

РИСОВОДСТВО

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1684-2464

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

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

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

Редакционная коллегия:

4.1.1. Общее земледелие, растениеводство

(сельскохозяйственные науки, биологические науки)

И.Б. Аблова (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко») - член-корреспондент РАН, д-р с.-х. наук

В.А. Ладатко (ФГБНУ «ФНЦ риса») - канд. с.-х. наук

Е.М. Харитонов (ФГБНУ «ФНЦ риса») - академик РАН, д-р соц. наук

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

(сельскохозяйственные науки, биологические науки)

Джао Ньянли (Ляонинская Академия с.-х. наук, Китай) - Ph.D

Е.В. Дубина (ФГБНУ «ФНЦ риса») - профессор РАН, д-р биол. наук

Л.В. Есаулова (ФГБНУ «ФНЦ риса») - канд. биол. наук

Г.Л. Зеленский (ФГБНУ «ФНЦ риса») - д-р с.-х. наук, профессор

П.И. Костылев (ФГБНУ «АНЦ «Донской») - д-р с.-х. наук, профессор

Массимо Билони (Итальянская экспериментальная рисовая станция) - Ph.D

Ж.М. Мухина (ФГБНУ «ФНЦ риса») - д-р биол. наук

М.А. Скаженник (ФГБНУ «ФНЦ риса») - д-р биол. наук

А.И. Супрунов (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко») - д-р с.-х. наук

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

(сельскохозяйственные науки, биологические науки)

Т.Ф. Бочко (ФГБОУ ВО «КубГУ») - канд. биол. наук

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

О.А. Гуророва (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

(сельскохозяйственные науки, биологические науки, технические)

И.А. Ильина (ФГБНУ СКФНЦСВВ) - д-р техн. наук

С.В. Королева (ФГБНУ «ФНЦ риса») - канд. с.-х. наук

А.В. Солдатенко (ФГБНУ «ФНЦ овощеводства») - академик РАН, д-р с.-х. наук

О.Н. Пышная (ФГБНУ «ФНЦ овощеводства») - д-р с.-х. наук

4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика

(сельскохозяйственные науки, биологические науки, 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 (ФГБНУ «ФНЦ риса»)**

Корректор: **С.С. ЧИЖИКОВА (ФГБНУ «ФНЦ риса»)**

Адрес редакции:

350921, Россия, Краснодар, Белозерный, 3
E-mail: arrr_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 – June 6th 2017.

Chief editor – **S.V. Garkusha (FSBSI “FSC of Rice”)** - Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture
Deputy Chief Editor – **V.S. Kovalev (FSBSI “FSC of Rice”)** - Dr. of agriculture, professor

Scientific editor – **N.G. Tumanyan (FSBSI “FSC of Rice”)** - Dr. of biology, professor

Editorial board:

4.1.1. General agriculture, crop production

(agricultural sciences, biological sciences)

I.B. Ablova (FSBSI “NGCenter named after P.P. Lukyanenko”) - Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture

V.A. Ladatko (FSBSI “FSC of Rice”) - Ph.D. in agriculture

E.M. Kharitonov (FSBSI “FSC of Rice”) - Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Social Sciences.

4.1.2. Breeding, seed production and biotechnology of plants

(agricultural sciences, biological sciences)

Zhao Nianli (Liaoning Academy of Agricultural Sciences, China) - Ph.D.

E.V. Dubina (FSBSI “FSC of Rice”) - Professor of the Russian Academy of Sciences, Dr. of biology

L.V. Esaulova (FSBSI “FSC of Rice”) - Ph.D. in biology

G.L. Zelensky (FSBSI “FSC of Rice”) - Dr. of agriculture, professor

P.I. Kostylev (FSBSI “ARC “Donskoy”) - Dr. of agriculture, professor

Massimo Biloni (Italian Rice Experimental Station) - Ph.D.

Zh.M. Mukhina (FSBSI “FSC of Rice”) - Dr. of biology

M.A. Skazhennik (FSBSI “FSC of Rice”) - Dr. of biology

A.I. Suprunov (FSBSI “NGC named after P.P. Lukyanenko”) - Dr. of agriculture

4.1.3. Agrochemistry, agrosil science, plant protection and quarantine
(agricultural sciences, biological sciences)

T.F. Bochko (FSBEI HE “KubSU”) - Ph.D. in biology

A.Kh. Sheudzen (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 NCF for Horticulture, Viticulture, Winery) - Dr. of technical science

S.V. Koroleva (FSBSI “FSC of Rice”) - Ph.D. in agriculture

A.V. Soldatenko (FSBSI “FSC of Vegetable Growing”) - Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture

O.N. Pyshnaya (FSBSI “FSC of Vegetable Growing”) - Dr. of agriculture

4.1.5. Land reclamation, water management and agrophysics

(agricultural sciences, biological sciences, technical sciences)

N.N. Dubenok («RSAU Moscow Timiryazev Agricultural Academy») - Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture

S.V. Kizinek (FSBSI “FSC of Rice”, Rice farm “Krasnoarmeisky named after A.I. Maistrenko”) - Dr. of agriculture

Yu.V. Chesnokov (FSBSI “Agrophysical Research Institute”) - Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of biology

Interpreter: **I. S. PANKOVA (FSBSI “FSC of Rice”)**

Proofreader: **S.S. CHIZHIKOVA (FSBSI “FSC of Rice”)**

Address:

3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia
E-mail: arrr_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

- Ковалев В.С., Зеленский Г.Л., Остапенко Н.В., Оглы А.М., Гаркуша С.В.**
Новые сорта селекции ФНЦ риса 6
- Баштовой И.Н., Слабченко А.С., Джамирзе Р.Р.**
Продуктивность разнотипных сортов риса в зависимости от предшественника
в условиях элитного семеноводства 14
- Ковалев В.С., Оглы А.М., Есаулова Л.В., Орловский В.Ф., Сирота И.А.**
Использование сортосмесей как способ повышения урожайности риса 21
- Словарева О.Ю., Десятерик А.А., Доморацкая Д.А.**
ПЦР-идентификация *Pseudomonas fuscovaginae* – патогена злаковых
культур 27
- Белоусов И.Е., Чижиков В.Н., Воронин Ю.А., Токтамысов А.М., Баимбетова Г.З.**
Эффективность биопрепаратов для органического земледелия
при некорневой подкормке сортов риса 36
- Ахромеева Н.А., Иванов В.Н., Дубина Е.В., Макуха Ю.А.**
Подбор SSR – маркеров, для создания маркерной системы,
предназначенной для ускорения селекции капусты белокочанной,
устойчивой к сосудистому бактериозу и фузариозу 42
- Тешева С. А., Слюсарев В. Н., Осипов А. В., Суминский И. И.**
Микофлора почв рисовых агроценозов Кубани 47
- Ковалева Е.В., Лазько В.Э., Радько Д.П., Якимова О.В.**
Применение фунгицидов Метабактерин и Плантарел, ВР на
семеноводческих посевах дыни сорта Золотистая 52

СОДЕРЖАНИЕ

Туманьян Н.Г. Техническое регулирование в странах членах ЕАЭС. Новое в 2023 г. (обзор)	60
Малышева Н.Н., Хаджиди А.Е., Хаджиди А.П., Малышева А.И. Экологические аспекты водопользования при сельхозпроизводстве в Краснодарском крае	67
Баклушина О. А. Влияние влажности почвы на качество рукколы салатной	79
Петрушин А. Ф., Янко Ю.Г., Доброхотов А.В., Блохин Ю.И. Определение местоположения закрытого дренажа с помощью нейросети по данным дистанционного зондирования	88
Григулецкий В.Г. Методика оценки эффективности применения органических удобрений на посевах риса	94
День науки	101
ЮБИЛЕИ УЧЕНЫХ	
Ковалеву Виктору Савельевичу 75 лет!	102
Дзюбе Владимиру Алексеевичу 90 лет!	103
О новой книге А.Х. Шеуджена «Научные основы применения удобрений в рисовых агроценозах»	104

TABLE OF CONTENTS

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

Kovalev V. S., Zelensky G. L., Ostapenko N. V., Ogly A. M., Garkusha S. V. New varieties breded by Rice FNC	6
Bashtovoy I. N., Slabchenko A. S., Dzhamirze R. R. Productivity of different-type rice varieties depending on predecessor under conditions of elite seed production	14
Kovalev V. S., Ogly A. M., Esaulova L. V., Sirota I. A., Orlovsky V. F. Use of variety mixtures as a way to increase rice yields	21
Slovareva O. Y., Desyaterik A. A., Domoratskaya D. A. PCR identification <i>Pseudomonas fuscovaginae</i> , a pathogen of cereal crops	27
Belousov I. E., Chizhikov V. N., Voronin Y. A., Toktamysov E. M., Baymbetova G. Z. Effectiveness of biopreparations for organic agriculture with foler feeding of rice varieties	36
Akhromeeva N. A., Ivanov V. N., Dubina E. V., Makukha J. A. Selection of SSR markers to create a marker system designed to accelerate the selection of cabbage resistant to vascular bacteriosis and fusarium	42
Tesheva S. A., Slyusarev V. N., Osipov A. V., Sumisky I. I. Soil microflora of rice agrocenoses of Kuban	47
Kovaleva E. V., Lazko V. E., Radko D. P., Yakimova O. V. Application of fungicides Metabacterin and Plantarel, VR on seed crows of melons variety Golden	52

TABLE OF CONTENTS

Tumanyan N. G. Technical regulation in the EAEU member countries. New in 2023. Review	60
Malysheva N. N., Hadjidi A. E., Hadjidi A. P., Malysheva A. I. Environmental aspects of water use in agricultural production in the krasnodar territory	67
Baklushina O. A. Influence of soil moisture on quality rucicola salad greens	79
Petrushin A. F., Yanko Y. G., Blokhin Y. I., Dobrokhotov A. V. Determining the location of drainage using a neural network based on remote sensing data	88
Griguletskiy V. G. Methodology for assessing the effectiveness of application organic fertilizer for rice crops	94
Science Day	101
ANNIVERSARIES OF SCIENTISTS	
Viktor Kovalev is 75 years old!	102
Vladimir Alekseevich Dzyuba is 90 years old!	103
About the new book by A.H. Sheudzhen «Scientific foundations of the use of fertilizers in rice agrocenoses»	104

DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-6-13
УДК 633. 18 : 631.527 : 631.526.32

Ковалев В.С., д-р с.-х. наук,
Зеленский Г.Л., д-р с.-х. наук,
Остапенко Н.В., канд. с.-х. наук,
Оглы А.М.,
Гаркуша С.В., д-р с.-х. наук
г. Краснодар, Россия

НОВЫЕ СОРТА СЕЛЕКЦИИ ФНЦ РИСА

Среди крупяных культур, выращиваемых в Российской Федерации, рис занимает ведущее положение. Население страны полностью обеспечивается крупой риса собственного производства. Рис возделывают в девяти регионах РФ. Ежегодно здесь производится более 1 млн т зерна риса. В российском рисоводстве лидером является Краснодарский край, который обеспечивает более 70 % валового сбора риса-сырца. ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», расположенный на Кубани, осуществляет научное сопровождение производства риса в стране. Здесь создают сорта, адаптированные к условиям «северного» рисоводства, разрабатывают элементы сортовой агротехники, производят элитные семена для полного обеспечения запросов производителей товарного зерна. Современное рисоводство предъявляет жесткие требования к создаваемым сортам: высокая и стабильная по годам урожайность; отличное качество крупы; устойчивость к полеганию и осыпанию, но достаточно легкая обмолачиваемость комбайнами; резистентность к болезням, прежде всего к пирикулярриозу; устойчивость к другим стрессовым факторам среды. Цель исследования – создать и дать характеристику новых разнотипных сортов риса по агробиологическим признакам, адаптированных к условиям российского рисосеяния и допущенных к использованию в РФ. Работа выполнялась согласно методики селекционного процесса, принятой в ФНЦ риса. После государственного испытания в Госреестр сортов, допущенных к использованию с 2024 г., внесено пять разнотипных высокопродуктивных сортов риса: Биотех, Корнет, Трио, Форсаж и Юниор, созданных в ФНЦ риса. В статье дано агробиологическое описание этих сортов и рекомендации по их рациональному использованию в производстве.

Ключевые слова: рис, сорт, урожайность, качество зерна, кулинарные свойства, устойчивость к пирикулярриозу, стрессовые факторы среды.

NEW VARIETIES BREEDED BY RICE FNC

Among the cereal crops grown in the Russian Federation, rice occupies a leading position. The country's population is fully supplied with rice by its own production. Rice is cultivated in nine regions of Russia. Every year the country produces more than 1 million tons of rice grain. Among Russian rice growing, the leader is the Krasnodar Territory, which provides more than 70 % of the gross harvest of raw rice. The Federal State Budgetary Institution "Rice Federal National Center", located in Kuban, provides scientific support for rice production in the country. Here are created the varieties adapted to the conditions of "northern" rice growing, elements of varietal agricultural technology are developed, and elite seeds to fully meet the needs of commercial grain producers are produced. Modern rice growing places strict demands on the varieties being created: high and stable yields over the years; excellent grain quality; resistance to lodging and shedding, but fairly easy threshing by combines; resistance to diseases, especially blast disease; resistance to other environmental stress factors. The purpose of the study is to create and characterize new different types of rice varieties based on agrobiological characteristics, adapted to the conditions of Russian rice growing and approved for use in the Russian Federation. The work was carried out according to the selection process methodology adopted by the Rice Federal Research Center. After the State test, five different types of highly productive rice varieties were added to the State Register of varieties approved from 2024 for use: Biotech, Cornet, Trio, Forsazh and Junior, created at the Rice Federal Scientific Center. The article provides an agrobiological description of these varieties and recommendations for their rational use in production.

Key words: rice, variety, yield, grain quality, culinary properties, resistance to blast, environmental stress factors.

Введение

Основной современной развития рисоводства Российской Федерации являются высокопродуктивные сорта, адаптированные к условиям возделывания, устойчивые к болезням и дающие высококачественную продукцию. В Федеральном

научном центре риса создаются разнотипные сорта для выращивания не только в Краснодарском крае и Республике Адыгее, но и в других регионах рисосеяния европейской части страны: Астраханской и Ростовской областях, Республике Дагестан, Республике Калмыкии и Чеченской Республи-

ке [16]. Регулярное внедрение новых сортов позволяет ежегодно получать урожай риса в Краснодарском крае свыше 7,0 т/га, по стране – 5,8 т/га, и производить более 1,1 млн т риса-сырца [19].

Сорта риса, созданные на Кубани, выращивают не только в России, но и в других регионах рисосеяния. Так, в Кызылординской области Республики Казахстан российские сорта занимают более 80 % площади посева риса [3].

Многие годы в ФНЦ риса плодотворно работает селекционный конвейер, включающий коллекцию, гибридизацию и размножение гибридов, отбор элитных растений и дальнейшее их изучение в питомниках селекционного процесса. Оценка коллекционных образцов и селекционного материала на качество и устойчивость к болезням проводится в специализированных лабораториях. На каждом этапе этого конвейера работу выполняют опытные специалисты. Селекционную работу осуществляют четыре группы селекционеров, которые создают сорта по заранее утвержденному плану. Это позволяет создавать разнотипные сорта и избежать дублирования в работе. При этом решаются главные задачи: повышение урожайности сортов, качества их зерна и устойчивости риса к пирикулярриозу [1, 4, 7, 9, 15, 17, 18].

Таким образом, в работе по созданию новых сортов риса участвуют практически все ведущие специалисты Федерального научного центра риса.

Цель исследований

Создать и дать характеристику новых разнотипных сортов риса по агробиологическим признакам, адаптированных к условиям российского рисосеяния и допущенных к использованию в РФ. При создании сортов риса методами классической селекции на полный цикл работ затрачивается 12–15 лет, а по отдельным сортам значительно больше. К примеру, на селекцию сорта риса Полюс 5 с новой архитектурой растений ушло 40 лет – от выделения из коллекции донора эректоидности листьев (1983 г.) до внесения в Госреестр (2023 г.) [6].

Для ускорения селекционного процесса в ФНЦ риса достаточно эффективно применяются методы биотехнологии. На протяжении многих лет создается исходный материал с использованием метода культуры пыльников *in vitro* для селекции риса, а с 2013 г. – и овощных культур. Получение дигаметоидных растений позволяет значительно сократить срок производства гомозиготного материала. Этим методом создан ряд сортов риса, из которых Сонет, Соната, Ивушка, Привольный 4 внесены в Госреестр РФ и допущены к использованию по Северо-Кавказскому региону [12]. Так, на создание сорта Соната при использовании био-

технологии затрачено 8 лет, а на создание сорта Победа 65, полученного из того же гибридного материала, методам традиционной селекции ушло 18 лет [11].

С целью повышения эффективности селекционной работы все шире используются современные методы биотехнологической работы, включая молекулярное маркирование, особенно при создании сортов риса, устойчивых к пирикулярриозу [2, 8, 10]. Примером эффективности этого метода является сорт Ленарис, внесенный в Госреестр РФ.

Существенную помощь в реализации селекционных программ оказывают специалисты по биохимии и физиологии риса. Они дают биологическое обоснование элементам сортовой агротехники, выясняют закономерности формирования продуктивности растений, особенности продукционного процесса разнотипных сортов [5, 13, 14].

Материалы и методы

В исследовании использовали селекционный материал, созданный в предыдущие годы. На последнем этапе, в конкурсном испытании, изучали сорта Биотех, Корнет, Трио, Форсаж и Юниор, выделенные по комплексу хозяйственных признаков. Работу выполняли согласно схеме селекционного процесса, используемой в отделе селекции ФНЦ риса. Исследования осуществляли по общепринятой методике. Учитывая, что эти сорта создавались специалистами четырех селекционных групп, высевающих селекционный материал в разных чеках, полученные данные даже по стандартам несколько разнятся.

Результаты и обсуждение

Выполнение плана НИР отдела селекции Федерального научного центра риса завершается передачей сортов на государственное испытание. По результатам проведенных испытаний 2021–2023 гг. государственная комиссия Российской Федерации приняла решение внести в Госреестр пять сортов, созданных в ФНЦ риса: Биотех, Корнет, Трио, Форсаж и Юниор – и допустить их к использованию в производстве с 2024 г.

Ниже приводим краткую характеристику сортов риса, подготовленную по результатам конкурсного испытания перед передачей на Государственное сортоиспытание.

Сорт риса Биотех создан методом многократного индивидуального отбора из гибридной популяции Хазар / BL-1, сопровождающимся ПЦР-маркерным контролем.

Сорт Биотех относится к виду *Oryza sativa* L., подвиду *japonica* Kato, ботанической разновидности *italica* Alef. Входит в среднеспелую группу сортов с вегетационным периодом 110–115 дн. Урожайность за годы изучения составила 8,0–10,5 т/га (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика сорта риса Биотех в сравнении с сортом Рапан (конкурсное испытание 2017–2019 гг.)

Признаки	Биотех	Рапан (стандарт)	+/- к стандарту
Урожайность, т/га	9,87	9,02	+0,85
Вегетационный период, сут.	113	110	-2
Высота растений, см	96,6	93,6	+3
Длина метелки, см	15,3	15,8	-0,5
Колосков на метелке, шт.	108	119	-11
Плотность метелки, шт./см	8,5	7,7	+0,8
Стерильность колосков, %	6,8	8,2	-1,4
Отношение длины к ширине (l/b)	2,5	2,4	+0,1
Масса 1000 зерен, г	28,8	29,2	-0,4
Пленчатость, %	18,0	19,1	-1,1
Стекловидность, %	92,3	90,1	+2,2
Общий выход крупы, %	70,1	69,4	+0,7
в т.ч. целого ядра, %	86,5	86,1	-1,9
Поражаемость пирикулярриозом, % (искусственное заражение)	36,6	42,8	-6,2

Растения сорта хорошо развиты, имеют высоту 90,0–100,0 см. Метелки длиной 14,5–16,0 см слабо поникают к фазе созревания. Цветковые чешуи колосков буровато-желтые, средне-опушенные, остии отсутствуют.

Зерно средней крупности, с отношением длины к ширине (l/b) 2,2–2,3 и массой 1000 зерен 28,5–29,5 г. Общий выход крупы 69,0–73,0 %, содержание целого ядра в крупе 83,0–90,0 %. Крупа белая, при варке образует полурассыпчатый гарнир с хорошими вкусовыми качествами.

Сорт Биотех устойчив к полеганию, пригоден к механизированной уборке, не осыпается, при этом хорошо обмолачивается. Устойчивость к пирикулярриозу средняя, при искусственном заражении в среднем поражен на 6,2 % меньше, чем стандарт Рапан.

Сорт отзывчив на умеренные и высокие дозы азотных удобрений. Удобрения следует вносить из

расчета по д.в. $N_{120-160}, P_{50}, K_{30}$. При выращивании после многолетних трав уровень минерального азотного питания необходимо понижать: $N_{30-50}, P_{50}, K_{30}$.

Сорту Биотех рекомендуется норма высева 220–230 кг/га в зависимости от качества семенного материала, разделки почвы и режима орошения. Оптимальными сроками сева-залива для сорта являются 1–15 мая.

Сорт риса Корнет создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции F_5 Лиман / Хазар с двойным повторным отбором и проверкой по потомству.

Сорт Корнет относится к виду *Oryza sativa* L., подвиду *japonica* Kato, ботанической разновидности *italica* Alef. Входит в среднеспелую группу сортов с вегетационным периодом 116–118 дн. Урожайность в конкурсном испытании составила 8,73–9,16 т/га (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика сорта риса Корнет в сравнении с сортом Флагман (конкурсное испытание 2018–2020 гг.)

Признаки	Корнет	Флагман (стандарт)	+/- к стандарту
Урожайность, т/га	8,81	8,42	+0,39
Вегетационный период, сут.	117	119	-2
Высота растений, см	88	92	-4
Длина метелки, см	15,5	16,7	-1,2
Колосков на метелке, шт.	184	148	+36
Плотность метелки, шт./см	11,8	8,8	+3,0
Стерильность колосков, %	5,8	10,2	-4,4
Отношение длины к ширине (l/b)	2,3	2,5	-0,2
Масса 1000 зерен, г	27,1	24,8	+2,3
Пленчатость, %	19,1	19,5	-0,1
Стекловидность, %	95,3	85,5	+9,8
Общий выход крупы, %	71,8	71,4	+0,4
в т.ч. целого ядра, %	84,2	86,1	-1,9
Поражаемость пирикулярриозом, % (искусственное заражение)*	41,8	47,4	-5,6

Примечание — * сорт-индикатор Победа 65 = 63,9 %

Высота растений 86–90 см. Куст компактный, прямостоячий. Растения сорта слабо кустятся, продуктивная кустистость 2,2–3,3 побега. Стебель прочный, средней толщины.

Метелка длиной 15–16 см, эректоидная, с озерненностью 180–189 шт. Цветковые чешуи соломенно-желтого цвета, слабо опушенные, без остей. Зерно слегка удлиненой формы. Отношение длины зерновки к ширине (l/b) – 2,3. Масса 1000 зерен при 14 % влажности 29,7–29,9 г. Крупа белая, стекловидная (94–97 %). Общий выход крупы высокий – 70,0–72,8 %, содержание целого ядра в крупе – 80,2–86,4 %. В крупе содержится 7,5–8,0 % белка и 20,2 % амилозы.

Каша белая, полурассыпчатая, хорошего вкуса. Крупа сорта рекомендуется для приготовления плова, рассыпчатых гарниров, салатов, овощных рагу и супов.

Корнет среднеустойчив к пирикулярриозу (ИРБ 38,9–44,4 %) и к рисовой листовой нематоде. Холодоустойчивость средняя (3 балла из 5). Устойчив к полеганию и осыпанию, но обмолачивается легко. Пригоден к механизированной уборке.

Отличительные особенности сорта Корнет: растения обладают высокими темпами роста в начальный период развития, поэтому хорошо преодолевают слой воды.

Специалисты по сортовой агротехнике относят сорт Корнет к группе универсальных сортов, которые можно возделывать по разным предшественникам. Сорт умеренно отзывчив на удобрения, не требователен к качеству почвы. Минеральные удобрения вносятся 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 третий год после пара – $N_{150} P_{90} K_{60}$.

Оптимальный срок посева-залива 1–8 мая. Нормы высева 6,0–7,0 млн. всхожих зерен на 1 га (190–210 кг/га).

