by grain quality traits and blast resistance / BIO WEB OF CONFERENCES: International Scientific and Practical Conference on Genetic Resources (Genetic Resources 2024). Les Ulis, 2024;01076/ doi10.1051/bioconf/202414901076
2. Woon K. J., Yang B., Kim D.-G., Kim S.-H., Lee Y.-J., Kim J., Baek S. H., Kang S.-Y., Ahn J.-W., Choi Y.-J., Bae Ch.-H., Iwar Kim K., S.-H., Ryu J. Genotyping-by-sequencing analysis reveals associations between agronomic and oil traits in gamma ray-derived mutant rapeseed (Brassica napus L.). Plants. 2024;13(11):1576. doi 10.3390/plants13111576

Если книга или статья изданы не на русском или английском языке, как правило, дается перевод названия и др. данных на английском языке, в этом случае в конце пишется, например [in Chinese].

Электронные ресурсы

1. Зеленский Г.Л., Зеленская О.В. Российские сорта риса для детского и лечебного питания // [Электронный ресурс] Научный журнал КубГАУ. 2011. № 72(08). 27 с. (дата обращения: 01.10.2025). [Zelensky, G.L., Zelenskaya, O.V. Russian Rice Varieties for Baby and Therapeutic Nutrition. [Electronic resource] Scientific Journal of KubSAU. 2011;72(08).27 (in Russian)]. URL: https://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/01.pdf (reference date: 01.10.2025).
2. 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. (дата обращения 23.02.2023). [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]. URL: http://docs.cntd.ru/document/456051332 (reference date: 23.02.2023).
3. Начал свою работу Российский институт стандартизации, 23 июля 2021 г. 2025 / [Электронный ресурс] Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. (дата обращения: 03.02.2023). [The Russian Institute for Standardization began its work, July 23, 2021. [Electronic resource] Electronic fund of legal and regulatory and technical documentation (in Russian)]. URL: https://cntd.ru/news/read/nachal-svou-rabotu-rossiyskiy-institut-standartizacii (reference date: 23.02. 2023).

Патенты

1. Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерация № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). С. 3. [Transceiver Device: Patent 2187888 of the Russian Federation № 2000131736/09; filed on 18.12.2000; published on 20.08.2002, Bulletin (Part II). 2002;23:3 (in Russian)].

ГОСТы

1. ГОСТ 1.2-2015. Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2016. 19 с. [GOST 1.2-2015. Interstate System of Standardization. Interstate Standards, Rules and Recommendations for Interstate Standardization. Rules for Development, Adoption, Updating and Withdrawal. Moscow: FSUE «Standartinform», 2016;19 p. (in Russian)].

Подписано в печать 15.09.2026
Формат 60*84/8
Бумага офсетная
Усл. печатн. листов 13,875
Заказ № 5509. Тираж 500 экз.

Тираж изготовлен в типографии
ИП Копыльцов П.И.,
394052, г. Воронеж,
ул. Маршала Неделина, д. 27, кв. 56.