При производственном испытании в 2023 г. сорт риса Корнет показал достаточно высокую урожайность: в ЗАО «Приазовское» Славянского района – 98,2 ц/га; в ООО «Правобережный» Темрюкского района – 96,5 ц/га. Оба хозяйства заготовили семена сорта Корнет для дальнейшего расширения посева.

Сорт риса Трио создан методом гибридизации и последующим многократным индивидуальным отбором из гибридной комбинации КП-03-50-52 / Нарцисс.

Сорт Трио относится к виду *Oryza sativa* L., подвиду *japonica* Kato, ботанической разновидности *italica* Alef. Входит в среднеспелую группу сортов с вегетационным периодом 119–120 дн. Урожайность в конкурсном испытании составила 10–11 т/га (табл. 3).

Растения сорта средней высоты 98–102 см с длинной (18–19 см) среднеразвесистой метелкой, которая несет 180–190 колосков. Цветковые чешуи соломенно-желтого цвета, средне опушенные, без остей. У сорта отмечено слабое кущение, продуктивная кустистость 2,0–3,0 побега. Зерно сорта Трио среднее, удлиненой формы. Отношение длины зерновки к ширине (l/b) 2,7–2,8. Масса 1000 зерен при 14 % влажности 29–30 г. Крупа белая, стекловидная (92–94 %). Общий выход крупы составляет 68,0–69,0 %, содержание целого ядра в крупе 95,0–96,0 %. Каша белая, рассыпчатая, отличного вкуса. Крупа сорта рекомендуется для приготовления гарниров, плова.

Таблица 3. Характеристика сорта риса Трио в сравнении с сортом Флагман (конкурсное испытание 2018–2020 гг.)

Признаки	Трио	Флагман (стандарт)	+/- к стандарту
Урожайность, т/га	10,32	9,85	+0,47
Вегетационный период, сут.	120	113	-7
Высота растений, см	100	92	-4
Длина метелки, см	18,5	16,7	+1,8
Колосков на метелке, шт.	185	202	+36
Плотность метелки, шт./см	10,8	12,1	-1,3
Стерильность колосков, %	8,8	10,4	-1,6
Отношение длины к ширине (l/b)	2,7	2,5	+0,2
Масса 1000 зерен, г	29,4	28,7	+0,7
Пленчатость, %	19,8	18,9	+0,9
Стекловидность, %	93,3	82,7	+10,6
Общий выход крупы, %	68,4	71,3	-2,9
в т.ч. целого ядра, %	95,1	91,5	+3,6
Поражаемость пирикулярриозом, % (искусственное заражение)	37,0	47,4	-10,4

Сорт Трио среднеустойчив к пирикулярриозу (ИРБ 35–37 %). Холодоустойчивость средняя (3 балла

из 5). Растения устойчивы к полеганию и осыпанию. Сорт легко обмолачивается, поэтому приго-

ден к механизированной уборке.

Отличительные особенности сорта Трио: обладает средними темпами роста в начальный период развития растений, поэтому его рекомендуется выращивать при режиме прерывистого затопления.

Сорт Трио отзывчив на удобрения, требователен к качеству почвы, для него более предпочтительна энергосберегающая технология возделывания. Агротехнологи рекомендуют вносить минеральные удобрения по разным предшественникам 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 третий год после пара – $N_{120} P_{70} K_{50}$.

Для сорта Трио установлен оптимальный срок посева-залива 1–10 мая, норма высева 6,0–7,0 млн всхожих зерен на 1 га (180–200 кг/га).

Сорт риса Форсаж создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции ВНИИР 9678 / Хазар // BL–1.

Сорт Форсаж относится к виду *Oryza sativa* L., подвиду *japonica* Kato, ботанической разновидности *italica* Alef. Входит в среднепозднеспелую группу сортов с вегетационным периодом 120–125 дн. Урожайность в конкурсном испытании составила 8–9 т/га (табл. 4).

Таблица 4. Характеристика сорта риса Форсаж в сравнении с сортом Фаворит (конкурсное испытание 2018–2020 гг.)

Признаки	Форсаж	Фаворит (стандарт)	+/- к стандарту
Урожайность, т/га	9,81	8,81	+0,85
Вегетационный период, сут.	120	118	+2
Высота растений, см	105,7	104,9	+8
Длина метелки, см	17,0	16,9	+0,1
Колосков на метелке, шт.	90	109	-11
Плотность метелки, шт./см	5,3	6,5	-1,2
Стерильность колосков, %	8,6	8,9	-0,3
Отношение длины к ширине (l/b)	2,7	2,6	+0,1
Масса 1000 зерен, г	36,9	33,0	+3,9
Пленчатость, %	16,3	18,1	-1,8
Стекловидность, %	72,3	79,3	-7,0
Общий выход крупы, %	67,8	67,1	+0,7
в т.ч. целого ядра, %	70,0	71,3	-1,3
Поражаемость пирикулярриозом, % (искусственное заражение)	37,8	48,5	-10,7

Сорт Форсаж среднерослый, высота растения 104,0–108,0 см. Имеет длинные метелки (16–18 см), поникающие к фазе созревания. Цветковые чешуи буровато-желтые, средне-опушенные, без остей.

Сорт крупноплодный, масса 1000 зерен 36,0–39,0 г, с низкой пленчатостью 16,2–16,4 %. Зерновка удлинённая, с отношением длины к ширине (l/b) 2,8–2,9. Общий выход крупы 66,0–70,0 %, содержание целого ядра в крупе 80,0–90,0 %. Крупа белая, при варке образует полурассыпчатый гарнир с хорошими вкусовыми качествами.

Растения сорта Форсаж устойчивы к полеганию, но при перекорме азотными удобрениями отмечались случаи частичного полегания.

Форсаж пригоден к механизированной уборке, не осыпается, при этом хорошо обмолачивается. Предпочтительна уборка прямым комбайнированием.

Устойчивость сорта к пирикулярриозу средняя. За годы изучения при искусственном заражении поражался в среднем на 10,7 % меньше, чем стан-

дарт Рапан.

Сорт Форсаж отзывчив на умеренные и повышенные дозы удобрений. Их следует вносить из расчета по д.в. $N_{120-150} P_{50} K_{30}$. При выращивании после многолетних трав – $N_{30-50} P_{50} K_{30}$. Оптимальными сроками сева-залива для сорта Форсаж являются 1–10 мая. При запаздывании со сроками сева-залива увеличивается продолжительность вегетационного периода. Норма высева 250–280 кг/га в зависимости от качества семенного материала, разделки почвы и режима орошения.

Сорт риса Юниор создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции СП 2104-06 / Новатор, с последующим повторным отбором в звеньях селекционного процесса.

Сорт Юниор относится к виду *Oryza sativa* L., подвиду *japonica* Kato, ботанической разновидности *italica* Alef. Входит в среднеспелую группу сортов с вегетационным периодом 119–120 дн. Урожайность в конкурсном испытании составила 7,3–9,6 т/га (табл. 5).

Таблица 5. Характеристика сорта риса Юниор в сравнении с сортом Рапан (конкурсное испытание 2018–2020 гг.)

Признаки	Юниор	Рапан (стандарт)	+/- к стандарту
Урожайность, т/га	8,64	8,12	+0,52
Вегетационный период, сут.	117	117	0
Высота растений, см	87,1	89,5	-2,4
Длина метелки, см	16,0	15,8	+0,2
Колосков на метелке, шт.	148	176	-28
Плотность метелки, шт./см	9,3	11,1	-1,8
Стерильность колосков, %	7,2	8,1	-0,9
Отношение длины к ширине (l/b)	2,1	2,4	-0,3
Масса 1000 зерен, г	29,9	27,2	+2,7
Пленчатость, %	19,3	19,3	0
Стекловидность, %	85,3	83,6	+1,7
Общий выход крупы, %	70,2	70,7	-0,5
в т.ч. целого ядра, %	91,0	86,1	+4,9
Поражаемость пирикулярриозом, % (искусственное заражение)	38,5	42,3	-3,8

Растения сорта Юниор низкорослые (80,0–87,0 см), с метелками длиной 15–17 см, которые слабо понижают к фазе созревания. Озерненность метелок высокая – 140–160 колосков. Цветковые чешуи буровато-желтые, средне-опушенные, несут короткие ости, сильно выраженные в годы с жарким летом.

Зерно средней крупности, полуокруглой формы с отношением длины к ширине (l/b) 2,0–2,1. Масса 1000 зерен 28,5–31,0 г. Общий выход крупы 68,0–72,1 %, содержание целого ядра в крупе 85,0–97,0 %. Крупа белая, при варке образует полурассыпчатый гарнир с хорошими вкусовыми качествами.

Устойчивость к пирикулярриозу средняя. За годы изучения при искусственном заражении в среднем поражен на 4,0 % меньше, чем стандарт Рапан.

Сорт Юниор устойчив к полеганию, не осыпается, при этом хорошо обмолачивается. Возможна уборка прямым комбайнированием.

Оптимальными сроками сева-залива для сорта являются 1–15 мая. При запаздывании со сроками сева-залива увеличивается продолжительность вегетационного периода.

Норма высева 200–250 кг/га в зависимости от качества семенного материала и предпосевной подготовки почвы.

Сорт Юниор отзывчив на умеренные и повышенные дозы удобрений. Их следует вносить из расчета по д. в. $N_{120-160}$, P_{50} , K_{30} . При выращивании после многолетних трав – N_{30-50} , P_{50} , K_{30} .

На высоких агрофонах с большой плотностью ценоза (более 300–350 раст./м²) желательны профилактические обработки от пирикулярриоза.

Выводы

1. В результате проведенных селекционных исследований в ФНЦ риса создано пять разнотипных сортов риса: Биотех, Корнет, Трио, Форсаж и Юниор, которые успешно прошли государственное испытание, включены в Госреестр селекционных достижений РФ и допущены к использованию в производстве риса с 2024 г.

2. Эти сорта различаются по морфологическим признакам и биологическим особенностям. Они рекомендуются для производственной проверки в разных почвенно-экологических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

- Брагина, О.А. Устойчивость сортов риса к пирикулярриозу в условиях Краснодарского края / О.А. Брагина, И.А. Гергель // Рисоводство. – 2017. – № 4 (32). – С. 26-29.
- Дубина, Е.В. Молекулярное маркирование в селекции риса на устойчивость к пирикулярриозу / Е.В. Дубина, В.Н. Шиловский, Г.Л. Зеленский, Е.С. Харченко, Ж.М. Мухина, Л.В. Есаулова, Е.П. Максименко // Рисоводство. – 2014. – № 4 (25). – С. 20-27.
- Гаркуша, С.В. Вклад российских ученых в развитие рисоводства Казахстана / С.В. Гаркуша, Г.Л. Зеленский // Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сельскохозяйственных культур: материалы Межд. науч.-практ. конф. – Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса», 2021. – С. 142-148. DOI: 10.33775/conf-2021-142-148.
- Зеленский, Г.Л. Борьба с пирикулярриозом риса путем создания устойчивых сортов: монография / Г.Л. Зеленский. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 92 с.
- Зеленский, Г.Л. Биологическое обоснование элементов агротехники риса на примере сорта Лидер / Г.Л. Зеленский, Э.Р. Авакян, А.Г. Зеленский // Рисоводство. – 2019. – №1 (42). – С. 43-46.
- Зеленский, Г.Л. Полус-5 – сорт с новым морфотипом растений / Г.Л. Зеленский, М.А. Ткаченко, Е.Ю. Гненный // Рисоводство. – 2023. – № 2 (59). – С. 39-66.
- Ковалев, В.С. Проблема повышения урожайности риса в Краснодарском крае / В.С. Ковалев, Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, И.И. Супрун, В.Н. Шиловский // Рисоводство. – 2015. – № 1-2 (26-27). – С. 13-16.
- Костылев, П.И. Селекция сортов риса, устойчивых к пирикулярриозу, с помощью маркеров // Рисоводство. – 2019. – № 2 (43). – С. 6-21.

9. Костылев, П.И. Гены, детерминирующие признаки урожайности риса (обзор). / П.И. Костылев, Л.М. Костылева // *Рисоводство*. – 2020. – № 2 (47). – С. 10-16.
10. Лесняк, С.А. Создание генетических ресурсов риса, устойчивых к абиотическим стрессорам, на основе молекулярного маркирования / С.А. Лесняк, Е.В. Дубина, С.В. Гаркуша, С.О. Корж, М.Г. Рубан // *Рисоводство*. – 2021. – № 3 (52). – С. 6-11.
11. Остапенко, Н.В. История одной гибридной комбинации / Н.В. Остапенко, М.Е. Филимонова, Н.Н. Чинченко // *Рисоводство*. – 2014. – № 1 (24). – С. 19-23.
12. Савенко, Е.Г. Использование метода культуры пыльников для создания исходного материала сельскохозяйственных культур / Е.Г. Савенко, С.В. Королева, Ж.М. Мухина, В.А. Глазырина, Л.А. Шундрин // *Рисоводство*. – 2016. – № 1-2 (30-31). – С. 76-79.
13. Скаженник, М.А. Продукционный процесс интенсивных и экстенсивных сортов риса / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, В.С. Ковалев, С.В. Гаркуша, Т.С. Пшеницина, И.В. Балясный // *Рисоводство*. – 2017. – № 4 (37). – С. 6-10.
14. Скаженник, М.А. Закономерности формирования продуктивности интенсивных и экстенсивных сортов риса / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, В.С. Ковалев, С.В. Гаркуша, Т.С. Пшеницина, И.В. Балясный // *Рисоводство*. – 2018. – № 1 (38). – С. 6-14.
15. Скаженник, М.А. Формирование урожайности сортов риса и элементов ее структуры / М.А. Скаженник, В.С. Ковалев, О.А. Григорьев, Т.С. Пшеницина // *Рисоводство*. – 2023. – № 2 (60). – С. 19-24.
16. Сорта риса. Сорта и гибриды овощных и бахчевых культур: каталог / ФГБНУ «ФНЦ риса»; сост. С.В. Гаркуша [и др.]. – Краснодар: «ЭДВИ», 2021. – 68 с.
17. Туманьян, Н.Г. Технологические признаки зерна риса и содержание амилозы сортов селекции ФГБНУ «ВНИИ риса» и селекционной станции SA.PI.SE (Верчелли, Италия) / Н.Г. Туманьян, Т.Б. Кумейко, К.К. Ольховая, Е.М. Харитонов // *Рисоводство*. – 2014. – №1 (24). – С. 24-31.
18. Туманьян, Н.Г. Кулинарные характеристики и пищевые достоинства сортов риса селекции ФНЦ риса / Н.Г. Туманьян, С.С. Чижикина, К.К. Ольховая // *Рисоводство*. – 2020. – № 2 (47). – С. 29-36.
19. Шеуджен, А.Х. Научные основы применения удобрений в рисовых агроценозах: монография / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: АО «Полиграф-Юг», 2024. – 144 с.

REFERENCES

1. Bragina, O.A. Resistance of rice varieties to blast disease in the Krasnodar region / O.A. Bragina, I.A. Gergel // *Rice growing*. – 2017. – № 4 (32). – P. 26-29.
2. Dubina, E.V. Molecular marking in rice breeding for blast resistance / E.V. Dubina, V.N. Shilovsky, G.L. Zelensky, E.S. Kharchenko, Zh.M. Mukhina, L.V. Esaulova, E.P. Maksimenko // *Rice growing*. – 2014. – № 4 (25). – P. 20-27.
3. Garkusha, S.V. The contribution of Russian scientists to the development of rice growing in Kazakhstan / S.V. Garkusha, G.L. Zelensky // *Selection, seed production, cultivation technology and processing of agricultural crops: materials of Int. scientific-practical conf.* – Krasnodar: Federal State Budgetary Institution “Rice FNC”, 2021. – 372 p. DOI: 10.33775/conf-2021-142-148.
4. Zelensky, G.L. Combating rice blast by creating resistant varieties: monograph / G. L. Zelensky. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – 92 p.
5. Zelensky, G.L. Biological substantiation of rice agricultural technology elements using the example of the Leader variety / G.L. Zelensky, E.R. Avakyan, A.G. Zelensky // *Rice growing*. – 2019. – № 1 (42). – P. 43-46.
6. Zelensky, G.L. Polyus-5 – a variety with a new plant morphotype / G.L. Zelensky, M.A. Tkachenko, E.Yu. Gnennyi // *Rice growing*. – 2023. – № 2 (59). – P. 39-66.
7. Kovalev, V.S. The problem of increasing rice yield in the Krasnodar region / V.S. Kovalev, N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik, I.I. Suprun, V.N. Shilovsky // *Rice growing*. – 2015. – № 1-2 (26-27). – P. 13-16.
8. Kostylev, P.I. Selection of rice varieties resistant to blast disease using markers // *Rice growing*. – 2019. – № 2 (43). – P. 6-21.
9. Kostylev, P.I. Genes that determine rice yield traits (review). / P.I. Kostylev, L.M. Kostyleva // *Rice growing*. – 2020. – № 2 (47). – P. 10-16.
10. Lesnyak, S.A. Creation of rice genetic resources resistant to abiotic stressors based on molecular marking / S.A. Lesnyak, E.V. Dubina, S.V. Garkusha, S.O. Korzh, M.G. Ruban // *Rice growing*. – 2021. – № 3 (52). – P. 6-11.
11. Ostapenko, N.V. The history of one hybrid combination / N.V. Ostapenko, M.E. Filimonova, N.N. Chinchenko // *Rice growing*. – 2014. – № 1 (24). – P. 19-23.
12. Savenko, E.G. Using the anther culture method to create source material for agricultural crops / E.G. Savenko, S.V. Koroleva, Zh.M. Mukhina, V.A. Glazyrina, L.A. Shundrina // *Rice growing*. – 2016. – № 1-2 (30-31). – P. 76-79.
13. Skazhennik, M.A. Production process of intensive and extensive rice varieties / M.A. Skazhennik, N.V. Vorobiev, V.S. Kovalev, S.V. Garkusha, T.S. Pshenitsina, I.V. Balyasny // *Rice growing*. – 2017. – № 4 (37). – P. 6-10.
14. Skazhennik, M.A. Patterns of formation of productivity of intensive and extensive rice varieties / M.A. Skazhennik, N.V. Vorobiev, V.S. Kovalev, S.V. Garkusha, T.S. Pshenitsina, I.V. Balyasny // *Rice growing*. – 2018. – № 1 (38). – P. 6-14.
15. Skazhennik, M.A. Formation of the yield of rice varieties and elements of its structure / M.A. Skazhennik, V.S. Kovalev, O.A. Grigoriev, T.S. Pshenitsina // *Rice growing*. – 2023. – № 2 (60). – P. 19-24.
16. Varieties of rice. Varieties and hybrids of vegetable and melon crops: catalog / Federal State Budgetary Institution “Rice FNC”; comp. S.V. Garkusha [and others]. – Krasnodar: “EDVI”, 2021. – 68 p.
17. Tumanyan, N.G. Technological characteristics of rice grains and amylose content of varieties selected by the All-Russian Research Institute of Rice and the breeding station SA.PI.SE (Vercelli, Italy) / N.G. Tumanyan, T.B. Kumeiko, K.K. Olkhovaya, E.M. Kharitonov // *Rice growing*. – 2014. – № 1 (24). – P. 24-31.
18. Tumanyan, N.G. Culinary characteristics and nutritional advantages of rice varieties selected by the Rice Federal National Center / N.G. Tumanyan, S.S. Chizhikova, K.K. Olkhovaya // *Rice growing*. – 2020. – № 2 (47). – P. 29-36.
19. Sheudzhen, A.Kh. Scientific basis for the use of fertilizers in rice agrocenoses: monograph / A.Kh. Sheudzhen. – Maykop: JSC “Poligraf-Yug”, 2024. – 144 p.

Виктор Савельевич Ковалев
Заместитель директора по научной работе
E-mail: arrri_kub@mail.ru

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

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

Андрей Михайлович Оглы
Заведующий отделом селекции
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Сергей Валентинович Гаркуша
Директор
E-mail: arrri_kub@mail.ru

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

Viktor Savelievich Kovalev
Deputy Director for Research
E-mail: arrri_kub@mail.ru

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

Nadezhda Vasilievna Ostapenko
Leading Researcher, Breeding Department
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Andrey Mikhailovich Ogly
Head of selection department
E-mail: arrri_kub@mail.ru

Sergey Valentinovich Garkusha
Director
E-mail: arrri_kub@mail.ru

All: Federal State Budgetary Institution "Rice FNC"
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-14-20
УДК 633.181: 631.522

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

ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗНОТИПНЫХ СОРТОВ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКА В УСЛОВИЯХ ЭЛИТНОГО СЕМЕНОВОДСТВА

Важным условием повышения урожайности и качества зерна, а также выхода продукции считается применение для посева качественных семян сортов риса, допущенных к использованию. В настоящее время созданы и внедрены в производство сорта, формирующие 10,0-11,0 т/га зерна, что соответствует накоплению более 75 кг сухого вещества за один день вегетации с гектара. Для реализации потенциала урожайности новых сортов необходимо интенсифицировать технологии, что требует дополнительных затрат. В работе представлены предварительные результаты морфобиологических признаков, урожайности и показателей продуктивности сортов риса по разным предшественникам в условиях элитного семеноводства. Установлено, что сорта с разной архитектоникой проявляют специфическую реакцию на предшествующую культуру. Так, по многолетним травам большинство изучаемых сортов формируют высокие показатели площади листовой поверхности к фазе цветения – 189,2-231,1 см²/раст. и соответственно высокое содержание сухого вещества в фазе полной спелости – 57,07-68,26 %, что обеспечивает урожайность в пределах – 8,02-9,05 т/га. Однако, установлено, что, несмотря на высокую физиологическую активность и величину ассимилирующей поверхности, а также интенсивность накопления сухого вещества, урожайность зерна зависит от других факторов. В ходе наблюдений выявлена специфическая реакция разнотипных сортов на предшествующую культуру. Так, по предшественнику «рапс» установлено сокращение вегетационного периода на 3-5 дней и высокая физиологическая активность растений риса. Снижение урожайности крупнозерного сорта Фаворит по предшественнику «рис» при оптимальной площади листьев – 204,3 см²/раст., повышенном накоплении сухого вещества – 58,70 % и наименьшей урожайности – 6,81 т/га обусловлено высокой изменчивостью отдельных элементов структуры урожая. Это свидетельствует о необходимости детального изучения формирования урожая риса.

Ключевые слова: рис, селекция и семеноводство, площадь листьев, сухое вещество.

PRODUCTIVITY OF DIFFERENT-TYPE RICE VARIETIES DEPENDING ON PREDECESSOR UNDER CONDITIONS OF ELITE SEED PRODUCTION

An important potential for increasing the yield and quality of seeds, as well as product yield, is the use of approved rice varieties for sowing high-quality seeds. Currently, varieties that produce 10.0-11.0 t/ha have been developed and introduced into production, which corresponds to the accumulation of more than 75 kg of dry matter in one day of growing season per hectare. To implement the yield potential of new varieties, it is necessary to intensify technologies, which requires additional costs. This paper presents preliminary results of morphophysiological traits, yield and integral indicators of productivity of rice varieties for different predecessors under conditions of elite seed production. It has been established that varieties with different architecture exhibit a specific reaction to the previous crop. Thus, for perennial grasses, most of the studied varieties form high values of leaf surface area by the flowering phase - 189.2-231.1 cm²/plant. and, accordingly, a high dry matter content in the phase of full ripeness - 57.07-68.26%, which ensures yield in the range of 8.02-9.05 t/ha. However, it has been established that despite the high physiological activity, in terms of the size of the assimilating surface and the intensity of dry matter accumulation, grain yield also depends on other factors. During the observations, a specific reaction of different types of varieties to the previous crop was revealed. Thus, for rapeseed, a reduction in the growing season by 3-5 days and high physiological activity of rice plants have been established. Reduced yield of the large-grain rice variety Favorit with an optimal leaf area of 204.3 cm²/plant and increased accumulation of dry matter - 58.70%, the lowest yield - 6.81 t/ha were due to the high variability of individual elements of the yield structure. This indicates the need for a detailed study of the formation of the rice harvest.

Key words: rice, breeding and seed production, leaf area, dry matter.

Введение

Отечественными и зарубежными исследованиями установлено, что бессменная культура риса ведет к сильному засорению его посевов болотными и влаголюбивыми сорняками, истощению почвы – обеднению основными элементами питания (N, P, K), силь-

ному уплотнению и ухудшению её водно-физических свойств, а также накоплению в ней вредных для проростков растений риса сероводорода и углекислоты. Ухудшаются мелиоративные условия, в частности, выровненность поверхности поля, что затрудняет создание оптимального режима орошения. Все

это приводит к изреживанию всходов и стеблестоя, уменьшению продуктивности растений риса, что в итоге приводит к резкому снижению урожая [12].

Однако в условиях элитного семеноводства риса практикуется периодическая сменяемость культур и повторные посевы риса по рису. Сопутствующие кормовые культуры подбираются, главным образом, для улучшения плодородия почвы, мелиоративных условий и увеличения производства кормов. Повышение урожайности риса, как и других культур, на орошаемых землях достигается главным образом за счет высокой культуры земледелия. Важнейший резерв увеличения урожайности и улучшения качества товарного риса – использование для посева доброкачественных семян допущенных к использованию сортов риса. Получение чистосортных и высококачественных семян этой культуры с повышенной устойчивостью к абиотическим стрессорам возможно только при условии правильного применения всего комплекса агрометеорологических мероприятий по выращиванию семенного риса [5].

Один из важнейших элементов этого комплекса – выбор лучшего предшественника и оптимального способа подготовки почвы под посев. Эти элементы должны обеспечивать получение высоких урожаев семян за счет повышения их общего выхода и улучшения фракционного состава, а также максимальное снижение в них примеси краснозерных форм, количество которых жестко регламентируется ГОСТ Р 52325-2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества. Общие технические условия». В соответствии с ними в посевах оригинальных (ОС) и элитных (ЭС) семян не допускаются краснозерные формы. В последующих репродукциях (РС 1 и РС 2) и репродукции семян предназначенных для производства товарной продукции (РСт) примесь таких форм риса не должна превышать соответственно 0,5 и 1,0 % [5].

Существенное, хотя и косвенное, влияние на качество семян могут оказывать предшественники. Это обусловлено различным состоянием почвы после разных культур, неодинаковым ее иссушением и выносом питательных веществ из нее. Лучшим предшественником семеноводческих посевов считается тот, который меньше поглощает из почвы воды и питательных веществ [7].

Установлено, что определяющую роль в формировании урожая зерна играет общая площадь ассимиляционной поверхности растения или посева как популяции растений [1, 6, 17]. Максимально эффективная площадь листовой поверхности достигается оптимальной густотой всходов, неглубоким слоем воды на рисовом чеке, достаточной обеспеченностью растений элементами минерального питания и оптимальной температурой [2, 3]. Однако интенсивность накопления сухого вещества (донорно-акцепторные отношения) не всегда зависит от величины ассимиляционной поверхности, но по большей

части генетически детерминировано процессами роста, морфогенеза, генеративного развития и старения [2, 16]. Динамика накопления сухого вещества прогрессирует от прорастания семян до конца вегетации, но максимальных значений данный показатель у риса достигает к фазе полной спелости.

Цель исследований

Проанализировать морфофизиологические и биометрические признаки сортов риса разной архитектоники по предшественникам в условиях элитного семеноводства.

Материалы и методы

Климат района умеренно континентальный со среднесуточной температурой воздуха в среднем за вегетацию составляет около 23,2 °С, а теплообеспеченность при этом ($\Sigma t > 15^\circ\text{C}$) 1100-1300 °С. Тепловой режим района проведения исследований располагает возделыванию сортов риса разных групп спелости с продолжительностью вегетационного периода до 130 дней. Количество осадков, выпадающих в течение вегетации риса колеблется от 340 до 360 мм и носят кратковременный, ливневый характер. Преобладающий тип почв на опытном участке РПЗ «Красноармейский» – лугово-черноземный слабовыщелоченный, слабогумусный, тяжелосуглинистый на аллювиальных отложениях. Содержание гумуса 2,6-3,2 %. Емкость поглощения невысокая – 32,5-34,5 мг-экв. / 100 г почвы, реакция почвенного раствора в основном нейтральная, редко слабокислотная – pH=7,2-7,6 [10, 13].

Материалом исследований служило 6 новых сортов риса, внесенных в реестр селекционных достижений РФ. Постановку полевого опыта осуществляли по типу производственного сортоиспытания в соответствии с ГОСТ 15.101.80 – «Порядок проведения научно-исследовательских работ» и методиками, разработанными в ФНЦ риса [11]. Для посева делянок использовали зерновую сеялку (СЗ-3,2) по разным предшественникам (многолетние травы, рапс и рис). Площадь делянок – 64 м² с размерами 20 м в длину и 3,2 м в ширину. Повторность 3-х кратная, размещение делянок – систематическое. Норма высева из расчета 5 млн. всхожих семян / га. Сроки сева – 13-15 мая. Общий фон минерального питания по предшественникам многолетние травы, рапс и рис составил, N₆₂P₂₆, N₁₄₀P₂₅ и N₁₃₀P₂₅ соответственно.

В течение вегетации проводили фенологические наблюдения, в отдельные фазы измеряли площадь листовой поверхности, определяли содержание сухого вещества в надземных органах согласно методике [9]. Уборку делянок осуществляли селекционным комбайном DKS-515 – прямым комбайнированием.

Достоверность полученных результатов подтверждена итогами дисперсионного метода анализа [14].

Результаты и обсуждение

Стабильное производство зерна во многом зависит от уровня организации семеноводства – системы

мероприятий по сохранению сортовых качеств, выращиванию семян высоких посевных кондиций, размножению их в необходимых количествах, хранению и контролю за их качеством. Актуальность повышения эффективности элитного семеноводства, несомненно, важна, поскольку резерв повышения урожайности отечественных сортов риса необходимо исполь-

зовать в условиях интенсификации и конкурентоспособности рисовой отрасли Российской Федерации.

Следует отметить, что на рост и развитие ассимиляционной поверхности и интенсивности накопления сухого вещества у риса значительное влияние оказывают условия выращивания растений, причем изменчивость у разных генотипов специфична (табл. 1).

Таблица 1. Динамика развития листовой поверхности и накопления сухого вещества

Предшественник	Сорт	Площадь листьев, см ² /раст.		Содержание сухого вещества, %	
		кущение	цветение	кущение	полн. спелость
Многолетние травы	Рапан 2	90,3	210,7	17,23	58,93
	Каурис	92,3	192,6	16,17	57,07
	Злата	88,4	189,2	16,97	59,02
	Трио	92,3	193,5	17,12	68,26
	Фаворит	87,7	231,1	16,46	59,47
	Вектор	106,4	222,2	17,15	58,96
Рапс	Рапан 2	79,4	185,6	18,95	59,69
	Каурис	78,5	176,0	17,58	56,84
	Злата	69,0	184,1	18,41	59,91
	Трио	69,1	193,6	16,45	54,65
	Фаворит	80,9	201,6	20,39	55,34
	Вектор	84,7	199,5	18,85	56,25
Рис	Рапан 2	83,9	176,8	18,75	57,62
	Каурис	82,3	176,4	14,77	55,98
	Злата	69,9	173,5	19,27	58,40
	Трио	76,2	183,6	19,38	60,55
	Фаворит	76,5	204,2	20,51	58,70
	Вектор	85,5	212,3	16,38	57,42
НСР ₀₅		14,00	27,75	3,76	5,73

Наиболее динамичным морфофизиологическим признаком у риса является площадь листьев, изменяющаяся в очень широких пределах в зависимости от сортовых особенностей, уровня агротехники, ростовых процессов и т.д. [4]. Ранее учеными установлено, что величина урожая находится в тесной зависимости от динамики нарастания фотосинтетической поверхности и продуктивности ее работы в онтогенетическом развитии растений [8, 15].

Из представленных данных следует, что интенсивность нарастания листьев у изучаемых сортов риса в начальные фазы развития (кущение) по разным предшественникам специфична. Установлено, что сорт Вектор по предшественнику «многолетние травы» формирует достоверно высокую площадь листьев – 106,4 см²/раст. Подобная тенденция отмечена и по длинозерным сортам Злата и Трио – 88,4 и 92,3 см²/раст. при НСР равным 14,00 см²/раст. Это свидетельствует о благоприятном последствии предшественника и заметной реакции генотипа на данный фактор.

Однако с течением времени, вследствие складывающихся конкурентных взаимоотношений в агрофитоценозе, в фазе цветения – пике развития ассимиляционной поверхности, различия по данному признаку сглаживаются, за исключением «сорта Вектор», который сформировал 231,1 см²/раст. по предшественнику «многолетние травы» и существенно превысил таковые значения по остальным предшественникам.

Среднезерные сорта Рапан 2 и Каурис по величине площади листьев в соответствующие фазы наблюдений по разным предшественникам находятся в пределах НСР, что возможно обусловлено стабильностью этого признака.

Общеизвестно, что интенсивность фотосинтеза на единицу площади листовой поверхности, несомненно, оказывает значительное влияние на образование сухого вещества, но это влияние варьирует в ходе развития растения. Сухое вещество примерно на 10-20 % состоит из неорганических соединений, поглощаемых корнями растения и на 80-90 % из углеводов, образующихся в процессе фотосинтеза, и их производных. Содержание сухого вещества в фазе кущения у всех сортов колеблется в пределах ошибки опыта. Однако сорт Фаворит по предшественникам «рапс» и «рис» существенно отличается – 20,39 и 20,51 % соответственно. Высокую концентрацию сухого вещества при средних величинах площади листьев у данного сорта мы связываем с повышенной интенсивностью физиолого-биохимических реакций в начальные фазы роста и развития.

В фазе полной спелости суммарное содержание сухого вещества в растениях риса колеблется в пределах 55-59 % и НСР. Однако длинозерный сорт Трио по предшественникам «многолетние травы» и «рис» синтезирует существенно высокую концентрацию сухого вещества – 68,26 и 60,55 %.

Это может быть обусловлено сохранением высокой физиологической активности растений сорта Трио созданием в агрофитоценозе по вышеупомянутым предшественникам до конца вегетации.

Урожайность и качество зерна и крупы являются основными показателями ценности и соответ-

ствия новых сортов требованиям предъявляемым производством. В связи с этим знание агротехнических факторов в формировании высоких урожаев зерна с соответствующими посевными качествами семян играет важную роль в семеноводстве (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность и агроэкологическая продуктивность сортов риса по разным предшественникам

Предшественник	Сорт	Вегетационный период, дн.	Урожайность, т/га	Агроэкологическая продуктивность, кг/дн./га
Многолетние травы	Рапан 2	112	9,05	80,8
	Каурис	119	8,36	70,3
	Злата	118	6,96	59,0
	Трио	120	8,64	72,0
	Фаворит	117	8,45	72,2
	Вектор	121	8,02	68,0
Рапс	Рапан 2	106	7,57	71,4
	Каурис	113	7,69	68,1
	Злата	114	5,94	52,1
	Трио	117	6,99	59,8
	Фаворит	112	7,13	63,6
	Вектор	117	7,69	65,7
Рис	Рапан 2	108	7,92	73,3
	Каурис	116	8,32	71,7
	Злата	115	7,15	62,1
	Трио	118	8,17	69,2
	Фаворит	115	6,81	59,2
	Вектор	119	8,14	68,4
НСП ₀₅			0,73	6,31

Из таблицы 2 видно, что продолжительность вегетационного периода, хоть и незначительно, но меняется в зависимости от предшественника. Наименьшие значения по всем сортам отмечены по предшественнику «рапс» – 106-117 дней, а максимальные – по многолетним травам – 112-121 дней соответственно по сортам. Не существенное увеличение вегетации изучаемых сортов после многолетних трав может быть обусловлено повышенной обеспеченностью азотом растений риса. Однако, как видно, урожайность риса, на примере представленных сортов, находится не в прямой линейной зависимости от продолжительности вегетационного периода. Например, у среднезерных сортов Рапан 2 и Каурис максимальная урожайность отмечена по предшественнику «многолетние травы» – 9,05 и 8,36 т/га, что соответствует сформированной ассимиляционной поверхности в фазы наблюдений. Наряду с этим установлено, что урожайность сорта Каурис в меньшей степени зависит от предшественника. Максимальная реализация потенциала накопления сухого вещества (кг) в пересчете на один день вегетации с единицы площади (га) или агроэкологическая продуктивность у этих сортов в среднем по предшественникам варьировала в пределах – 70,3-80,8 кг/дн./га.

Длиннозерные сорта Злата и Трио положительно отзываются по многолетним травам и рису,

сформировав урожайность 6,96, 8,64 т/га и 7,15, 8,17 т/га соответственно. Если меньшую урожайность сорта Трио по рапсу можно связать со слабой интенсивностью накопления сухого вещества – 16,45 и 54,64 % в фазы кущение и полной спелости, то у Златы при оптимальном сочетании площади листьев и содержания сухого вещества, урожайность – 5,94 т/га скорее всего обусловлена элементами ее структуры. Отсюда и наименьшие значения агроэкологической продуктивности по рапсу – 52,1 и 59,8 кг/дн./га.

На примере крупнозерных сортов Фаворит и Вектор максимальная урожайность установлена по многолетним травам – 8,45 и 8,02 т/га. Однако у сорта Вектор по предшественникам «рапс» и «рис», отмечена относительная стабильность в урожайности – 7,69 и 8,14 т/га в сравнении с сортом Фаворит – 7,13 и 6,81 т/га соответственно. Следует полагать, что существенные различия по урожайности у сорта Фаворит также обусловлены элементами ее структуры, поскольку наблюдается оптимальное сочетание листовой поверхности с накоплением сухого вещества по фазам. Агроэкологическая продуктивность у сорта Фаворит по предшественникам составила 72,2, 63,6 и 59,2 кг/дн./га, что соответствует средней степени изменчивости данного признака. Наибольшую стабильность признака по предшественникам демонстрирует сорт Вектор – 68,0, 65,7 и 68,4 кг/дн./га, что соответствует слабой ее

изменчивости.

Исследование взаимосвязи комплекса хозяйственно ценных признаков в такой сложной системе, как агрофитоценоз, позволит выявить лучшие генотипы, оптимально сочетающие высокую потен-

циальную продуктивность с технологическими показателями качества зерна и крупы. Для выявления взаимосвязей генетических систем изучаемых сортов риса в условиях элитного семеноводства был проведен корреляционный анализ (табл. 3).

Таблица 3. Взаимосвязь морфофизиологических и хозяйственно-биологических признаков у разнотипных сортов риса по предшественникам

Предшественник	Признак	Среднее	Среднеквадратическое отклонение	Признак			
				1	2	3	4
Многолетние травы	1	117,8	3,19				
	2	206,55	17,50	-0,153			
	3	60,29	3,99	0,278	-0,239		
	4	8,25	0,72	-0,421	0,326	0,241	
	5	70,38	7,07	-0,606	0,369	0,107	0,971
Рапс	1	113,2	4,07				
	2	190,07	9,88	0,326			
	3	57,11	2,21	-0,594	-0,564		
	4	7,17	0,67	-0,193	0,062	-0,335	
	5	63,45	6,81	-0,525	-0,069	-0,076	0,936
Рис	1	115,2	3,87				
	2	187,80	16,38	0,476			
	3	58,11	1,53	0,199	0,064		
	4	7,75	0,62	0,183	-0,146	-0,268	
	5	67,32	5,53	-0,257	-0,344	-0,349	0,903

Примечание – 1 – продолжительность вегетационного периода, дн.;
2 – суммарная площадь листьев в фазе цветения, см²/раст.;
3 – содержание сухого вещества в фазе полной спелости зерна, %;
4 – урожайность зерна, т/га;
5 – агроэкологическая продуктивность, кг/дн./га

Корреляционный анализ взаимосвязей признаков растений риса по различным предшественникам выявил специфику по каждому из них. Следует отметить, что по всем предшественникам связь урожайности и агроэкологической продуктивности тесная и положительная – 0,971, 0,936 и 0,903 соответственно. Однако по многолетним травам у сортов риса установлена отрицательная связь вегетационного периода с агроэкологической продуктивностью, средней степени ($r = -0,606$). Зависимость урожайности и агроэкологической продуктивности от площади ассимиляционной поверхности была умеренной положительной – 0,326 и 0,369 соответственно. По результатам анализа видно, что по первой предшествующей культуре корреляций остальных признаков проявляются в умеренной степени.

Анализ признаков растений риса по рапсу показал заметное перераспределение взаимосвязей между признаками, что можно расценивать как реакцию сортов на предшественник. Так, нами установлена умеренная положительная связь между продолжительностью вегетационного периода и площадью листьев в фазе цветения – 0,326, а также средняя отрицательная корреляция накопления сухого вещества от продолжительности вегетации и суммарной площади листьев – -0,594 и -0,564 соответственно. Это отчасти согласуется с отрицательной взаимосвязью продолжительности вегетационного периода с агро-

экологической продуктивностью ($r = -0,525$).

Корреляционный анализ по предшественнику «рис», не демонстрирует существенных взаимосвязей между изучаемыми признаками. Однако можно отметить умеренную положительную зависимость площади ассимилирующей поверхности в фазе цветения от продолжительности вегетационного периода – 0,476. В остальном становится ясно о необходимости изучения взаимосвязей большего числа признаков для более объективной оценки их генетической детерминации.

Проведенный анализ предварительно выявляет реакцию сортов риса с разными морфофизиологическими признаками на тот или иной предшественник. Это является важным показателем в оптимизации и размещении посевов разнотипных сортов элитного семеноводства риса по соответствующим предшественникам. Однако важным дополнением к исследованию является определение изменчивости посевных кондиций семян в зависимости от предшествующей культуры, что является приоритетом в наших последующих исследованиях.

Выводы

В заключение следует отметить, что по предшественнику «рапс» установлена наименьшая площадь ассимилирующей поверхности по сортам в фазы кущения и цветения, что может быть связано с сокращением продолжительности межфазных

периодов и вегетации в целом на 3-5 дней. Однако, именно по рапсу у большинства сортов выявлена максимальная интенсивность накопления сухого вещества в фазе кущения – 17,58-20,39 %, что в дальнейшем позволяет сформировать урожайность в пределах – 5,94-7,69 т/га.

Среднезерные сорта Рапан 2 и Каурис сформировали максимальную урожайность по многолетним травам – 9,05 и 8,36 т/га, что соответствует оптимальному развитию листовой поверхности – 210,7 и 192,6 см²/раст. на пике ее развития и интенсивному накоплению сухого вещества до полного созревания – 58,93 и 57,07 %. Снижение урожайности у сортов Рапан 2 и Каурис отмечено по рапсу – 7,57 и 7,69 т/га при относительно высоких показателях концентрации сухого вещества – 59,69 и 56,84 %, а также высокой агроэкологической продуктивности – 71,4 и 68,1 кг/дн./га. Возможно, это обусловлено динамичностью элементов структуры урожая.

Наиболее благоприятным предшественником для крупнозерных сортов Фаворит и Вектор по величине урожая являются многолетние травы – 9,05 и 8,36 т/га соответственно. Однако выявлено, что Вектор также благоприятно формирует урожай зерна без существенных изменений по рапсу и рису – 7,69

и 8,14 т/га в отличие от Фаворита. Содержание сухого вещества по рапсу у данных сортов на минимуме и составило 55,34 и 56,25 %. Однако индивидуальная реакция генотипа риса на условия выращивания (предшественник) неоднозначна и требует более детального изучения формирования урожая зерна.

Корреляционный анализ данных свидетельствует о специфическом перераспределении взаимосвязей признаков у сортов риса в зависимости от предшественника. Наиболее заметно это по предшественнику «рапс», где установлена отрицательная корреляция продолжительности вегетационного периода с содержанием сухого вещества в фазе полной спелости зерна – -0,594 и агроэкологической продуктивностью – -0,525.

Подводя итоги, следует отметить, что весь перечень агротехнических мероприятий на посевах элитного семеноводства должен быть направлен на выращивание здоровых растений и создание наиболее благоприятных условий в цветение для снижения пустозерности и формирования зерна в фазе полной спелости. Таким образом, все должно быть подчинено единой цели – создать оптимальные условия для максимальной реализации потенциала урожайных свойств семян.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беденко, В.П. Основы продукционного процесса растений / В.П. Беденко, В.В. Коломейченко. – Орел, 2003. – 260 с.
2. Воробьев, Н.В. Физиологические основы формирования урожая риса / Н.В. Воробьев. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – 405 с.
3. Воробьев, Н.В. Продукционный процесс у сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, В.С. Ковалев. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. – 199 с.
4. Джамиризе, Р.Р. Изучение количественных признаков растений риса различного морфотипа для использования в селекции высокоурожайных сортов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – Краснодар, 2009. – 132 с.
5. Зинник, А.Н. Влияние предшественника на урожайность и качество риса / А.Н. Зинник, В.П. Науменко // Защита растений в Краснодарском крае. – 2007. – № 11. – С. 6-7.
6. Кумаков, В.А. Фотосинтетическая деятельность растений в аспектах селекции / В.А. Кумаков // Физиология фотосинтеза. – М.: Наука, 1982. – С. 283-293.
7. Морозов, Е.В. Семеноводство и сертификация семян / Е.В. Морозов, А.Г. Субботин. – Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014. – 76 с.
8. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович, Л.Е. Строгонова, С.Н. Чмора, М.П. Власова. – М.: Наука, 1961. – 134 с.
9. Скаженник, М.А. Методы физиологических исследований в рисоводстве / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, О.А. Досева. – Краснодар: ВНИИ риса, 2009. – 23 с.
10. Слюсарев, В.Н. Динамика физико-химических свойств чернозема выщелоченного в системе агроэкологического мониторинга / В.Н. Слюсарев, В.И. Терпелец, М.Н. Мышко // Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края. – Тр. КубГАУ. – Краснодар, 2008. – № 431 (459). – С. 352.
11. Сметанин, А.П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству и контролю за качеством семян риса / А.П. Сметанин, В.А. Дзюба, А.И. Апрод. – Краснодар, 1972. – 186 с.
12. Уджуху, А.Ч. Роль рисовых севооборотов в экономике рисосеющих хозяйств / А.Ч. Уджуху, А.З. Сулейменов, К.Н. Дуйсебаев // Рисоводство. – 2007. – № 10. – С. 73-77.
13. Шеуджен, А.Х. Агробиохимия чернозема. 2-ое изд. доп. и перераб. / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ООО «Полиграф-ЮГ», 2018. – 308 с.
14. Шеуджен, А. Х. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов: учебное пособие. 2-е изд. переработанное и дополненное / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2015. – 664 с.
15. Яковлев, Е.Б. Формирование ассимиляционной поверхности и эффективность ее работы у различных сортов риса / Е.Б. Яковлев, Е.П. Алешин, В.В. Ефремов // Научные основы современной технологии возделывания риса. Сборник научных трудов. – Краснодар: КГАУ, 1991. – С. 42-52.
16. Gifford, R.M. Annu. Rev. Plant Physiol. / R.M. Gifford, L.T. Evans // Palo Alto, Calif. – 1981. – Vol. 32. – P. 485-509.
17. Lafitte, H.R. Photosynthesis and assimilate partitioning in closely related lines of rice exhibiting different sink: source relationships / H.R. Lafitte, R.L. Travis // Crop. Sci. – 1984. – V. 24. – № 3. – P. 447-452.

REFERENCES

1. Bedenko, V.P. Bases of plants production process/ V.P. Bedenko, V.V. Kolomeychenko. – Orel, 2003. – 260 P.
2. Vorobyev, N.V. Physiological bases of rice yield formation/ N.V. Vorobyev. – Krasnodar: Prosveschenie-Yug, 2013. – 405 p.
3. Vorobyev, N.V. Production process of rice varieties/ N.V. Vorobyev, M.A. Skazhennik, V.S. Kovalev. – Krasnodar: Prosveschenie-Yug, 2011. – 199 p.
4. Dzhmirze, R.R. Studying quantitative traits of rice plants with different morphotypes for using them in breeding high yielding varieties. Ph.D. thesis. – Krasnodar, 2009. – 132 p.
5. Zinnik, A.N. Impact of predecessor on rice yield and quality / A.N. Zinnik, V.P. Naumenko // Plant protection in Krasnodar region, 2007. – № 11. – P. 6-7.
6. Kumakov, V.A. Photosynthetic activity of plants in breeding aspects / V.A. Kumakov // Physiology of photosynthesis. – M.: Nauka, 1982. – P. 283-293.
7. Morozov, E.V. Seed production and seed certification / E.V. Morozov, A.G. Subbotin. – Saratov: FSBEI HPE «Saratov's SAU», 2014. – 76 p.
8. Nichiporovich, A.A. Photosynthetic activity of plants in crops / A.A. Nichiporovich, L.E. Strogonova, S.N. Chmora, M.R. Vlasova. – M.: Nauka, 1961. – 134 p.
9. Skazhennik, M.A. Methods of physiological research in rice growing / M.A. Skazhennik, N.V. Vorobyev, O.A. Doseeva. – Krasnodar: ARRI, 2009. – 23 p.
10. Slyusarev, V.N. Dynamics of physical and chemical properties of leached chernozem in the system of agro-ecological monitoring/ V.N. Slyusarev, V.I. Terpelets, M.N. Myshko // Agro-ecological monitoring in farming of Krasnodar region. – Proceedings of KubSAU – Krasnodar, 2008. – № 431 (459). – P. 352.
11. Smetanin, A.P. Methods of experimental work on breeding, seed production and quality control of rice seeds / A.P. Smetanin, V.A. Dzyuba, A.I. Aprod. – Krasnodar, 1972. – 186 p.
12. Udzhukhu, A.Ch. Role of rice crop rotation in economics of rice growing farms / A.Ch. Udzhukhu, A.Z. Suleymenov, K.N. Duysebaev // Rice growing. – 2007. – № 10. – P. 73-77.
13. Sheudzhen, A.Kh. Agrobiochemistry of chernozem. 2-nd edition, revised and enlarged. / A.Kh. Sheudzhen. – Maykop: LLC «Polygraph-Yug», 2018. – 308 p.
14. Sheudzhen, A. Kh. Methods of agrochemical research and statistic evaluation of their results: textbook. 2-nd edition, revised and enlarged / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva. – Maykop: OAO «Polygraph-Yug», 2015. – 664 p.
15. Yakovlev, E.B. Formation of assimilating surface and efficiency of its work in different rice varieties/ E.B. Yakovlev, E.P. Aleshin, V.V. Efermov // Scientific bases of modern rice cultivation technologies. Collection of scientific papers. – Krasnodar: KSAU, 1991. – P. 42-52.
16. Gifford, R.M. Annu. Rev. Plant Physiol. / R.M. Gifford, L.T. Evans // Palo Alto, Calif. – 1981. – Vol. 32. – P. 485-509.
17. Lafitte, H.R. Photosynthesis and assimilate partitioning in closely related lines of rice exhibiting different sink: source relationships / H.R. Lafitte, R.L. Travis // Crop. Sci. – 1984. – V. 24. – № 3. – P. 447-452.

Игорь Николаевич Баштовой

Аспирант отдела селекции
E-mail: arri_kub@mail.ru

Igor Nikolaevich Bashtovoy

Post-graduate student of breeding department
E-mail: arri_kub@mail.ru

Арина Сергеевна Слабченко

Аспирант отдела селекции
arri_kub@mail.ru

Arina Sergeevna Slabchenko

Post-graduate student of breeding department
E-mail: arri_kub@mail.ru

Руслан Рамазанович Джамирзе

Старший научный сотрудник отдела селекции
E-mail: arri_kub@mail.ru

Ruslan Ramazanovich Dzhmirze

Senior scientist of breeding department
E-mail: arri_kub@mail.ru

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

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

DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-21-26
УДК:633.18:631.559.2:631.526.32:631.584.5

Ковалев В.С., д-р с.-х. наук, профессор,
Оглы А.М.,
Есаулова Л.В., канд. биол. наук,
Орловский В.Ф.,
Сирота И.А.
г. Краснодар, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРТОСМЕСЕЙ КАК СПОСОБА ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ РИСА

Рис является важной сельскохозяйственной культурой, занимающей особое место в агропромышленном комплексе Российской Федерации. В России рис выращивают в 9 субъектах: Краснодарском и Приморском крае, Астраханской и Ростовской областях, республике Калмыкия, Дагестане, Адыгее, Чеченской республике и Еврейской автономной области, но основным рисосеющим регионом страны является Краснодарский край, на территории которого сосредоточены основные площади рисовых оросительных систем (более 80 %). В Краснодарском крае урожайность риса в последние годы достигла 6,4 т/га, а в передовых хозяйствах - до 8,0-9,0 т/га. Это зависит от экономических, природно-климатических условий рисосеющих предприятий и биологических особенностей создаваемых сортов. Однако следует отметить, что потенциал используемых в производстве сортов риса реализуется лишь на 60 %, поэтому необходимо принимать меры для реализации остальных 40 %. Одной из таких мер является оптимизация сортовой структуры в конкретных рисосеющих хозяйствах, на основе экологических и производственных испытаний сортов риса. Целью исследований являлась разработка способа более полной реализации потенциала урожайности в производственных условиях путем использования сортосмесей. Полученные результаты показали высокую эффективность использования сортосмесей в сравнении с чистосортными посевами. Выделены перспективные сортосмеси, которые превысили по урожайности чистосортные посевы на 2,6-7,7 ц/га, обеспечив устойчивость посевов к полеганию и болезням.

Ключевые слова: рис, сорт, сортосмесь, урожайность, предшественник, производство, полегание.

USE OF VARIETY MIXTURES AS A WAY TO INCREASE RICE YIELDS

Rice is an important crop that occupies a special place in the agro-industrial complex of the Russian Federation. In Russia, rice is grown in 9 regions: Krasnodar and Primorsky Krai, Astrakhan and Rostov Oblasts, Republics of Kalmykia, Dagestan, Adygea, Chechen Republic and Jewish Autonomous Oblast, but the main rice-growing region of the country is Krasnodar Krai, where the main areas of rice irrigation systems are concentrated (more than 80%). In Krasnodar Krai rice yield in recent years has reached 6.4 tons/ha, and in advanced farms - up to 8.0-9.0 tons/ha. This depends on economic, natural and climatic conditions of rice-growing enterprises and biological features of the varieties created. However, it should be noted that the potential of rice varieties used in production is realized only by 60%, so it is necessary to take measures to realize the remaining 40%. One of such measures is the optimization of variety structure in specific rice farms, based on ecological and production trials of rice varieties. The purpose of the research was to develop a way to more fully realize the yield potential in production conditions through the use of variety mixtures. The results showed high efficiency of using variety mixtures in comparison with pure variety crops. Promising varietal mixtures were selected, which exceeded the yield of pure variety crops by 2.6-7.7 c/ha, ensuring crop resistance to lodging and diseases.

Key words: rice, variety, variety mix, yield, precursor, production, lodging.

Введение

Важнейшей задачей отечественного рисоводства является стабильное обеспечение населения РФ рисом. Для выполнения этой задачи необходим поиск путей повышения урожайности и стабилизации валовых сборов риса по годам, так как из года в год наблюдаются колебания объёмов производства, связанные с различными неблагоприятными факторами. Продуктивность сельскохозяйственных культур и стабильность продовольственной системы находятся под угрозой из-за изменения

климата, в основном, из-за воздействия прогнозируемых абиотических стрессов [15].

Одним из таких путей является использование сортосмесей риса. В посевах сортосмесей создаётся оптимальный по архитектонике агроценоз, что в свою очередь обеспечивает более эффективное использование растениями факторов внешней среды. Ранее была установлена высокая эффективность правильно подобранных сортосмесей риса в сравнении с чистосортными посевами их компонентов [4].

Положительные свойства сортосмесей были показаны и на других культурах, при этом их эффективность оценивалась как с точки зрения устойчивости агроценозов к болезням, так и с точки зрения повышения эффективности производственных процессов, за счёт улучшения оптико-биологических свойств посевов [1,3,4,5].

Цель исследований

Выявить эффективность сортосмесей риса в сравнении с чистосортными посевами их компонентов на основе производственной проверки.

Материалы и методы

В качестве материала исследований использовали районированные сорта риса Фаворит, Каурис, Патриот и Аполлон. Полевые опыты были заложены в 2021 г. в ООО «Марьянское и К», в 2022-2023 гг. в АО «Приазовское».

В 2021 году производственную проверку проводили по предшественнику АМП (агротелиоративное поле) на делянках площадью 0,3 га без повторений. Посев осуществляли рядовой сеялкой с заделкой семян в почву (междурядье 15 см), нормой высева 220,0 кг/га. Элитные семена сортов риса Фаворит и Каурис смешивали в соотношении 1:1 перед посевом. Чистосортные делянки сортов Фаворит и Каурис высевали теми же семенами рядом с их смесью. Рис выращивали по технологии, принятой в хозяйстве. Уборку делянок проводили двухфазным способом: сначала рис в делянках скашивали в валки и через несколько дней обмолачивали комбайном.

В 2022 году производственную проверку смеси сортов Патриот и Аполлон проводили по предшественнику «занятый пар». Сорта и смесь высевали

на одной карте в соседних чеках. Посев осуществляли разбросной сеялкой «Amazona», нормой высева 300,0 кг/га, семенами первой репродукции (PC1). Сортосмесь Патриот+Аполлон высевали на площади 5,7 га в соотношении 1:1 в два приёма: сначала высевали половинной нормой один сорт, затем второй, следом высевали другой. Чистосортный посев семян сортов Патриот и Аполлон проводили полной нормой высева на площади 5,0 и 2,8 га соответственно. Выращивание риса осуществляли по технологии, принятой в хозяйстве. Уборку урожая проводили двухфазным способом.

В 2023 году производственную проверку сортосмеси Патриот+Аполлон проводили по предшественнику «рис 2-х лет» на площади 114 га. Чистые посева сортов Патриот и Аполлон высевали по предшественникам «рис 2-х и 3-х лет». Посев и уборку осуществляли таким же образом, как и в 2022 году.

Результаты и обсуждение

Сорт Фаворит по морфологическому типу растения относится к экстенсивным сортам, имеющим большую биомассу, хорошо использующим естественное плодородие рисовых полей, поэтому при загущении и высоком азотном питании в производственных условиях часто полегает на больших площадях, что приводит к ухудшению качества зерна и крупы, снижению урожайности. В связи с этим, при подборе второго компонента для смешивания с сортом Фаворит исходили из того, что сортосмесь должна обеспечить высокую устойчивость к полеганию. Таким качеством обладает сорт Каурис, благодаря небольшой высоте растений и прочной солоmine (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика сортов Каурис и Фаворит

Признак	Каурис	Фаворит
Урожайность (потенциальная), т/га	10–12	8–10
Вегетационный период, дней	118–122	118–122
Высота растений, см	85–92	90–100
Длина метёлки, см	16–18	14–16
Масса 1000 зёрен, г	28–29	34–35
Индекс зерновки (l/b)	2,2–2,3	2,2–2,4
Стекловидность, %	85–90	90–95
Общий выход крупы, %	72–73	69–70
Целого ядра в крупе, %	90–95	80–90
Устойчивость к пирикулярриозу	среднеустойчив	среднеустойчив
Устойчивость к полеганию, балл	5	3

В производственном опыте сорт Фаворит к уборке начал полегать (рис. 1), тогда как смесь его с короткостебельным, неполегающим сортом Каурис (рис. 3) проявила высокую устойчивость к полеганию (рис. 2).

Наибольшая урожайность в опыте отмечена у сорта риса Каурис – 85,3 ц/га, а наименьшая – у сорта Фаворит (75,4 ц/га). Сортосмесь (Фаворит + Каурис) была более урожайной в сравнении с сортом Фаворит на 7,7 ц/га (табл. 2).



Рисунок 1. Делянка сорта Фаворит



Рисунок 2. Делянка сортосмеси (Фаворит+Каурис)



Рисунок 3. Делянка сорта Каурис

Таблица 2. Урожайность сортов Фаворит, Каурис и их сортосмеси в производственном испытании, 2021 г. (ООО «Марьянское и К»)

Сорт, смесь	Предшественник	Площадь, га	Урожайность, ц/га	Прибавка сортосмеси к чистосортным посевам, ± ц/га
Фаворит	АМП	0,3	75,4	+7,7
Каурис	АМП пар	0,3	85,3	-2,2
Фаворит + Каурис	АМП Занятый пар	0,3	83,1	-

В производственных условиях АО «Приазовское», как и во многих рисосеющих хозяйствах Краснодарского края, частой проблемой является полегание посевов риса и их поражение пирикулярриозом. Так, новые сорта риса Аполлон и Патриот были внедрены в производственные условия предприятия, однако в отдельные годы на высоких

агрофонах сорт Патриот начинает полегать из-за высокорослости, а Аполлон проявляет некоторую восприимчивость к пирикулярриозу, что ограничивает реализацию потенциала урожайности данных сортов риса.

Характеристика сортов риса Аполлон и Патриот представлена в таблице 3.

Таблица 3. Характеристика сортов Аполлон и Патриот

Признак	Аполлон	Патриот
Урожайность (потенциальная), т/га	10–11	10–11
Вегетационный период, дней	117–120	118–120
Высота растений, см	87–92	95–100
Длина метёлки, см	15–16	16–17
Масса 1000 зёрен, г	27–29	30–31
Индекс зерновки (l/b)	1,9–2,1	1,9–2,1
Стекловидность, %	92–94	96–98
Общий выход крупы, %	73–74	73–74
Целого ядра в крупе, %	96–97	90–92
Устойчивость к пирикулярриозу	среднеустойчив	среднеустойчив
Устойчивость к полеганию, балл	5	3

Предварительная производственная проверка смешанных посевов сортов Аполлон и Патриот показала высокую эффективность. Урожайность сортосмеси Патриот+Аполлон составила 97,2 ц/га, что на 6,5 ц/га больше, чем на чис-

тосортном посеве сорта Патриот и на 7,7 ц/га, чем у сорта Аполлон. При этом сорта Аполлон и Патриот в чистом посеве сформировали довольно высокий урожай: 89,5 и 90,7 ц/га соответственно (табл. 4).

Таблица 4. Урожайность сортов Патриот, Аполлон и их сортосмесив производственной проверке, 2022 г. (АО «Приазовское»)

Сорт, смесь	Предшественник	Площадь, га	Урожайность, ц/га	Прибавка сортосмеси к чистосортным посевам, ± ц/га
Патриот	Занятый пар	5,0	90,7	+6,5
Аполлон	Занятый пар	2,8	89,5	+7,7
Патриот+Аполлон	Занятый пар	5,7	97,2	-

В 2023 году по результатам расширенной производственной проверки по предшественнику «рис 2-х лет» (относится к худшим предшественникам) сортосмесь Аполлон+Патриот, также была более урожайной в сравнении с чистосортными посевами

сортов Аполлон и Патриот (табл. 5). Урожайность смешанного посева составила 71,1 ц/га, что на 2,6–6,3 ц/га больше, в сравнении с чистосортными посевами сортов Патриот и Аполлон, урожайность которых варьирует в пределах 64,8–68,5 ц/га.

Таблица 5. Урожайность сортов Патриот, Аполлон и их сортосмеси в расширенной производственной проверке, 2023 г. (АО «Приазовское»)

Сорт, смесь	Предшественник	Площадь, га	Урожайность, ц/га	Прибавка сортосмеси к чистосортным посевам, ± ц/га
Патриот	Рис 2 года	482,0	65,8	+5,3
Патриот	Рис 3 года	93,0	64,8	+6,3
Аполлон	Рис 2 года	259,0	66,3	+4,8
Аполлон	Рис 3 года	40,0	68,5	+2,6
Патриот+Аполлон	Рис 2 года	114,0	71,1	-

Урожайность – наиболее хозяйственно ценный признак, однако и качество продукции имеет немаловажное значение. Исследованиями установлены как ухудшения, так и улучшения технологических характеристик риса в сортосмесях в зависимости от сочетания составляющих её компонентов, что связано с неодинаковыми размерами и формой зерновок разных сортов участвующих в сортосмеси, поэтому при подборе комбинаций сортов риса нужно учитывать эту особенность [3]. Работа в этом направлении будет продолжена.

Выводы

Производственное испытание и проверка сортосмесей в условиях двух хозяйств выявили их высокую эффективность в сравнении с чистосортными посевами составляющих компонентов. Смесь сортов Фаворит+Каурис превысила по урожайности сорт Фаворит на 7,7 ц/га, обеспечив устойчивость к полеганию, а смесь Патриот+Аполлон при посеве по хорошему предшественнику (занятый пар) превысила чистосортные посева слагающих её компонентов на 6,5-7,7 ц/га, и на 2,6–6,3 ц/га при посеве по плохому предшественнику (рис 2-3-х лет).

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда, ООО «СХП им. П.П. Лукьяненко» в рамках научно-инновационного проекта № НИП-20.1/125».

ЛИТЕРАТУРА

1. Волкова, Г.В. Влияние сортосмешанных посевов пшеницы на снижение пораженности стеблевой ржавчиной (возбудитель *russinia graminis* sp. *triticeae* f. *sp. triticeae* et. *Henn.*) / Г.В. Волкова, Е.В. Гладкова, О.О. Мирошниченко // Российская сельскохозяйственная наука. - 2021. - № 4. - С. 43-46.
2. Волкова, Г.В. Эффективность сортосмешанных посевов озимой пшеницы против возбудителя бурой ржавчины / Г.В. Волкова, О.Ф. Ваганова, О.А. Кудинова // Достижения науки и техники АПК. - 2018. - Т.32. - № 7. - С. 14-16.
3. Госпадинова, В.И. Исследование технологических свойств сортосмесей риса-зерна / В.И. Госпадинова, Т.Л. Коротенко, С.В. Демченко – (Сырьё). - Текст: непосредственный // Известия вузов. - Пищевая технология. - 2014. - № 1. - С. 6-8.
4. Гусарь, С.А. Разработка принципов создания и использования сортосмесей для адаптивного рисоводства / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук // Всероссийский научно-исследовательский институт риса. - Краснодар, 2007 г.
5. Зазимко, М.И. Эффективность сортосмешанных посевов озимой пшеницы в защите от болезней листьев / М.И. Зазимко, А.Г. Осипова, Е.В. Чукина, Т.А. Петрова / В сборнике: Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов. Материалы VI Международной научно-практической конференции. - 2013. - С. 319-324.
6. Зеленов, А.А. Генотипическая специфика формирования технологических сортосмесей гороха с участием расщепленнолисточкового морфотипа / А.А. Зеленов // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2013. - № 4 (8). - С. 12-15.

7. Кремнева, О.Ю. Влияние сортосмешанных посевов на развитие желтой пятнистости листьев пшеницы / О.Ю. Кремнева, И.Л. Асташук, Г.В. Волкова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 3 (43). - С. 72-77.
8. Кузьмин, Н.А. Сортосмеси яровых пшениц в засушливых районах / Н.А. Кузьмин // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Волгоградский сельскохозяйственный институт. Волгоград, 1966.
9. Мамаева, Г.Г. Эффективность возделывания озимого ячменя в сортосмешанных посевах и применения сниженных доз фунгицидов в борьбе с мучнистой росой (возб. *blumeriagraminisf. sp. hordei*) / Г.Г. Мамаева // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. - 2008. - № 2. - С.489.
10. Матвеева, И.П. Сортосмешанные посева пшеницы озимой и их эффективность относительно основных болезней в технологиях органического земледелия / И.П. Матвеева, Г.В. Волкова // В сборнике: Международный форум молодых ученых. Сборник статей Международной научно-практической конференции. - Москва, 2020. - С. 178-181.
11. Подарь, О.В. Сортосмеси яровой мягкой пшеницы – как фактор повышения продуктивности и ее стабильности / О.В. Подарь, Н.А. Кузьмин // В сборнике: Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева. 50-летию РГС-ХА посвящается. - Рязань, 1998. - С. 25-27.
12. Способ стабилизации урожая картофеля посадкой сортосмесью в условиях Приамурья / Информационный листок № 28-98. - Хабаровск, 1998.
13. Сычев, И.Е. Изучение урожайности сортов и гибридов кукурузы в сортосмесях / И.Е. Сычев // В сборнике: Ученые записки (Труды научной конференции 1964 года). - Пензенский сельскохозяйственный институт. - Саратов-Пенза, 1966. - С. 280-287.
14. Тищенко, Л.Н. Урожайность сортосмесей ячменя ярового в условиях степи / Л.Н. Тищенко, Р.А. Конопля // В сборнике: Аграрная наука - сельскому хозяйству. Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах. - Барнаул, 2021. - С.213-214.
15. ANM Rubaiyath Bin Rahman&Jianhua Zhang. Preferential Geographic Distribution Pattern of Abiotic Stress Tolerant Rice/ Rice.- Volum 11. Article number: 10-2018.

REFERENCES

1. Volkova, G.V. Effect of mixed varieties of wheat crops on the reduction of stem rust infestation (causative agent *puccinia graminis* sp. f. *tritici* Henn.) / G.V. Volkova, E.V. Gladkova, O.O. Miroshnichenko // Russian Agricultural Science. - 2021. - № 4. - P. 43-46.
2. Volkova, G.V. Effectiveness of variety-mixed crops of winter wheat against the causative agent of brown rust / G.V. Volkova, O.F. Vaganova, O.A. Kudinova. Kudinova // Achievements of science and technology of agroindustrial complex. - 2018. - V. 32. - № 7. - P. 14-16.
3. Gospadinova, V.I. Research of technological properties of rice-grain varietal mixtures / V.I. Gospadinova, T.L. Korotenko, S.V. Demchenko - (Raw materials).-Text: direct// Izvestiya vuzov. - Food technology. - 2014. - № 1. - P. 6-8.
4. Gusar, S.A. Development of principles of creation and use of variety mixtures for adaptive rice breeding / Abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences// All-Russian Research Institute of Rice. - Krasnodar, 2007.
5. Zazimko, M.I. Efficiency of varietally mixed crops of winter wheat in protection against leaf diseases / M.I. Zazimko, A.G. Osipova, E.V. Chukina, T.A. Petrova / In Collection: Agrotechnical method of plant protection from pests. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference. - 2013. - P. 319-324.
6. Zelenov, A.A. Genotypic specificity of formation of technological pea variety mixtures with the participation of dissected-leaf morphotype / A.A. Zelenov // Grain legumes and cereals. - 2013. - № 4 (8). - P. 12-15.
7. Kremneva, O.Y. Effect of variety-mixed crops on the development of yellow leaf spot of wheat / O.Y. Kremneva, I.L. Astapchuk, G.V. Volkova // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2018. - № 3 (43). - P. 72-77.
8. Kuzmin, N.A. Variety mixtures of spring wheat in arid regions / N.A. Kuzmin // Abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences / Volgograd Agricultural Institute. Volgograd, 1966.
9. Mamaeva, G.G. Efficiency of winter barley cultivation in mixed crops and application of reduced doses of fungicides in the fight against powdery mildew (Vozb. *blumeriagraminisf. sp. hordei*) / G.G. Mamaeva // Ecological safety in agroindustrial complex. Abstract journal. - 2008. - № 2. - P. 489.
10. Matveeva, I.P. Variety-mixed crops of winter wheat and their effectiveness against major diseases in organic farming technologies / I.P. Matveeva, G.V. Volkova // In Collection: International Forum of Young Scientists. Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. - Moscow, 2020. - P. 178-181.
11. Podar, O.V. Variety mixtures of spring soft wheat - as a factor in increasing productivity and its stability / O.V. Podar, N.A. Kuzmin // In the collection: Collection of scientific papers of graduate students, fellows and staff of the Ryzan State Agricultural Academy named after Professor P.A. Kostychev. The 50th anniversary of the Russian State Agricultural Academy is dedicated to. - Ryazan, 1998. - P. 25-27.
12. Method of stabilization of potato yields by planting potato varietal mixtures in the conditions of Priamurye/ Information leaflet № 28-98. - Khabarovsk, 1998.
13. Sychev, I.E. Study of yield of varieties and hybrids of maize in variety mixtures/ I.E. Sychev // In the collection: Scientific Notes (Proceedings of the scientific conference 1964). - Penza Agricultural Institute. - Saratov-Penza, 1966. - P. 280-287.
14. Tishchenko, L.N. Yield of spring barley varietal mixtures in steppe conditions / L.N. Tishchenko, R.A. Konoplya // In the collection: Agrarian science - agriculture. Collection of materials of the XVI International Scientific and Practical Conference. In 2 books. - Barnaul, 2021. - P. 213-214.
15. A N M Rubaiyath Bin Rahman&Jianhua Zhang. Preferential Geographic Distribution Pattern of Abiotic Stress

Tolerant Rice /Rice. - Volume 11. - Article number: 10 .-2018.

Виктор Савельевич Ковалев

Заместитель директора по научной работе,
главный научный сотрудник отдела селекции
E-mail: viktor.kovalev.49@inbox.ru

Viktor Savelyevich Kovalev

Deputy Director for Research, Chief Scientist of the
Breeding Department
E-mail: viktor.kovalev.49@inbox.ru

Андрей Михайлович Оглы

Заведующий отделом селекции, научный
Сотрудник отдела селекции
E-mail: ogly-a@mail.ru

Andrey Mikhailovich Ogly

Head of breeding department, researcher of breeding
department
E-mail: ogly-a@mail.ru

Любовь Владимировна Есаулова

Ведущий научный сотрудник лаборатории
иммунитета и защиты растений
E-mail: l.esaulova@mail.ru

Lyubov Vladimirovna Esaulova

Leading Researcher of the Laboratory of Plant
Immunity and Protection
E-mail: l.esaulova@mail.ru

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

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

Иван Алексеевич Сирота

Директор АО «Приазовское»
E-mail: zaopriazovskoe@yandex.ru

Ivan Alekseevich Sirota

Director of JSC Priazovskoye
E-mail: zaopriazovskoe@yandex.ru

Виктор Федорович Орловский

Главный агроном АО «Приазовское»
E-mail: zaopriazovskoe@yandex.ru

Viktor Fedorovich Orlovsky

Chief agronomist of Priazovskoye JSC
E-mail: zaopriazovskoe@yandex.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-27-35
УДК 579.64

Словарева О.Ю., канд. биол. наук,
Десятерик А.А.,
Доморацкая Д.А.
р.п. Быково, Россия

ПЦР-ИДЕНТИФИКАЦИЯ *PSEUDOMONAS FUSCOVAGINAE* – ПАТОГЕНА ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

Возбудитель бурой бактериальной гнили влагалища листа злаковых культур *Pseudomonas fuscovaginae* представляет угрозу производству риса, пшеницы, кукурузы, сорго и других злаковых культур. В целях предотвращения распространения опасной бактерии с семенным материалом и своевременного обнаружения и идентификации возбудителя в посевах ценных сельскохозяйственных злаковых культур, необходимо применение современных методов диагностики. Одним из таких методов является полимеразная цепная реакция (ПЦР) уникальных для фитопатогена участков генома с последующей детекцией продуктов этой реакции. Нами проведена апробация описанных в литературе для идентификации *P. fuscovaginae* тестов ПЦР Pfs207-F/Pfs207-R, Pff3/Pfr3 и F3/B3 с последующей детекцией продуктов путем гель-электрофореза. Тест F3/B3 проведен также в режиме «реального времени» с интеркалирующим красителем SYBR Green I. Указанные тесты позволяют обнаруживать ДНК *P. fuscovaginae* с аналитической чувствительностью 10^5 КОЕ/мл, 10^2 КОЕ/мл и 10^3 КОЕ/мл соответственно. На основе тестов Pfs207-F/Pfs207-R и Pff3/Pfr3 проведена разработка новых тестов ПЦР-ПВ: Pfs207-Fnew2/Pfs207-R/Pfs207-P3 и Pff3NEW/Pfr3/Pfp3, аналитическая чувствительность которых составила 10^2 КОЕ/мл и 10^4 КОЕ/мл соответственно. Для всех тестов, исследованных в работе, отсутствовали положительные реакции с ДНК некоторых штаммов бактерий рода *Pseudomonas*, не принадлежащих виду *P. fuscovaginae*. Тесты Pfs207-F/Pfs207-R, Pff3/Pfr3, F3/B3 (в том числе с использованием SYBR Green I) и новый тест ПЦР-ПВ Pff3NEW/Pfr3/Pfp3 могут быть использованы для идентификации *P. fuscovaginae*. Разработанный в исследовании тест ПЦР-ПВ Pfs207-Fnew2/Pfs207-R/Pfs207-P3 может быть использован для идентификации *P. fuscovaginae* в растительных образцах. В результате исследования, собрана информация о существующих тестах ПЦР для идентификации *P. fuscovaginae* и их применении с использованием реактивов российского производства, а также разработаны новые тесты ПЦР-ПВ. Предпосевное ПЦР-тестирование семян и ранняя диагностика бактериоза в посевах злаковых культур позволит своевременно принять меры по ограничению распространения *P. fuscovaginae*.

Ключевые слова: диагностика бактериозов, фитопатогенные бактерии, молекулярные методы диагностики, ПЦР-ПВ, разработка ПЦР-тестов, биобезопасность, бурая бактериальная гниль влагалища листа злаковых культур.

PCR IDENTIFICATION *PSEUDOMONAS FUSCOVAGINAE*, A PATHOGEN OF CEREAL CROPS

The causative agent of sheath brown rot *Pseudomonas fuscovaginae*, poses a threat to the rice, wheat, corn, sorghum and other cereal crops production. In order to prevent the dangerous bacterium spread with seed material and timely detection and identification of the pathogen in fields of valuable agricultural cereal crops, it is necessary to use modern diagnostic methods. One of these methods is polymerase chain reaction (PCR) of genome regions unique to the phytopathogen, followed by the reaction products detection. We have tested the PCR tests Pfs207-F/Pfs207-R, Pff3/Pfr3 and F3/B3 described in the literature for identification of *P. fuscovaginae*, followed by PCR-products detection by gel electrophoresis. The F3/B3 test was also carried out in “real time” mode with the intercalating dye SYBR Green I. These tests can detect *P. fuscovaginae* DNA with analytical sensitivity of 10^5 CFU/ml, 10^2 CFU/ml and 10^3 CFU/ml respectively. Based on the Pfs207-F/Pfs207-R and Pff3/Pfr3 tests, new RT-PCR tests were developed: Pfs207-Fnew2/Pfs207-R/Pfs207-P3 and Pff3NEW/Pfr3/Pfp3, the analytical sensitivity of which was 10^2 CFU/ml and 10^4 CFU/ml respectively. For all tests studied in this work, there were no positive reactions with some *Pseudomonas* bacteria DNA that do not belong to the species *P. fuscovaginae*. The Pfs207-F/Pfs207-R, Pff3/Pfr3, F3/B3 tests (including using SYBR Green I) and the new Pff3NEW/Pfr3/Pfp3 RT-PCR test can be used to characterize bacterial cultures when identifying *P. fuscovaginae*. The Pfs207-Fnew2/Pfs207-R/Pfs207-P3 RT-PCR test developed in this study can be used to identify *P. fuscovaginae* in plant and seed samples. As a result of the study, information was collected on existing PCR tests for identifying *P. fuscovaginae* and their use with Russian-made reagents, and new RT-PCR tests were developed. Pre-sowing PCR testing of seeds and early diagnosis of bacteriosis in cereal crops will allow timely measures to be taken to limit *P. fuscovaginae* spread.

Key words: diagnosis of bacterioses, phytopathogenic bacteria, molecular diagnostic methods, PCR-RT, PCR tests development, biosafety, sheath brown rot.

Введение

Pseudomonas fuscovaginae – фитопатогенная бактерия, которая вызывает бурую бактериальную гниль влагалища листа у злаковых растений. Бактерия выделена из растений риса с признаками бактериальной болезни и впервые описана в 1976 г. Tani et al., изучавшими болезнь риса на о. Хоккайдо в Японии. Ученые провели тесты на патогенность с выделенными штаммами, в результате которых отметили, что при искусственном заражении *P. fuscovaginae*, симптомы бактериоза в виде бурой гнили влагалища и нижней части флагового листа проявлялись на растениях риса, ячменя, пшеницы, овса, кукурузы, тимофеевки луговой, канареечника, костра и райграса [16]. Известно также, что бактерия поражает сорго [8].

На растениях риса, зараженных в естественных условиях, *P. fuscovaginae* вызывает симптомы в виде пожелтения, побурения и скручивания листьев, потемнения и побурения листовых влагалищ и колосковых чешуй, обесцвечивания, потемнения и деформации зерен [15].

По правилам Международного кодекса номенклатуры бактерий вид описан только в 1983 г., и в исправленной версии утвержденных списков названий бактерий 1989 г. фигурирует название *Pseudomonas fuscovaginae* Miyajima et al. 1983. В настоящее время полным наименованием бактерии является *Pseudomonas fuscovaginae* (ex Tani et al. 1976) Miyajima et al. 1983 с русским вариантом названия – возбудитель бурой бактериальной гнили влагалища листа злаковых культур [1, 9, 10, 16]. Систематическое положение: Царство: Bacteria → Подцарство: Negibacteria → Тип: Proteobacteria → Класс: Gammaproteobacteria → Порядок: Pseudomonadales → Семейство: Pseudomonadaceae → Род: *Pseudomonas* → Вид: *Pseudomonas fuscovaginae*.

Широкое распространение *P. fuscovaginae* на территории разных стран мира обусловливается способностью бактерии сохранять жизнеспособность в семенном материале [6, 7, 14]. Результаты исследований распространения и вредоносности *P. fuscovaginae* на посевах риса в различных штатах Малайзии, опубликованные Razak et al. в 2009 г., показали, что бактерия может вызывать большие экономические потери урожая риса, приводя к обесцвечиванию и деформации от 26 до

61 % семян [15]. В связи с опасностью для производства продукции ценных сельскохозяйственных злаковых растений, *P. fuscovaginae* внесена в перечень карантинных объектов Египта и Пакистана и регулируется на продукции поражаемых бактерией растений – пшенице, кукурузе, рисе и сорго [1].

В целях предотвращения распространения опасной бактерии требуется диагностика здоровья семян и своевременное выявление *P. fuscovaginae* в посевах. Визуальная оценка семян и больных бурой гнилью растений не позволит определить возбудителя, так как симптомы заболевания могут вызывать другие патогенные бактерии, а также грибы [11]. Одним из вариантов решения проблемы является использование для идентификации *P. fuscovaginae* молекулярных методов диагностики.

Анализ литературы позволил обнаружить описание трех вариантов праймерных систем для идентификации *Pseudomonas fuscovaginae* – Pfs207-F/Pfs207-R [5], Pff3/Pfr3 [13] и F3/B3 [4]. Указанные пары праймеров позволяют идентифицировать целевую бактерию методом классической полимеразной цепной реакции (ПЦР) с последующей детекцией продуктов ПЦР путем электрофореза в агарозном геле (ПЦР-электрофорез). ПЦР с указанными парами праймеров приводит к получению продуктов длиной 709, 713 и 277 п.о. соответственно. Метод ПЦР в режиме «реального времени» (ПЦР-РВ) имеет преимущество по сравнению с методом ПЦР-электрофореза за счет снижения затрат времени и труда, а также более низких требований к организации лабораторий. При этом тесты ПЦР-РВ для идентификации *P. fuscovaginae* в научных публикациях не описаны.

Цель исследований

Апробировать существующие тесты ПЦР и разработать тесты ПЦР-РВ для идентификации возбудителя бурой бактериальной гнили влагалища листа злаковых культур *Pseudomonas fuscovaginae*.

Материалы и методы

Материалом исследования являлась референсная последовательность генома штамма LMG 2158 *Pseudomonas fuscovaginae*, RefSeq NZ_LT629972.1 [12], а также 107 штаммов бактерий рода *Pseudomonas* из научной коллекции Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР») (табл. 1).

Таблица 1. Штаммы бактерий, используемые в исследовании

Номер штамма	Название бактерии	Количество штаммов
0335	<i>Pseudomonas fuscovaginae</i>	1
23Pch1, 23Pch2, 23Pch3	<i>Pseudomonas cichorii</i>	3
0440	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>coronafaciens</i>	1
20M5-11, 20M5-12, 20M25-82, 20M52-170	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>atrofaciens</i>	4
20M32-116, 20M39-138	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i>	2

Продолжение таблицы 1

Номер штамма	Название бактерии	Количество штаммов
20M5-10	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>aptata</i>	1
20M29-101, 20M30-107, 22B16-65, 22B48-183, 22C1-344, 22C1-360, 22C46-472	<i>Pseudomonas syringae</i>	7
20M2-5, 20M19-55, 20M28-91, 20M50-163	<i>Pseudomonas trivialis</i>	4
20M3-6, 20M9-25, 20M15-43, 20M18-50, 20M22-66, 20M22-69, 20M26-83, 20M28-98	<i>Pseudomonas graminis</i>	8
20M3-7, 20M9-26, 20M26-84, 20M27-85, 20M27-86, 21K5-19, 22C1-339, 22C1-340, 22C1-341	<i>Pseudomonas poae</i>	9
20M5-9, 20M25-81, 20M33-120, 20M34-124	<i>Pseudomonas viridiflava</i>	4
20M33-121	<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	1
22B27-152, 22B62-155, 22B60-179	<i>Pseudomonas lutea</i>	3
22B11-316	<i>Pseudomonas orientalis</i>	1
20M1-1, 20M6-13, 20M6-14, 20M7-21, 20M8-22, 20M11-31, 20M12-38, 20M13-40, 20M16-45, 20M17-49, 20M19-56, 20M21-61, 20M23-74, 20M24-80, 20M28-96, 20M31-109, 20M33-122, 20M38-136, 20M39-139, 20M40-142, 20M42-148, 20M43-149, 20M45-152, 20M49-162, 20M50-165, 20M51-166, 20M53-172, 20M55-177, 21K16-63, 21K18-69, 21K24-78, 21K45-92, 21K59-101, 22B58-6, 22B42-23, 22B42-25, 22B29-86, 22C28-107, 22B62-157, 22B52-181, 22B36-217, 22B33-225, 22B33-229, 22B23-279, 22B23-281, 22B11-317, 22C1-334, 22C2-375, 22C8-394, 22C37-509, 22To1-2, 22To1-3, 22To1-4, 22To1-8, 22To1-15, 22To2-16, 22To2-19, 22To2-21	<i>Pseudomonas</i> sp.	58

В каждой из описанных ниже ПЦР ДНК образцов тестировали в двух повторениях. ДНК каждого тестируемого штамма бактерии выделяли из суспензии концентрацией 10⁵-10⁶ КОЕ/мл (табл. 1). Для штаммов *P. fuscovaginae* дополнительно проводили тестирование серии десятикратных разведений ДНК с концентрацией, заранее определенной путем подсчета колониеобразующих единиц в исходной

суспензии. Таким образом проводили тестирование ДНК штаммов *P. fuscovaginae* в концентрациях от 10⁶ КОЕ/мл до 10² КОЕ/мл, в тестах ПЦР-РВ анализировали также ДНК штаммов *P. fuscovaginae* в концентрации 10¹ КОЕ/мл.

Характеристики используемых в работе олигонуклеотидов, входящих в состав ПЦР-тестов, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Характеристики используемых олигонуклеотидов

Олигонуклеотид	Последовательность 5'-3'	Длина	GC-состав, %	Tm, °C	Источник	Тесты
Pfs207-F	CAGTTCGATGGTCTGG-GAAT	20	50	58	Cui et al. [5]	1) Pfs207-F/ Pfs207-R 2) Pfs207-F new2/Pfs207-R/ Pfs207-P3
Pfs207-R	GGGACTGGTAAAGCA-CGGTA	20	55	60		
Pfs207-F new2	CGAGTCGAAACTCAA-GCTCG	20	55	60		
Pfs207-P3	FAM-GACGACAGGC-TGATGTTTGCCTGG-BHQ1	25	60	71	Это исследование	1) Pff3/ Pfr3 2) Pff3NEW/ Pfr3/Pfp3
Pff3	AACGGGTGTACTTGG-TCAGG	20	55	60	Onasanya et al. [13]	
Pfr3	CTCCGAGATTACCCA-CAAGC	20	55	60	Это исследование	
Pff3NEW	TTCGGGCAAACACGA-CCGTA	20	55	60		
Pfp3	6FAM-GAGCGCGCAG-GCTTTGAAGTTCGTG-BHQ1	25	60	71	Это исследование	F3/B3
F3	TGTGTTTCAGTTCCTT-CATCG	20	45	56	Ash et al. [4]	
B3	TAACAGCGTCACGT-TCTTC	19	47	55		

Температуру отжига (Tm, °C) для каждого олигонуклеотида рассчитывали в программе Олиго Кальк [2]. Этап отжига в тестах ПЦР с последующей детекци-

ей продукта реакции в агарозном геле (классической ПЦР) проводили при температуре, расчетное значение которой являлось одинаковым для обоих прай-

меров, или выбирали наименьшее значение температур отжига между двумя праймерами.

При апробации тестов Pfs207-F/Pfs207-R, Pff3/Pfr3 и F3/B3 использовали амплификатор T100, «Bio-Rad», США [4, 5, 13].

Каждая пробирка реакционной смеси с праймерами Pfs207-F/Pfs207-R содержала 17,2 мкл очищенной воды, 5,0 мкл мастер-микса 5X ScreenMix, ЗАО «Евроген» (Россия), по 0,4 мкл праймеров в концентрации 10 пикомоль и 2,0 мкл ДНК. Режим ПЦР: горячий старт при 95 °С в течение 5 минут, затем 30 циклов – 30 секунд при 95 °С, 30 секунд при 58 °С, 45 секунд при 72 °С, финальная элонгация при 72 °С в течение 7 минут.

Реакционная смесь с праймерами Pff3/ Pfr3 состояла из 17,0 мкл очищенной воды, 5,0 мкл 5X ScreenMix, по 0,5 мкл праймеров в концентрации 10 пикомоль и 2,0 мкл ДНК. Режим ПЦР: горячий старт при 95 °С в течение 5 минут, затем 35 циклов – 60 секунд при 95 °С, 60 секунд при 55 °С, 2 минуты при 72 °С, финальная элонгация при 72 °С в течение 7 минут.

Использовали следующий состав реакционной смеси для ПЦР с праймерами F3/B3: 16,0 мкл очищенной воды, 5,0 мкл 5X ScreenMix, по 1,0 мкл праймеров в концентрации 10 пикомоль и 2,0 мкл ДНК. Режим ПЦР: горячий старт при 95 °С в течение 5 минут, затем 35 циклов – 30 секунд при 95 °С, 30 секунд при 55 °С, 15 секунд при 72 °С, финальная элонгация при 72 °С в течение 3 минут.

Продукты ПЦР визуализировали путем электрофореза в 1,5 % агарозном геле.

ПЦР с праймерами F3/B3 проводили также в режиме «реального времени» на амплификаторе детектирующем ДТпрайм 5М6, «ДНК-Технология» (Россия) с использованием интеркалирующего красителя SYBR Green I, ЗАО «Евроген» (Россия) в объеме 5,0 мкл на одну реакцию. ПЦР-смесь содержала также 16,0 мкл воды, по 1,0 мкл праймеров в концентрации 10 пикомоль и 2,0 мкл ДНК. Режим ПЦР: горячий старт при 95 °С в течение 5 минут, затем 35 циклов – 15 секунд при 95 °С, 30 секунд при 59 °С, 60 секунд при 72 °С; затем 40 циклов: начиная с 80 °С, увеличение температуры на 0,5 °С, длительность каждого цикла 5 секунд.

В качестве положительного образца для ПЦР и ПЦР-РВ использовали ДНК штамм 0335 *P. fuscovaginae* (табл. 1). В качестве отрицательных контролей выделения ДНК и амплификации использовали воду. Результат классической ПЦР считали положительным при наличии на электрофореграмме фрагмента длиной 709, 713 и 277 п.о. для тестов Pfs207-F/Pfs207-R, Pff3/Pfr3 и F3/B3 соответственно, одновременно с отсутствием фрагмента ожидаемой длины для отрицательных контролей. Отрицательным результат классической ПЦР считали при отсутствии на электрофореграмме фрагмента ожидаемой длины у тестиру-

емых образцов (ДНК бактерий, не принадлежащих виду *P. fuscovaginae*) и при наличии ожидаемого фрагмента для положительных контролей. Результат ПЦР-РВ с использованием SYBR Green I считали положительным при наличии специфической реакции в виде пика плавления, детектируемой по каналу FAM, при отсутствии такой реакции у отрицательных контролей.

Разработку новых тестов ПЦР-РВ проводили с использованием программ Ugene 47 и OligoCalc на основе генетических мишеней праймеров Pfs207-F/Pfs207-R и Pff3/Pfr3 [2, 3]. Олигонуклеотиды синтезировали в ЗАО «Евроген» (Россия). Испытание разработанных тестов ПЦР-РВ проводили на амплификаторе ДТпрайм 5М6. Реакционная смесь содержала 14,9 мкл воды, 5,0 мкл 5X ScreenMix, по 1,0 мкл праймеров в концентрации 10 пикомоль, 1,0 мкл зонда в концентрации 5 пикомоль, 0,1 мкл внутреннего положительного контроля, ЗАО «Синтол» (Россия), и 2,0 мкл ДНК. Режим ПЦР: горячий старт при 95 °С в течение 5 минут, затем 45 циклов – 15 секунд при 95 °С, 40 секунд при 60 °С. Дополнительно проводили тесты с включением в программу ПЦР этапа элонгации в течение 30 секунд при 72 °С.

Критериями оценки результатов новых тестов ПЦР-РВ являлись наличие специфической реакции в виде экспоненциальной кривой флуоресценции по каналу FAM и уровень флуоресценции при тестировании ДНК *P. fuscovaginae*, отсутствие специфической реакции при тестировании ДНК бактерий других видов и отрицательных контролей, а также наличие реакции по каналу HEX (внутренний положительный контроль) при тестировании всех образцов, кроме *P. fuscovaginae*.

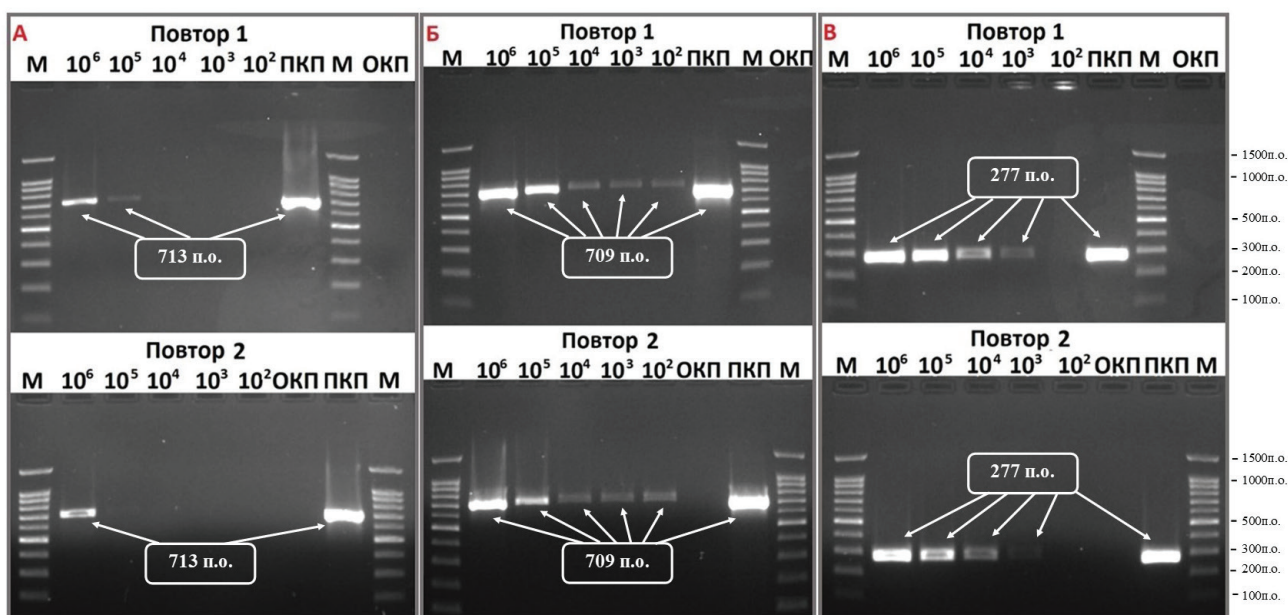
Результаты и обсуждение

В результате тестов Pfs207-F/Pfs207-R, Pff3/Pfr3 и F3/B3 с ДНК *P. fuscovaginae* получены ПЦР-продукты длиной 709, 713 и 277 п.о. соответственно.

Аналитическая чувствительность (АЧ) тестов составила 10^5 – 10^6 , 10^2 и 10^3 КОЕ/мл соответственно (рис. 1). С ДНК бактерий других видов и с отрицательными контролями ПЦР-продукты отсутствовали. Также отсутствовали димеры праймеров.

Таким образом, ПЦР-тесты Pfs207-F/Pfs207-R, Pff3/Pfr3 и F3/B3 позволяют получить продукты реакции ожидаемой длины (709, 713 и 277 п.о. соответственно) с ДНК *P. fuscovaginae* и не приводят к образованию ПЦР-продуктов при тестировании ДНК других бактерий рода *Pseudomonas* и отрицательных контролей. Тесты Pfs207-F/Pfs207-R, Pff3/Pfr3 и F3/B3 могут быть использованы для идентификации бактериальных культур при установлении принадлежности к виду *P. fuscovaginae*.

В результате ПЦР-РВ с праймерами F3/B3 и интеркалирующим красителем SYBR Green I, по каналу FAM детектировали пики плавления при тестировании ДНК *P. fuscovaginae* (рис. 2).



М – маркер молекулярного веса 100+ bp DNA ladder, ПКП – положительная контрольная проба, ОКП – отрицательная контрольная проба

Рисунок 1. Электрофореграмма результатов ПЦР-тестов Pfs207-F/Pfs207-R (А), PfF3/PfR3 (Б) и F3/V3 (В) с ДНК *Pseudomonas fuscovaginae* в концентрациях 10²–10⁶ КОЕ/мл

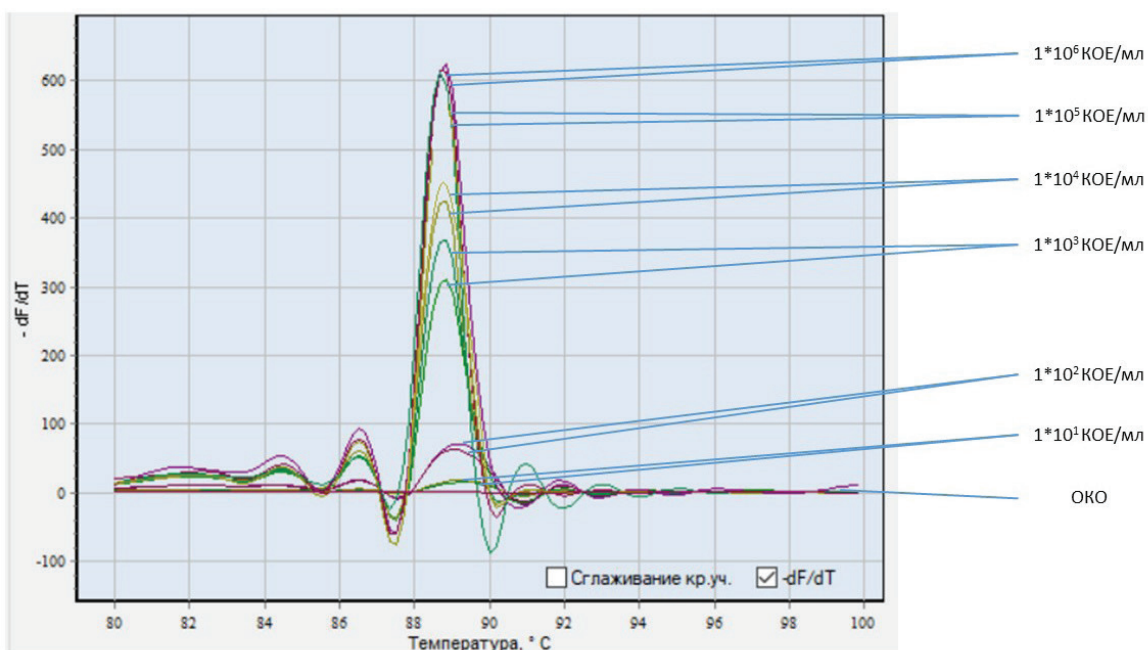


Рисунок 2. Обратная зависимость скорости плавления ПЦР-продукта от температуры, °С, детектируемая по каналу FAM на амплификаторе детектирующем ДТпрайм 5М6, «ДНК-Технология» (Россия) в результате проведения теста F3/V3

Температура плавления ПЦР-продукта составила 87,7 °С, АЧ теста - 10³ КОЕ/мл. Специфическая реакция по каналу FAM в виде пиков плавления при тестировании других бактерий и отрицательных контролей отсутствовала. Несмотря на относительно высокую АЧ, тест не рекомендуется использовать для идентификации *P. fuscovaginae* в растительных пробах, поскольку температура плавления ПЦР-продукта в зараженных образцах составляет 87,0 °С, отличаясь

от температуры плавления при тестировании чистых культур. Тест F3/V3 в режиме «реального времени» с SYBR Green I может быть использован при идентификации *P. fuscovaginae* в бактериальных культурах.

Путем проведения ПЦР *in silico* с праймерами Pfs207-F/Pfs207-R на последовательности генома штамма LMG 2158 (RefSeq NZ_LT629972.1) в программе Ugene 47 [3], получена нуклеотидная последовательность длиной 709 п.о. (рис. 3).

```

Pfs207-R ← GGGACTGGTAAAGCACGGTA CCGGCGATCAGTGCGA
             TGATCGGTGCCGGGTGCGAAACCACTGACGCCGGCCT
             GGGCCAAGCCGCTGGAAATCAGGTTCTGCAGGGTTT
             CCAGGGTGTGAACTGGCCCTGGAGTGTAATGTCCA
             GGTAGGTGCCGCTCAGGTGTGGGTCATCTTCGACGA
Pfs207-P3 ← CGGACGACAGGCTGATGTTTGCCTGGCTTGCCGCGC
Pfs207-F new2 ← TGGCGCCCGCAGCGAGCTTGAGTTTCGACTCGACGG
                CAATGGTCCGGGTCTCGGTGTCGGTCTTTGCCGTGTA
                GAGCTTCAGGCTGTCGGGGCGCAGCAGCAGCGCGTG
                TTCSTTGAACAGTTGGCGGATGCTCTCGTCATGCGCC
                GAGTCATCGCGCATGCGCCCTGAAAGCTTGAGGTGT
                ATGTAGTCGTTGGCCAACTGCCGTGAACGGTGGTCG
                ATCTCCTCGCCGAGCTGGCGCAGCCGTTGTGACTTT
                CGTTGCGCAGAACGGCGCGGCTCAACTGCTGGCTGC
                TGTCGGCGATATGCGCATGCAAGGTCGCTGAGCAACT
                GCGGCACGCTGGTGTGCTAGTCGCGCGGGCTGCCCA
                GGCACCTGCCGGGTGAAATCCTTCGACCAGTCGTACA
                CCCCATGATGTCACGCGCCTTGTTTTTCGTGGTGGC
                CAGCAGATCCGCTTGGCTTGGCGACCTGCGGTGACG
Pfs207-F ← ATTCCAGACCATCGAACTG
    
```

Рисунок 3. Нуклеотидная последовательность, амплифицируемая у штамма LMG 2158 *Pseudomonas fuscovaginae* с праймерами Pfs207-F/Pfs207-R

Для использования мишени праймеров Pfs207-F/Pfs207-R при создании теста ПЦР-РВ, она была укорочена с 709 п.о. до 248 п.о. Обратный праймер Pfs207-R не подвергался изменению, а в пару к нему был подобран новый прямой праймер Pfs207-F new2, имеющий аналогичные обратному праймеру характеристики – длину 20 нуклеотидов, GC-состав 55 % и температуру отжига 60 °С. Зонд Pfs207-P3 подобран на новую последовательность, амплифицируемую с праймерами Pfs207-F new2/Pfs207-R и имеет длину 25 п.о., GC-состав 60 % и

температуру плавления 71 °С. В качестве модификации для зонда использована стандартная и наименее дорогая конструкция 6FAM-/BHQ1.

В результате проведения ПЦР-РВ Pfs207-Fnew2/Pfs207-R/Pfs207-P3 с ДНК *P. fuscovaginae* получена специфическая реакция в виде экспоненциальной кривой флуоресценции по каналу FAM. Тест показал АЧ на уровне 10³-10⁴ КОЕ/мл. Чтобы повысить АЧ, была добавлена ступень элонгации в течение 30 секунд при 72 °С после каждого цикла отжига праймеров. В результате АЧ составила 10² КОЕ/мл (рис. 4).

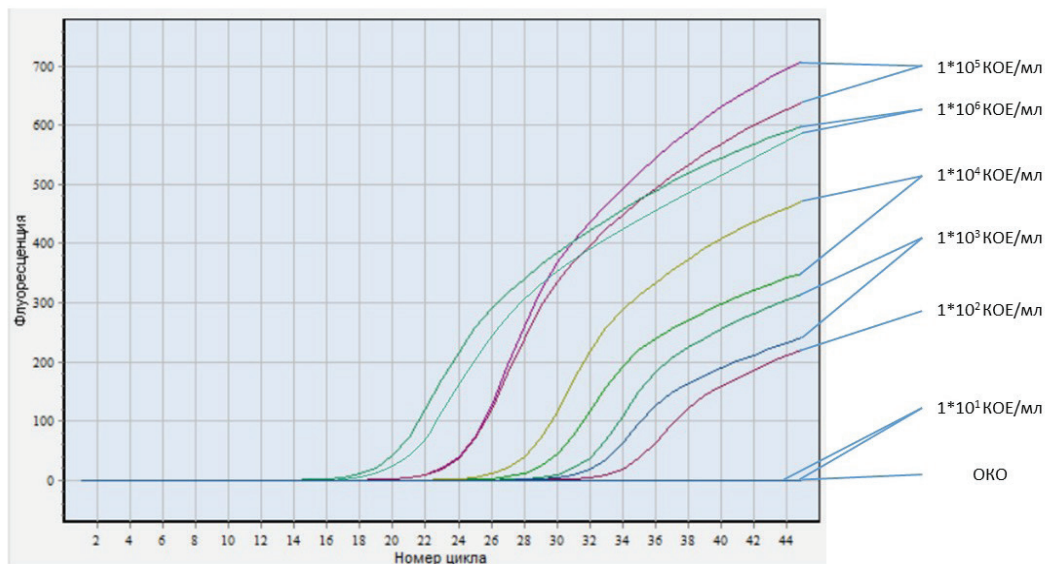


Рисунок 4. Зависимость флуоресценции по каналу FAM от номера цикла в результате проведения теста Pfs207-Fnew2/Pfs207-R/Pfs207-P3

В результате проведения тестов для ПЦР-РВ Pfs207-Fnew2/Pfs207-R/Pfs207-P3 оптимальной является следующая программа амплификации: горячий старт при 95 °С в течение 5 минут, затем 45 циклов – 15 секунд при 95 °С, 45 секунд при 60 °С и 30 секунд при 72 °С. Специфические реакции для отрицательных контролей и ДНК бактерий, не при-

надлежащих виду *P. fuscovaginae*, отсутствовали. Высокая аналитическая чувствительность и отсутствие перекрестных реакций с другими бактериями позволяют рекомендовать новый тест ПЦР-РВ Pfs207-Fnew2/Pfs207-R/Pfs207-P3 для идентификации *P. fuscovaginae* в растительных образцах. ПЦР *in silico* с праймерами Pfs207-F/Pfs207-R и геномной сборкой

штамма LMG 2158 (RefSeq NZ_LT629972.1) позволила получить нуклеотидную последовательность длиной 713 п.о. Для разработки теста ПЦР-РВ, указанная последовательность укорочена до 124 п.о.: вместо

прямого праймера Pff3 подобран праймер Pff3NEW (рис. 5), имеющий те же характеристики, что и обратный праймер Pfr3 – длину 20 нуклеотидов, GC-состав 55 % и температуру отжига 60 °С.



Рисунок 5. Нуклеотидная последовательность, амплифицируемая у штамма LMG 2158 *Pseudomonas fuscovaginae* с праймерами Pff3/Pfr3

Зонд Pfr3 к праймерам Pff3NEW/Pfr3 имеет длину 25 п.о., GC-состав 60 % и температуру плавления 71 °С.

Pff3NEW/Pfr3/Pfr3 получены положительные результаты для ДНК *P. fuscovaginae*, уровень флуоресценции при этом составил 220-250 оптических единиц, а АЧ – 10⁴ КОЕ/мл (рис. 6).

В результате проведения нового теста ПЦР-РВ

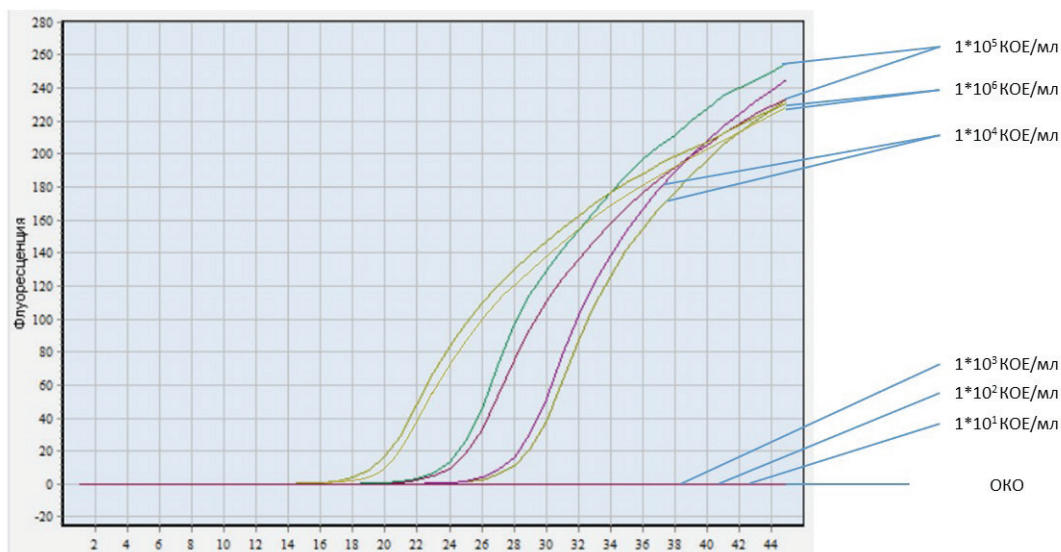


Рисунок 6. Зависимость флуоресценции по каналу FAM от номера цикла в результате проведения теста Pff3NEW/Pfr3/Pfr3

Для отрицательных контролей и ДНК бактерий, не принадлежащих виду *P. fuscovaginae*, положительные ПЦР-реакции отсутствовали. Невысокий уровень флуоресценции и сравнительно низкая аналитическая чувствительность позволяют использовать тест только для идентификации *P. fuscovaginae* в бактериальных культурах и других анализах, не содержащих ингибиторов ПЦР.

Выводы

Проведена апробация тестов ПЦР Pfs207-F/Pfs207-R [5], Pff3/Pfr3 [13] и F3/B3 [4] с последую-

щей детекцией продуктов путем гель-электрофореза для идентификации опасного патогена риса и других злаковых культур – *P. fuscovaginae*. Указанные тесты позволяют обнаруживать ДНК *P. fuscovaginae* с аналитической чувствительностью 10⁵–10⁶ КОЕ/мл, 10² КОЕ/мл и 10³ КОЕ/мл соответственно. Тест F3/B3 проведен также в режиме «реального времени» с интеркалирующим красителем SYBR Green I. Температура плавления ПЦР-продукта, полученного с ДНК *P. fuscovaginae*, составила 87,7 °С, а аналитическая чувствительность – 10³ КОЕ/мл. На основе тестов

Pfs207-F/Pfs207-R и Pff3/Pfr3 проведена разработка новых тестов ПЦР-РВ: Pfs207-Fnew2/Pfs207-R/Pfs207-P3 и Pff3NEW/Pfr3/Pfp3, аналитическая чувствительность которых составила 10^2 КОЕ/мл и 10^4 КОЕ/мл соответственно. Для всех тестов, исследованных в данной работе, отсутствовали положительные реакции с ДНК бактерий рода *Pseudomonas*, не принадлежащих виду *P. fuscovaginae*.

Тесты Pfs207-F/Pfs207-R, Pff3/Pfr3, F3/B3 (в том числе с использованием SYBR Green I) и новый тест ПЦР-РВ Pff3NEW/Pfr3/Pfp3 могут быть использованы для характеристики бактериальных культур при идентификации *P. fuscovaginae*. Разработанный в данном исследовании тест ПЦР-РВ Pfs207-

Fnew2/Pfs207-R/Pfs207-P3 может быть использован для идентификации *P. fuscovaginae* в растительных образцах.

Таким образом, для видовой идентификации возбудителя бурой бактериальной гнили влагилица листа злаковых культур *Pseudomonas fuscovaginae* (ex Tanii et al. 1976, Miyajima et al. 1983) существует как минимум 5 тестов ПЦР, два из которых разработаны в ходе данного исследования. Ранняя диагностика бактериоза в посевах злаковых культур, а также идентификация возбудителя в семенном материале с использованием ПЦР-тестов позволит своевременно принять меры по ограничению распространения *P. fuscovaginae*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Десятерик, А.А. Изоляция возбудителя бурой бактериальной гнили влагилица листа злаковых культур *Pseudomonas fuscovaginae* из семян / А.А. Десятерик, О.Ю. Словарева, Е.П. Кононова // Фитосанитария. Карантин растений. – 2023. – № 4 (16). – С. 67–76.
2. Программа для расчета свойств олигонуклеотидов (праймеров) Oligo Calc – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bio.bsu.by/molbiol/oligocalc.html> (дата обращения: 03.04.2023).
3. Программное обеспечение Unipro UGENE – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ugene.net/ru/download-all.html> (дата обращения: 03.04.2023).
4. Ash, G.J. Development of a genomics-based LAMP (loop-mediated isothermal amplification) assay for detection of *Pseudomonas fuscovaginae* from rice / G.J. Ash, J.M. Lang, L.R. Triplett, B.J. Stodart, V. Verdier, C.V. Cruz, P. Rott, J.E. Leach // Plant Disease. – 2014. – № 7 (98). – P. 909-915. doi: 10.1094/PDIS-09-13-0957-RE.
5. Cui, Z. Multiplex PCR assay for simultaneous detection of six major bacterial pathogens of rice / Z. Cui, M.R. Ojaghian, Z. Tao, K.U. Kakar, J. Zeng, W. Zhao, Y. Duan, C.M. Vera Cruz, B. Li, B. Zhu, G. Xie // Journal of Applied Microbiology. – 2016. – № 5 (120). – P. 1357-1367. doi: 10.1111/jam.13094.
6. Duveiller, E. Seed detection of *Pseudomonas fuscovaginae* in wheat / E. Duveiller, C. Martinez // 42nd International Symposium on Crop Protection. – Gent, Belgium, 1990.
7. Duveiller, E. Characterization of *Pseudomonas fuscovaginae* and differentiation from other fluorescent pseudomonads occurring on rice in Burundi / E. Duveiller, K. Miyajima, F. Snacken, A. Autrique, H. Maraite // Phytopathology. – 1988. – № 122. – P. 97-107.
8. Duveiller, E. First detection of *Pseudomonas fuscovaginae* on maize and sorghum in Burundi / E. Duveiller, F. Snacken, H. Maraite // Plant Disease. – 1989. – № 73. – P. 514-517.
9. Garrity, G.M. Part 5 – The Bacteria: Phylum “Proteobacteria”, Class Gammaproteobacteria / G.M. Garrity, T.G. Liburn, J.R. Cole, S.H. Harrison, J. Euzéby, B.J. Tindall // The Taxonomic Outline of Bacteria and Archaea, TOBA Release 7.7. – 2007. – P. 148-245.
10. Miyajima, K. *Pseudomonas fuscovaginae* sp. nov., nom. rev. / K. Miyajima, A. Tanii, T. Akita // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. – 1983. – V. 33 (3). – P. 656-657. <https://doi.org/10.1099/00207713-33-3-656>.
11. Naeimi, S. Sheath rot of rice in Iran / S. Naeimi, S.M. Okhovvat, G.A. Hedjaroude, V. Khosravi // Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences. – 2003. – № 68. – P. 681-684.
12. NCBI. The National Center for Biotechnology Information. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (дата обращения 01.02.2023).
13. Onasanya, A. Development of a Combined Molecular Diagnostic and DNA Fingerprinting Technique for Rice Bacteria Pathogens in Africa / A. Onasanya, A. Basso, E. Somado, E.R. Gasore, F.E. Nwile, I. Ingelbrecht, J. Lamo, K. Wydra, M.M. Ekperigin, M. Langa, O. Oyelakin, Y. Sere, S. Winter, R.O. Onasanya // Biotechnology. – 2010. – № 9 (2). – P. 89-105.
14. Patel, H.K. Draft genome sequence of *Pseudomonas fuscovaginae*, a broad-host-range pathogen of plants / H.K. Patel, D.P. da Silva, G. Devescovi, H. Maraite, K. Paszkiewicz, D.J. Studholme, V. Venturi // J. Bacteriology. – 2012. – № 194. – P. 2765-2766.
15. Razak, A. A. Sheath brown rot disease of rice caused by *Pseudomonas fuscovaginae* in the Peninsular Malaysia / A.A. Razak, N.A.I.M. Zainudin, S.N.M. Sidiq, N.A. Ismail, N.M.I.N. Mohamad, B. Salleh // Journal of Plant Protection Research. – 2009. – № 49 (3). – P. 244-249. <https://doi.org/10.2478/v10045-009-0037-x>.
16. Tanii, A. The Sheath Brown Rot Disease of Rice Plant and Its Causal Bacterium, *Pseudomonas fuscovaginae* A. Tanii, K. Miyajima et T. Akita sp. nov. / A. Tanii, K. Miyajima, T. Akita // Japanese Journal of Phytopathology. – 1976. – V. 42 (5). – P. 540-548, doi: <https://doi.org/10.3186/jjphytopath.42.540>.

REFERENCES

1. Desyaterik, A.A. Isolation of sheath brown rot pathogen *Pseudomonas fuscovaginae* from seeds / A.A. Desyaterik, O.Y. Slovareva, E.P. Kononova // Plant Health and Quarantine. – 2023. – № 4 (16). – P. 67–76.
2. Oligo Kal'k: a program for calculating the properties of oligonucleotides (primers) – [Electronic resource]. – available: <http://www.bio.bsu.by/molbiol/oligocalc.html> (date of application: 03.04.2023).
3. Software Unipro UGENE – [Electronic resource]. – available: <https://ugene.net/ru/download-all.html> (date of application: 03.04.2023).
4. Ash, G.J. Development of a genomics-based LAMP (loop-mediated isothermal amplification) assay for detection of *Pseudomonas fuscovaginae* from rice / G.J. Ash, J.M. Lang, L.R. Triplett, B.J. Stodart, V. Verdier, C.V. Cruz, P. Rott, J.E.

Leach // Plant Disease. – 2014. – № 7 (98). – P. 909-915. doi: 10.1094/PDIS-09-13-0957-RE.

5. Cui, Z. Multiplex PCR assay for simultaneous detection of six major bacterial pathogens of rice / Z. Cui, M.R. Ojaghian, Z. Tao, K.U. Kakar, J. Zeng, W. Zhao, Y. Duan, C.M. Vera Cruz, B. Li, B. Zhu, G. Xie // Journal of Applied Microbiology. – 2016. – № 5 (120). – P. 1357-1367. doi: 10.1111/jam.13094.

6. Duveiller, E. Seed detection of *Pseudomonas fuscovaginae* in wheat / E. Duveiller, C. Martinez // 42nd International Symposium on Crop Protection. – Gent, Belgium, 1990.

7. Duveiller, E. Characterization of *Pseudomonas fuscovaginae* and differentiation from other fluorescent pseudomonads occurring on rice in Burundi / E. Duveiller, K. Miyajima, F. Snacken, A. Autrique, H. Maraite // Phytopathology. – 1988. – № 122. – P. 97-107.

8. Duveiller, E. First detection of *Pseudomonas fuscovaginae* on maize and sorghum in Burundi / E. Duveiller, F. Snacken, H. Maraite // Plant Disease. – 1989. – № 73. – P. 514-517.

9. Garrity, G.M. Part 5 – The Bacteria: Phylum “Proteobacteria”, Class Gammaproteobacteria / G.M. Garrity, T.G. Liburn, J.R. Cole, S.H. Harrison, J. Euzebey, B.J. Tindall // The Taxonomic Outline of Bacteria and Archaea, TOBA Release 7.7. – 2007. – P. 148-245.

10. Miyajima, K. *Pseudomonas fuscovaginae* sp. nov., nom. rev. / K. Miyajima, A. Tanii, T. Akita // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. – 1983. – V. 33 (3). – P. 656-657. <https://doi.org/10.1099/00207713-33-3-656>.

11. Naeimi, S. Sheath rot of rice in Iran / S. Naeimi, S.M. Okhovvat, G.A. Hedjaroude, V. Khosravi // Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences. – 2003. – № 68. – P. 681-684.

12. NCBI. The National Center for Biotechnology Information. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (дата обращения 01.02.2023).

13. Onasanya, A. Development of a Combined Molecular Diagnostic and DNA Fingerprinting Technique for Rice Bacteria Pathogens in Africa / A. Onasanya, A. Basso, E. Somado, E.R. Gasore, F.E. Nwilene, I. Ingelbrecht, J. Lamo, K. Wydra, M.M. Ekperigin, M. Langa, O. Oyelakin, Y. Sere, S. Winter, R.O. Onasanya // Biotechnology. – 2010. – № 9 (2). – P. 89-105.

14. Patel, H.K. Draft genome sequence of *Pseudomonas fuscovaginae*, a broad-host-range pathogen of plants / H.K. Patel, D.P. da Silva, G. Devescovi, H. Maraite, K. Paszkiewicz, D.J. Studholme, V. Venturi // J. Bacteriology. – 2012. – № 194. – P. 2765-2766.

15. Razak, A. A. Sheath brown rot disease of rice caused by *Pseudomonas fuscovaginae* in the Peninsular Malaysia / A.A. Razak, N.A.I.M. Zainudin, S.N.M. Sidiq, N.A. Ismail, N.M.I.N. Mohamad, B. Salleh // Journal of Plant Protection Research. – 2009. – № 49 (3). – P. 244-249. <https://doi.org/10.2478/v10045-009-0037-x>.

16. Tanii, A. The Sheath Brown Rot Disease of Rice Plant and Its Causal Bacterium, *Pseudomonas fuscovaginae* A. Tanii, K. Miyajima et T. Akita sp. nov. / A. Tanii, K. Miyajima, T. Akita // Japanese Journal of Phytopathology. – 1976. – V. 42 (5). – P. 540-548, doi: <https://doi.org/10.3186/jjphytopath.42.540>.

Ольга Юрьевна Словарева

Старший научный сотрудник – и.о. начальника научно-методического отдела бактериологии ФГБУ «ВНИИКР»

E-mail: Slovareva.olga@gmail.com

Olga Yurevna Slovareva

Senior researcher - Acting Head of Scientific and Methodological Department of Bacteriology FGBU “VNIIKR”

E-mail: Slovareva.olga@gmail.com

Анастасия Андреевна Десятерик

Младший научный сотрудник научно-методического отдела бактериологии ФГБУ «ВНИИКР», студент ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

E-mail: anastasiya.10.00@mail.ru

Anastasia Andreevna Desyaterik

Junior researcher of Scientific and Methodological Department of Bacteriology FGBU “VNIIKR”, student of FSBEI HE RSAU-MTAA

E-mail: anastasiya.10.00@mail.ru

Дана Алексеевна Доморацкая

Младший научный сотрудник лаборатории бактериологии и анализа ГМО Испытательного лабораторного центра ФГБУ «ВНИИКР», аспирант ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

E-mail: danadomoratskaya@mail.ru

Dana Alekseevna Domoratskaya

Junior researcher of Laboratory of bacteriology and GMO analysis of Testing Laboratory Centre FGBU “VNIIKR”, graduate student of FSBEI HE RSAU-MTAA

E-mail: danadomoratskaya@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР») 140150, Россия, Быково, Пограничная, 32

Federal State Budgetary Institution “All-Russian Plant Quarantine Center” (FGBU “VNIIKR”) 32, Pogranichnaya, Bykovo, Russia, 140150

Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева) 127434, Россия, Москва, Тимирязевская, 49

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev” (FSBEI HE RSAU-MTAA) 49, Timiryazevskaya, Moscow, Russia, 127434

DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-36-41
УДК 631.8:633.18

Белоусов И.Е., канд. с.-х. наук,
Чижиков В.Н., канд. с.-х. наук
г. Краснодар, Россия
Воронин Ю.А.
г. Новосибирск, Россия
Токтамысов А.М., доктор с.-х. наук
г. Кызылорда, Казахстан
Баимбетова Г.З., магистр с.-х. наук
г. Кызылорда, Казахстан

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПРИ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКЕ СОРТОВ РИСА

Посевные площади под рисом в России расположены в самой северной зоне мирового возделывания этой культуры, где прорастание семян чаще всего происходит в условиях пониженных температур в затопленной или полностью насыщенной водой почве при остром недостатке кислорода. При этом одним из ключевых условий достижения планируемой урожайности риса является получение равномерных всходов. Однако реализация потенциала районированных сортов риса невозможна без обеспечения полного и сбалансированного минерального питания растений. Наилучшие результаты достигаются при сочетании внесения удобрений в основной прием с корневыми и некорневыми подкормками вегетирующих растений. В условиях полевых опытов изучали влияние некорневых подкормок сортов риса, различающихся по реакции на уровень минерального питания, на урожайность и элементы ее структуры. Показано, что некорневые подкормки препаратом для органического земледелия «АФГ-В» обеспечили повышение урожайности сортов риса. Прибавка урожая у биологически интенсивных сортов обусловлена, главным образом, снижением числа стерильных колосков. У сортов универсального типа рост урожая получен не только за счет данного признака, но и увеличения массы семян с растения и 1000 шт. Установленная эффективность препарата «АФГ-В» позволяет рекомендовать его применение в производственных условиях. Рекомендуемая область применения: при выращивании риса в условиях постоянного затопления (без сброса воды), на низких чеках и участках, где имеются проблемы со сбросом воды, на изреженных посевах, где прогнозируется высокая кустистость, на поздних сроках посева.

Ключевые слова: рис, органическое земледелие, биопрепараты, минеральное питание, некорневые подкормки, сорта риса, урожайность, элементы структуры урожая.

EFFECTIVENESS OF BIOPREPARATIONS FOR ORGANIC AGRICULTURE WITH FOLAR FEEDING OF RICE VARIETIES

The area under rice in Russia is located in the northernmost zone of world cultivation of this crop. In this zone, seed germination most often occurs under conditions of low temperatures in flooded or completely saturated soil with an acute lack of oxygen. At the same time, one of the key conditions for achieving the planned rice yield is obtaining uniform shoots. However, realizing the potential of zoned rice varieties is impossible without ensuring complete and balanced mineral nutrition of plants. The best results are achieved by combining the application of fertilizers in the main application with root and foliar feeding of vegetative plants. In field experiments, the effect of foliar fertilizing of rice varieties that differ in their response to the level of mineral nutrition on yield and elements of its structure was studied. It was shown that foliar fertilizing with the preparation for organic farming "AFG-V" ensured an increase in the yield of rice varieties. The increase in yield in biologically intensive varieties is mainly due to a decrease in the number of sterile spikelets. In universal type varieties, the yield increase was obtained not only due to this trait, but also due to an increase in the mass of seeds per plant and 1000 pcs. The established effectiveness of the drug "AFG-V" allows us to recommend its use in industrial conditions. Recommended area of application: when growing rice in conditions of constant flooding (without water discharge), in low fields and areas where there are problems with water discharge, in sparse crops where high bushiness is predicted, in late sowing periods.

Key words: rice, organic farming, biological products, mineral nutrition, foliar feeding, rice varieties, yield, elements of crop structure.

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 урожайность, обуславливается последовательным взаимодействием влияния целого ряда факторов, часть которых являются нерегулируемыми (погодные условия, обеспеченность водой, сумма эффективных температур за период вегетации), а часть – регулируемые, на которые можно оказать воздействие за счет тех или иных технологических приемов [7].

Одним из ключевых условий достижения высокой урожайности риса является получение равномерных всходов. Применяемые 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, что приводит к существенному недобору урожайности и не может быть компенсировано в дальнейшем другими технологическими приемами [4, 8].

Эффективным приемом, позволяющим нивелировать неблагоприятные условия прорастания семян, является их обработка препаратами, содержащими биологически активные вещества в различном сочетании [5]. Они предназначены для активизации наиболее важных метаболических реакций, повышающих энергию прорастания и полевую всхожесть семян, устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды, рост корневой системы.

В результате проведенных исследований установлено, что обработка семян районированных сортов риса бактериально-гуминовым комплексом АФГ является эффективным агроприемом, в результате которого существенно улучшились посевные качества семян районированных сортов риса. Отмечено математически достоверное увеличение их энергии прорастания и лабораторной всхожести [2].

Обработка семян сортов риса препаратом АФГ оказала положительное влияние на их силу роста. Это указывает на возможность повышения всхо-

жести высеянных семян и получение более высокой густоты стояния всходов.

Получение равномерных всходов является первым из ключевых условий достижения планируемой урожайности риса. После этого необходимо обеспечить полное и сбалансированное минеральное питание растений. Районированные в производстве интенсивные сорта риса характеризуются высокой отзывчивостью на уровень минерального питания, остро реагируя при этом на дефицит того или иного элемента. При этом сочетание внесения удобрений в основной прием с корневыми и некорневыми подкормками удобрениями позволяет оптимизировать затраты на их применение, 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, своевременно устранить дефицит того или иного элемента питания, избегая, в то же время, избыточного применения удобрений [5]. 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.

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, листовой поверхности. Содержат биологически активные вещества в различном сочетании, возможно добавление в состав микроэлементов. Применяются для обработки семян и (или) некорневых подкормок вегетирующих растений.

В последние годы в ассортименте предлагаемом 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, причем их концентрация редко превышает 1 %. 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.

Цель исследований

Изучить влияние некорневых подкормок сортов риса, различающихся по реакции на уровень минерального питания, на урожайность и элементы ее структуры.

Материалы и методы

Опыты проводили на РОС ФГБНУ «ФНЦ риса» на сортах, различающихся по реакции на уровень минерального питания: экстенсивном (биологически интенсивном) (Лидер) и универсальном (Наутилус).

Схема опытов.

Опыт 1: сорт Лидер

1. $N_{92}P_{50}$ - фон, без обработок
2. фон + «АФГ-В», (в фазу 7-8 листьев), 0,33 л/га
3. фон + «АФГ-В», (в трубкование), 0,33 л/га

Опыт 2: сорт Наутилус

1. $N_{138}P_{50}$ - фон, без обработок
2. фон + «АФГ-В», (в фазу 7-8 листьев), 0,33 л/га
3. фон + «АФГ-В», (в трубкование), 0,33 л/га

Повторность опытов 4-х кратная. Площадь делянки: общая – 15 м², учетная – 11,4 м². Норма высева – 7 млн. всхожих зерен/га.

Проводились следующие наблюдения, учеты:

- учет густоты стояния растений риса (по всходам) [6];
- отбор модельных снопов и биометрический анализ растений [6];
- учет урожайности зерна риса [9].

Некорневые подкормки проводили бактериально-гуминовым комплексом «АФГ-В» в фазы кущения (7-8 листьев) и трубкования.

Бактериально-гуминовый комплекс «АФГ-В» представляет собой нормализованный безбалластный 4-6 % водный раствор калиевых и натриевых солей природных гуминовых кислот. Биологически активного вещества содержится не менее $0,3 \times 10^7$ КОЕ живых микробных клеток штаммов микроорганизмов *Bacillus* sp. В состав препарата входят фосфор, калий, S, Ca, B, Fe, Mn, Mo и другие микроэлементы.

Для биометрического анализа отбирали 15 растений с каждого варианта и повторности опыта. Определяли признаки: высота растений, длина метелки, продуктивная кустистость, масса зерна

с главной и боковых метелок, масса 1000 зерен, количество зерен с главной и боковых 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 [11].

Учет густоты стояния растений на опытных делянках проводили в фазу полных всходов. В среднем она составила для сорта Лидер - 250-270 раст./м² и 210-220 раст./м² для сорта Наутилус, что является близкой к оптимальными показателями. Отмечена равномерность по густоте стояния, вариантам и повторностям опыта, что дает возможность достоверно оценивать полученные результаты.

Согласно методике проведения эксперимента некорневые подкормки выполняли в 2 срока: в фазы кущения (7-8 листьев) и трубкования. К этому времени на опытных делянках в полном объеме были внесены минеральные удобрения: $N_{46}P_{50}$ в основной прием по всем вариантам опыта, N_{46} в подкормку в фазу начала кущения (3-4 листа) и N_{46} в фазу кущения (5-6 листьев) только на сорте Наутилус. Дозы минеральных удобрений выбраны оптимальные для сорта и предшественника риса. Таким образом был создан фон для проведения некорневых подкормок, что дает возможность определить их влияние на урожайность сортов риса (табл.1).

Полученные результаты показывают, что оба изучаемых срока проведения некорневых подкормок препаратом «АФГ-В» обеспечили повышение урожайности риса.

Таблица 1. Урожайность сортов риса и элементы ее структуры при проведении некорневых подкормок «АФГ-В»

Вариант	Урожайность, т/га	Высота растений, см	Длина метелки, см	$K_{кущ.}$	Масса зерна, г	
					с растения	1000 шт.
сорт Лидер						
$N_{92}P_{50}$ - фон	8,16	93,1	15,7	1,4	4,51	28,87
Фон + АФГ, кущение	8,49	91,3	15,2	1,4	4,89	29,45
Фон + АФГ, трубкование	8,68	91,3	15,0	1,3	5,57	27,69
НСР ₀₅	0,32	3,56	0,96		0,302	0,221
сорт Наутилус						

Продолжение таблицы 1

Вариант	Урожайность, т/га	Высота растений, см	Длина метелки, см	K _{кущ} *	Масса зерна, г	
					с растения	1000 шт.
N ₁₃₈ P ₅₀ - фон	8,26	90,5	16,4	1,8	4,79	26,18
Фон + АФГ, кущение	8,84	93,5	16,5	1,9	5,31	27,10
Фон + АФГ, трубкавание	8,96	90,9	15,8	2,0	5,61	27,27
НСР ₀₅	0,53	7,21	1,59		0,45	1,01

В результате обработки в фазу кущения прибавка урожайности сорта Лидер составила 0,33 т/га, а у сорта Наутилус – 0,58 т/га, что является математически достоверным. Обработка в фазу трубкавания также оказала положительный эффект: величина дополнительно полученного урожая составила 0,52 и 0,7 т/га, соответственно. Это свидетельствует о равной эффективности проведения некорневой подкормки в изучаемые сроки, что дает возможность увеличения периода выполнения данного технологического приема.

Анализ элементов структуры урожайности позволяет выявить, за счет каких показателей произошло ее изменение в ту или иную сторону. Как следует из данных таблицы 1 не выявлено достоверных различий по высоте растений и длине главной метелки у обоих сортов. На высоту растений главным образом влияет доза азотного удобрения, которая в наших исследованиях одинакова внутри сортового блока. 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 рас-

тений в целом было невысоким. Так, у сорта Лидер продуктивная кустистость в среднем составила 1,4 побега на растение. Эти показатели высоко коррелируют с массой зерна – как с растения, так и 1000 шт.: первая выше там, где сильнее кустистость, вторая – там, где ниже. Различия по этим показателям также математически недостоверны, что говорит о том, что прибавка получена за счет других факторов.

У сорта Наутилус коэффициент кущения был выше, в целом по опыту он составил 1,9. Однако, при равной кустистости выявлены существенные различия по массе зерна как с растения, так и 1000 шт. Для сорта интенсивного типа при оптимальном уровне минерального питания большое значение имеют условия формирования и созревания зерна, т. е. именно те параметры, на которые влияет изучаемый препарат.

В опытах с удобрениями прирост урожая обуславливается, как правило, за счет действия нескольких факторов, причем вклад одного или нескольких из них может быть математически недостоверен при достоверности суммарного влияния. При наличии в применяемом удобрении бора и биологически активных веществ прибавка урожая может быть сформирована за счет таких признаков, как озерненность главной и боковых метелок, а также их пустозерности [3, 5, 10].

Расчет величины пустозерности показал, что на вариантах опыта с некорневым внесением препарата «АФГ-В» отмечено снижение количества стерильных колосков как главной, так и боковых метелок (табл. 2).

Таблица 2. Биометрический анализ и структура урожайности

Вариант	Число колосков, шт.						Пустозерность, %		
	главная метелка			боковые метелки			главной метелки	боковых метелок	всего
	полных	пустых	всего	полных	пустых	всего			
Сорт Лидер									
N ₉₂ P ₅₀ - фон	116	20	136	31	5	36	14,88	13,92	14,76
Фон + АФГ, кущение	110	22	132	9	1	10	14,13	9,88	10,13
Фон + АФГ, трубка	125	16	141	24	4	28	11,30	14,14	11,75
Сорт Наутилус									
N ₁₃₈ P ₅₀ - фон	122	35	157	42	23	65	26,18	34,21	26,22
Фон + АФГ, кущение	127	42	169	73	31	104	24,54	29,49	26,40
Фон + АФГ, трубка	121	39	160	84	31	115	24,60	25,74	24,99

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 [1]. Как следует из данных таблицы, снижение стерильности растения во многом связано с улучшением созревания именно боковых побегов. Особенно наглядно это проявилось у сорта Лидер, где при примерно равном числе колосков на главной метелке, гораздо больше выполненных колосков на боковых побегах, за счет чего и получена прибавка урожайности.

На сорте Наутилус также отмечена эта закономерность: на боковых побегах в 2 раза больше выполненных колосков и пустозерность боковых метелок ниже. В совокупности это и обусловило получение дополнительной урожайности.

Таким образом, при обработке растений районированных сортов риса получена прибавка урожайности. У биологически интенсивных сортов (Лидер) она обусловлена, главным образом, снижением числа стерильных колосков. У сортов универсального типа рост урожая получен не только за счет данного признака, но и увеличения массы семян с растения и 1000 шт.

Выводы

1. Некорневые подкормки препаратом «АФГ-В» обеспечили повышение урожайности сортов риса. Прибавка урожайности сорта Лидер при обработке

в фазу кущения составила 0,33 т/га, а у сорта Наутилус – 0,58 т/га. Обработка в фазу трубкувания также оказала положительный эффект – величина дополнительно полученного урожая составила 0,52 и 0,7 т/га, соответственно. Это свидетельствует о равной эффективности проведения некорневой подкормки в изучаемые сроки, что дает возможность увеличения периода выполнения данного технологического приема.

2. Прибавка урожая у биологически интенсивных сортов (Лидер) обусловлена, главным образом, снижением числа стерильных колосков. У сортов универсального типа (Наутилус) рост урожая получен не только за счет данного признака, но и увеличения массы семян с растения и 1000 шт.

3. Установленная эффективность препаратов «АФГ» и «АФГ-В» позволяет рекомендовать их применение в производственных условиях. Область применения данного агроприема: при выращивании риса в условиях постоянного затопления (без сброса воды), на низких чеках и участках, где имеются проблемы со сбросом воды, для восстановления всхожести семян, при посеве биологически интенсивных сортов, на изреженных посевах, где прогнозируется высокая кустистость, на поздних сроках посева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов, И.Е. Влияние некорневых подкормок на продуктивность растений риса в зависимости от величины кустистости / И. Е. Белоусов // Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства: сборник Международного саммита молодых ученых. - Краснодар, ВНИИ риса, 26-30 июля 2016 г. – С. 15-20
2. Белоусов, И.Е. Влияние обработки семян сортов риса биопрепаратами для органического земледелия на их посевные качества / И. Е. Белоусов, В. Н. Чижиков, О. И. Слепцова // Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях меняющегося климата: сборник международной научно-практической конференции. - г. Краснодар, ФГБНУ «ФНЦ риса», 8-9 июня 2023 г. – С. 13-16.
3. Белоусов, И.Е. Эффективность некорневых подкормок боросодержащими комплексными удобрениями растений риса в зависимости от срока их проведения / И. Е. Белоусов // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: сборник Международной научно-практической интернет-конференции. - с. Соленое Займище, ФГБНУ ПНИАЗ, 28 февраля 2019 г. – С. 405-10
4. Воробьев, Н.В. Продукционный процесс у риса. / Н. В. Воробьев, М. А. Скаженник, В. С. Ковалев. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2001. – 199 с.
5. Гаркуша, С.В. Удобрения для некорневых подкормок и их применение в рисоводстве / С. В. Гаркуша, И. Е. Белоусов, Н. М. Кремзин. - Краснодар: ЭДВИ. - 2021 – 134 с.
6. Дзюба, В.А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса. / В. А. Дзюба. - Краснодар, 2010 – 475 с.
7. Система рисоводства Российской Федерации /под редакцией С.В. Гаркуши/ (в соавторстве). – Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса»: Просвещение-Юг, 2022. – 368 с.
8. Шеуджен, А.Х. Приемы повышения полевой всхожести семян и урожайность риса. / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, В. В. Аношенков. – Майкоп, 2001. – 100 с.
9. Шеуджен, А.Х. Агрехимия. ч. 2 Методика агрохимических исследований / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ. 2015. – 703 с.
10. Freeborn, J.R. Soybean yield response to reproductive stage soil-applied nitrogen and foliar-applied boron / J.R. Freeborn, D.L. Holshouser, M.M. Alley, N.L. Powell, D.M. Orcutt // Agron.J. - 2001. - Vol.93. - № 6. - P. 1200-1209.
11. Osada, A. Differences in sprouting and respiration of seeds between Japonica and Indica rice under low oxygen tensions /A. Osada //JARQ. – 1983, - V.16. – № 4. - P. 229-234

REFERENCES

1. Belousov, I.E. The influence of foliar fertilizing on the productivity of rice plants depending on the size of tillering / I. E. Belousov // Modern solutions in the development of agricultural science and production: in the collection of the International summit of young scientists. - Krasnodar, All-Russian Research Institute of Rice, July 26-30, 2016. – P. 15-20
2. Belousov, I.E. The effect of treating seeds of rice varieties with biological products for organic farming on their sowing qualities. / I. E. Belousov, V. N. Chizhikov, O. I. Sleptsova // Sustainable development of agriculture in a changing climate: in the collection of the international scientific and practical conference. - Krasnodar, Federal State Budgetary Institution

“FSC Rice”, June 8-9, 2023 – P. 13-16.

3. Belousov, I.E. The effectiveness of foliar fertilizing with boron-containing complex fertilizers for rice plants, depending on the period of their implementation. / I. E. Belousov // Current ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational environmental management: in the collection of the international scientific and practical Internet conference. - p. Solenoye Zaimishche, FGBNU PNIAZ, February 28, 2019. – P. 405-410.

4. Vorobiev, N.V. The production process of rice. / N. V. Vorobyov, M. A. Skazhennik, V. S. Kovalev. - Krasnodar: Education-South, 2001. - 199 p.

5. Garkusha, S.V. Fertilizers for foliar feeding and their use in rice growing / S. V. Garkusha, I. E. Belousov, N. M. Kremzin. - Krasnodar: EDVI. - 2021 – 134 p.

6. Dzyuba, V.A. Theoretical and applied plant growing: the example of wheat, barley and rice. – Krasnodar, 2010 – 475 p.

7. Rice growing system of the Russian Federation edited by S.V. Garkushi / (co-authored) - Krasnodar: Federal State Budgetary Institution “FSC of Rice”: Prosveshchenie-Yug, 2022. - 368 p.

8. Sheudzhen, A.Kh. Techniques for increasing field germination of seeds and rice yield. /A. Kh. Sheudzhen, T. N. Bondareva, V. V. Anoshenkov. – Maykop, 2001. – 100 p.

9. Sheudzhen, A.Kh. Agrochemistry. Part 2 Methods of agrochemical research / A. Kh. Sheudzhen, T. N. Bondareva. – Krasnodar: KubSAU. 2015. – 703 p.

10. Freeborn, J.R. Soybean yield response to reproductive stage soil-applied nitrogen and foliar-applied boron / J.R. Freeborn, D.L. Holshouser, M.M. Alley, N.L. Powell, D.M. Orcutt // Agron.J. - 2001. - Vol. 93. - № 6. - P. 1200 - 1209.

11. Osada, A. Differences in sprouting and respiration of seeds between Japonica and Indica rice under low oxygen tensions /A. Osada //JARQ. – 1983. - V.16. – № 4. - P. 229-234

Игорь Евгеньевич Белоусов

Старший научный. сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения,
E-mail: igor_bel06@mail.ru

Igor Evgenievich Belousov

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

Виталий Николаевич Чижиков

Ведущий научный. сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения,
E-mail: agrohimi-vt@yandex.ru

Chizhikov Vitaly Nikolaevich

Leading Researcher of Laboratory of Agrochemistry and Soil Science,
E-mail: agrohimi-vt@yandex.ru

Все: ФГБНУ “ФНЦ риса”
350921, Россия, Краснодар, Белозерный, 3

All: FSBSI “FSC of Rice”
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

Юрий Алексеевич Воронин

Директор ООО «АГРО-ФИТ»
630032, Россия, Новосибирск,
ул. Станционная, 2А
E-mail: agro-fit@mail.ru

Yuri Alekseevich Voronin

Director of LLC “AGRO-FIT”
2A, st. Stationnaya, Novosibirsk, 630032, Russia
E-mail: agro-fit@mail.ru

Эсет Мырзаханулы Токтамысов

Проректор по научным работам и международным отношениям Кызылординского университета «Болашак»
E-mail: aset_58_58@mail.ru
Микрорайон Левый Берег, 115А, г. Кызылорда, Республика Казахстан

Eset Myrzakhanuly Toktamysov

Vice-Rector for Research and International Relations of Kyzylorda University “Bolashak”
E-mail: aset_58_58@mail.ru
115A, Left Bank Microdistrict, Kyzylorda city, Republic of Kazakhstan

Гулсим Зулхарнаевна Баймбетова

Ученый секретарь Казахский научно-исследовательский институт рисоводства им. И. Жахаева
E-mail: kz_ris@mail.ru
Республика Казахстан, г. Кызылорда, Проспект А. Кунанбаев, 25Б г.н

Gulsim Zulkharnaevna Baymbetova

Scientific Secretary of the Kazakh Scientific Research Institute of Rice Growing named after I. Zhakhaev
E-mail: kz_ris@mail.ru
25B, A. Kunanbayev Avenue, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-42-46
УДК 635.33:577.213

**Ахромеева Н.А.,
Иванов В.Н.,
Дубина Е.В.**, д-р биол. наук, профессор РАН,
Макуха Ю.А., канд. биол. наук
г. Краснодар, Россия

ПОДБОР SSR – МАРКЕРОВ, ДЛЯ СОЗДАНИЯ МАРКЕРНОЙ СИСТЕМЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ, УСТОЙЧИВОЙ К СОСУДИСТОМУ БАКТЕРИОЗУ И ФУЗАРИОЗУ

Капуста белокочанная является важной сельскохозяйственной культурой. Во всех регионах возделывания она наиболее активно поражается сосудистым бактериозом и фузариозом. В годы эпифитотий этих заболеваний потери урожая могут составлять до 100 %. Применение методов химической защиты требует значительных навыков от агронома, а в случае нарушения сроков и норм обработки может существенно пострадать качество продукции. Использование классических методов селекции в программах по созданию устойчивых генотипов капусты белокочанной уже не дает настолько эффективного результата, какой наблюдался на начальных этапах селекции. Это длительный и достаточно трудоемкий процесс. Работы по внедрению новых биотехнологических подходов и молекулярно-генетических методов для улучшения этапов селекционного процесса в данном направлении и его интенсификации всё более востребованы и повсеместно ведутся в научной сфере. Применение методов молекулярного маркирования с использованием специфичных праймерных пар позволяет четко вести контроль за переносом целевых генов в гибридном потомстве, ускоряя тем самым начальные этапы селекционной программы, что позволяет в значительной степени увеличить долю конкурентоспособных сортов отечественной селекции. В статье представлены данные о работе, направленной на подбор информативных молекулярных маркеров, которые позволяют четко детектировать не только наличие или отсутствие генов устойчивости, но и их аллельное состояние в гибридном материале на всех этапах селекционной программы, что значительно повышает эффективность процесса и создание элитных генотипов капусты белокочанной. В исследовании использовали стандартные методики выделения ДНК, ПЦР диагностики и визуализации продуктов амплификации. В результате проведения исследований было установлено, что отобранные молекулярные маркеры эффективно выявляют полиморфизм локусов/генов, отвечающих за устойчивость растений капусты белокочанной к сосудистому бактериозу и фузариозу. Они внедрены в селекционный процесс в качестве компонента селекционной программы для ускорения создания генотипов, обладающих повышенной резистентностью к выше упомянутым заболеваниям.

Ключевые слова: белокочанная капуста, фузариоз, сосудистый бактериоз, ПЦР-диагностика, микросателлитные маркеры.

SELECTION OF SSR MARKERS TO CREATE A MARKER SYSTEM DESIGNED TO ACCELERATE THE SELECTION OF CABBAGE RESISTANT TO VASCULAR BACTERIOSIS AND FUSARIUM

White cabbage is an important agricultural crop. In all regions of cultivation, it is most actively affected by vascular bacteriosis and fusarium. During the epiphytotic years of these diseases, crop losses can be up to 100%. The use of chemical protection methods requires significant skills from an agronomist, and in case of violation of processing deadlines and standards, the quality of products can significantly suffer. The use of classical breeding methods in programs to create stable genotypes of white cabbage no longer gives such an effective result as was observed at the initial stages of breeding. This is a long and rather laborious process. Work on the introduction of new biotechnological approaches and molecular genetic methods to improve the stages of the breeding process in this direction and its intensification is increasingly in demand and is being conducted everywhere in the scientific field. The use of molecular labeling methods using specific primer pairs makes it possible to clearly control the transfer of target genes in hybrid offspring, thereby accelerating the initial stages of the breeding program, which allows to significantly increase the share of competitive varieties of domestic breeding. The article presents data on the work aimed at selecting informative molecular markers that make it possible to clearly detect not only the presence or absence of resistance genes, but also their allelic state in hybrid material at all stages of the breeding program, which significantly increases the efficiency of the process and the creation of elite genotypes of cabbage. The study used standard methods of DNA isolation, PCR diagnostics and visualization of amplification products. As a result of the research, results were obtained that allow us to assert that the selected molecular markers effectively identify polymorphism of loci/genes responsible for the resistance of cabbage plants to vascular bacteriosis and fusarium. They are introduced into the breeding process as a component of the breeding program to accelerate the creation of genotypes with increased resistance to the above-mentioned diseases.

Key words: cabbage, fusarium, vascular bacteriosis, PCR diagnostics, microsatellite markers.

Введение

Урожайность растений семейства Brassicaceae зависит от их устойчивости к патогенам, включая бактериальные инфекции.

Бактериальное заболевание капусты белокочанной, вызываемое бактерией *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, при благоприятных условиях для развития болезни может привести к полной потере урожая. Контроль за распространением заболевания затруднен из-за способов передачи бактерии, таких как насекомые, ветер, ирригация и сельскохозяйственные действия. Поэтому развитие устойчивых сортов капусты является эффективным подходом для уменьшения потерь урожая из-за действия патогена [1, 5, 7].

Фузариоз капусты белокочанной (*Fusarium oxysporum*) - это грибное заболевание, которое может привести к значительным потерям урожая. Заболевание вызвано фитопатогенным грибом *Fusarium oxysporum* и может быть особенно разрушительным в условиях теплого и влажного климата [2, 9].

В исследовании была проведена апробация молекулярных маркеров, предназначенных для идентификации генов устойчивости к сосудистому бактериозу (*Xcc*) и фузариозу (*Foc1*) в растениях капусты белокочанной.

Цель исследований

Выполнить отбор информативных молекулярных маркерных систем для идентификации генов устойчивости к сосудистому бактериозу и фузариозу при ПЦР-диагностики и контролированию их аллельного состояния для прицельно точного отбора образцов, имеющих целевые гены в гомозиготном состоянии.

Материалы и методы

В лаборатории информационных, цифровых и биотехнологий ФГБНУ «ФНЦ риса» с 2022 по 2024 года проводили исследования по подбору эффективных маркерных систем для выявления генов интереса в гибридных растениях капусты белокочанной с использованием ПЦР-анализа. В качестве материала для исследования были выбраны контрастные формы капусты белокочанной: устойчивые и восприимчивые к сосудистому бактериозу и фузариозу.

Для выделения ДНК из листьев капусты белокочанной применяли схему Мюррея и Томпсона с использованием цетилтриметиламмоний бромида в качестве лизирующего буфера растительных клеток [8]. В молекулярно-генетических исследованиях использовали нейтральные кодоминантные микросателлитные маркеры, взятые из базы данных на сайте www.VegMarks.ru (<https://vegmarks.nivot.affrc.go.jp/VegMarks/app/page/home>), которые разработаны для оценки полиморфизма у растений

капусты белокочанной, а также из других источников [4, 10].

Для идентификации генов устойчивости к сосудистому бактериозу и фузариозу у капусты белокочанной использовали метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Реакцию амплификации проводили в ДНК-амплификаторе «BioRad» производства Германия. При этом подбирали параметры ПЦР: реакционный состав ПЦР-смеси, температура отжига праймеров, количество циклов ПЦР [10]. Для проведения ПЦР использовали следующие компоненты реакционной смеси: 0,1 μ M dNTPs, 25mM KCL, 60 mM Tris-HCL (pH 8,5), 0,1% Тритон X-100б 10 mM 2-меркаптоэтанол, 1,5 mM MgCl₂, 1 единицы Taq-полимеразы и 0,3 μ M прямого и обратного праймеров. В пробирки с реакционной смесью добавляли минеральное масло для предотвращения испарения жидкости.

При проведении апробации молекулярных маркеров на сцепленность с признаком устойчивости к сосудистому бактериозу, использовали следующий протокол программы, включающий первичную денатурацию при 95 °C (5 мин) – 1 цикл, следующие 35 циклов: денатурацию при 95 °C (30 сек), отжиг праймеров при определенной температуре в зависимости от пары праймеров (51–55 °C) – 30 сек, элонгацию при 72 °C – 30 сек; финальную элонгацию при 72 °C в течение 5 мин.

При проведении амплификации ДНК с праймерами, разработанными для оценки полиморфизма по признаку устойчивости к фузариозу, опирались на следующую программу: первичную денатурацию при 94 °C (5 мин) – 1 цикл, следующие 36 циклов: денатурацию при 94 °C (30 сек), отжиг праймеров при 55 °C – 30 сек, элонгацию при 72 °C – 45 сек; финальную элонгацию при 72 °C в течение 7 мин.

Разделение продуктов амплификации проводили с помощью 2 % агарозного геля с добавлением бромистого этидия при напряжении от 110 до 120 V на протяжении 1,5 часов. Визуализацию продуктов амплификации проводили с помощью системы гель-документирования Gel Doc XR+ [4].

В результате теоретической работы, предшествующей проведению исследования, было отобрано два микросателлитных маркера: OI10-D01 – для выявления полиморфизма у образцов, устойчивых к фузариозу, а также OI10-C01 – для выявления полиморфизма у образцов, устойчивых к сосудистому бактериозу [4]. Их сиквенс представлен в таблице 1.

Таблица 1. Нуклеотидная последовательность праймеров для капусты белокочанной

OI10-C01	F- ATGACTGCTTAAACAGCGCC R- CTTCTCCAACAAAAGCTCGG
OI10-D01	F- TCTCTGCCAAAAGCAAATAGC R- CTTGGCTCTCTCACCACC

Для проведения исследований анализировали 40 гибридных растений на наличие в их генотипах гена устойчивости к сосудистому бактериозу (*Xcc*), и 38 образцов на наличие гена устойчивости к фузариозу (*Foc1*). Растения отбирались из сегрегирующей F_2 популяции, предоставленной отделом овощеводства «ФНЦ РИСА».

Результаты и обсуждение

В результате проведения ПЦР анализа было выявлено аллельное разнообразие в исследуемых образцах. Результаты представлены на рисунках 1 и 2.

На рисунке 1 представлена фореграмма 18 образцов капусты белокочанной, отобранных для проведения тестирования маркерной системой O110-C01, предназначенной для выявления гена устойчивости к сосудистому бактериозу.

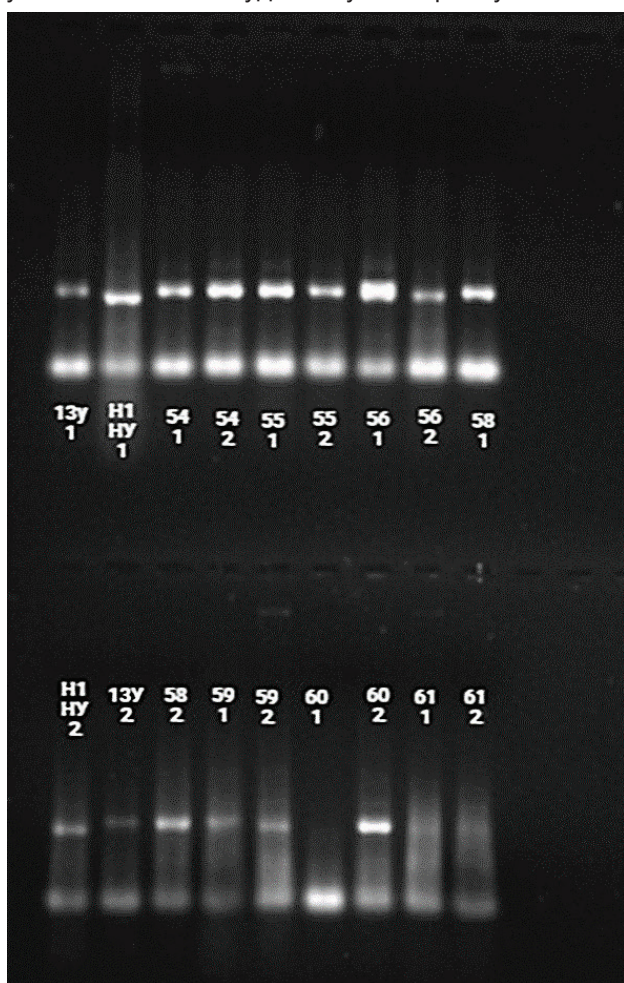


Рисунок 1. Результаты визуализации ПЦР продуктов, полученных из образцов, исследуемых на наличие гена устойчивости к сосудистому бактериозу *Xcc*, в 2% агарозном геле

Примечание – образец 13y-1, – St с геном *Xcc*, использовался в качестве положительного контроля, образец H1HY – использовался в качестве отрицательного контроля. Образцы с 54 по 61 – экспериментальные гибридные растения капусты белокочанной F_2 - популяции

Из рисунка 1 видно, что образцы № 54-1 и 54-2 имеют генетический профиль схожий с положительным

контролем как у образца 13Y-1, т.е. несут в своих генотипах ген устойчивости *Xcc*. И образцы № 55 - 1, 55 - 2, 58 - 1, 58 - 2, 59 - 1, 60 - 2, 61 - 1 и 61 - 2 также имеют ген *Xcc* в гомозиготном состоянии.

При сравнении остальных образцов 56 - 1; 56 - 2 и 59 - 2 с контролями было выявлено, что их ПЦР-продукты совпадают с неустойчивым образцом – H1HY1. Из этого можно сделать вывод, что они не имеют в генотипе целевого гена и являются неустойчивыми к сосудистому бактериозу.

Из данных, представленных на рисунке 1, видно, что молекулярный маркер O110-D01 выявил аллельное разнообразие между изучаемыми растениями. Это дает основание использовать данный молекулярный маркер в дальнейших исследованиях селекционных программ, направленных на создание резистентных генотипов к заболению.

Также было проведено исследование селекционных образцов капусты белокочанной (F_2) на наличие в генотипе гена устойчивости к фузариозу. Для исследования использовали стандартные методики, описанные выше, а также молекулярный маркер O110-D01.

На рисунке 2 представлены результаты ПЦР-анализа по идентификации гена устойчивости к фузариозу *Foc1*.

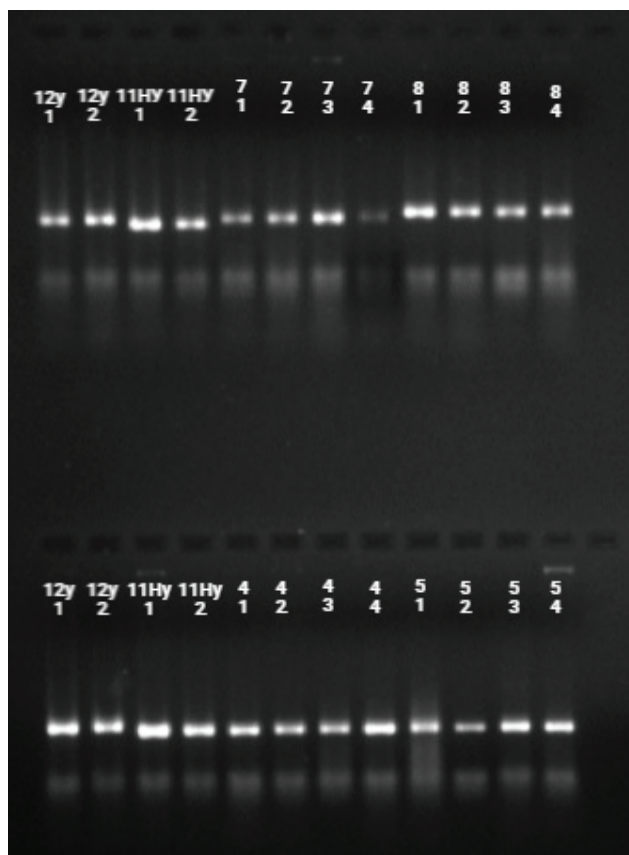


Рисунок 2. Результаты визуализации ПЦР продуктов, полученных из образцов, исследуемых на наличие гена устойчивости к фузариозу *Foc1* в 2% агарозном геле

В качестве положительного контроля использовали образцы-стандарты 12У-1 и 12У-2, в качестве отрицательного контроля – образцы-стандарты 11Н-1 и 11НУ-2.

Рисунок 2 показывает, что устойчивыми образцами являются номера с 7 – 1 по 8 – 4, т.к. они имеют одинаковый ДНК-профиль как у положительно-контроля 12У-1 и 12У-2, а также образцы под номерами с 5 – 1 по 5 – 4. К неустойчивым относятся образцы с №№4 – 1 по 4 – 4.

Согласно данным, представленным на рисунке 2, можно сделать вывод, о том, что используемый маркер выявляет целевой ген, что свидетельствует о хорошей эффективности данной маркерной си-

стемы, которая внедрена в селекционный процесс.

Выводы

В результате исследований было апробировано 2 SSR-маркера (OI10-D01, OI10-C01), которые показали полиморфизм у различных форм капусты белокочанной, отличающихся по наличию/отсутствию генов устойчивости к сосудистому бактериозу и фузариозу. Также было обнаружено, что маркеры выявляют различные аллельные состояния у опытных растений.

Для проверки достоверности полученных данных в дальнейшем будет проведен фитопатологический анализ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахатов, А.К. Защита овощных культур и картофеля от болезней / А.К. Ахатов, Ф.С. Джалилов, О.О. Белошапкина, Ю.М. Стройков, В.Н. Чижов, А.В. Трусевич. – М., 2006. – 352 с.
2. Гаркуша, С.В. Вредители и болезни овоще-бахчевых культур и картофеля в Краснодарском крае / С.В. Гаркуша, Н.П. Иващенко, О.Н. Палкина, Э.А. Пикушова, В.С. Горьковенко, Е.Ю. Веретельник, И.В. Бедловская, О.Е. Липовцева. - Краснодар, 2009. – 167 с.
3. Дякунчак, С. А. Создание инбредных линий капусты белокочанной с групповой устойчивостью к фузариозу и сосудистому бактериозу / С.А. Дякунчак, С. В. Королева // Рисоводство. – 2018. – № 2. – С. 74-79.4. Макуха, Ю. А. Молекулярное маркирование в селекции *Brassica oleracea* L. на устойчивость к сосудистому бактериозу и фузариозу / Дисс. канд. биол. наук. –Краснодар, 2022. - 119 с.
5. Ситников, С.В. Селекция гибридов F1 среднеспелой белокочанной капусты на устойчивость к *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* / С.В. Ситников, С.А. Дякунчак // Проблемы научного обеспечения овощеводства юга России. – 2009. – С. 160-164.
6. Сухорукова, Н.С. Методика оценки и селекционного отбора белокочанной капусты на устойчивость к сосудистому бактериозу / Автореф. дисс...канд. с.-х. наук. – М., 1987. – 16 с.
7. Afrin, K.S. Screening of Cabbage (*Brassica oleracea* L.) Germplasm for Resistance to Black Rot / K.S. Afrin, M.A. Rahim, J. Park, S. Natarajan, M.H. Rubel, H. Kim, I. Nou // Plant Breed. Biotech.- 2018.- № 6(1).- P. 30-43. <https://doi.org/10.9787/PBB.2018.6.1.30>
8. Murray, M.G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA / M.G. Murray, W.F. Thompson // Nucleic Acids Research. – 1980. – V. 10. – P. 4321-4325.
9. Farnham, M.W., (2001) Characterization of fusarium yellows resistance in collard / Farnham M.W., A.P. Keinath, J.P. Smith // Plant Dis. - № 85. – P. 890-894.
10. Geiser, D.M. A DNA sequence database for identifying Fusarium // Molecular Diversity and PCR-detection of Toxicogenic Fusarium Species and Ochratoxigenic Fungi. Springer Netherlands. - 2004. - P. 473-479.

REFERENCES

1. Akhatov, A.K. Protection of vegetable crops and potatoes from diseases / A.K. Akhatov, F.S. Jalilov, O.O. Beloshapkina, Yu.M. Stroikov, V.N. Chizhov, A.V. Trusevich. – M., 2006. – 352 p.
2. Garkusha, S.V. Pests and diseases of vegetable melons and potatoes in the Krasnodar Territory / S.V. Garkusha, N.P. Ivashchenko, O.N. Palkina, E.A. Pikushova, V.S. Gorkovenko, E.Yu. Veretelnik, I.V. Bedlovskaya, O.E. Lipovtseva.- Krasnodar, 2009. – 167 p.
3. Dyakunchak, S. A. Creation of inbred lines of cabbage with group resistance to fusarium and vascular bacteriosis /S. A. Dyakunchak, S. V. Koroleva // Rice growing. – 2018. – № 2. – P. 74-79.
4. Makukha, Yu. A. Molecular labeling in the selection of *Brassica oleracea* L. for resistance to vascular bacteriosis and fusarium / Dissertation of the candidate. Biol. sciences. –Krasnodar, 2022. - 119 p.
5. Sitnikov, S.V. Selection of F1 hybrids of medium-ripe white cabbage for resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* / S.V. Sitnikov, S.A. Dyakunchak // Problems of scientific survey of the Russian population. - 2009. – P. 160-164.
6. Sukhorukova, N.S. Methods of evaluation and selection of cabbage for resistance to vascular bacteriosis / Abstract. diss...candidate of Agricultural Sciences. – M., 1987. – 16 p.
7. Afrin, K.S. Screening of germplasm of cabbage (*Brassica oleracea* L.) for resistance to black rot / K.S. Afrin, M.A. Rahim, J. Park, S. Natarajan, M.H. Rubel, H. Kim, I. Know // Plant breeding. Biotechnology.- 2018.- № 6(1).- P. 30-43. <https://doi.org/10.9787/PBB.2018.6.1.30>
8. Murray, M.G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA / M.G. Murray, W.F. Thompson // Studies of nucleic acids. – 1980. – Vol. 10. – P. 4321-4325.
9. Farnham, M.V. (2001) Characteristics of cabbage resistance to jaundice fusarium / Farnham M.V., A.P. Keynat, J.P. Smith // Dis.... kand. Biol. sciences. – 2001. - № 85. – P. 890-894.
10. Gaiser D.M. Database of DNA sequences for identification of Fusarium // Molecular diversity and PCR detection of toxicogenic Fusarium species and ochratoxigenic fungi. Springer, the Netherlands. - 2004. - P. 473-479.

Надежда Алексеевна Ахромеева

Магистрант 2-го курса КубГАУ факультета
Агрономии и экологии
E-mail: ahronadya@yandex.ru

Владимир Николаевич Иванов

Магистрант 2-го курса КубГАУ факультета
Агрономии и экологии
E-mail: Cimba20001@gmail.com

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

Елена Викторовна Дубина

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

Юлия Александровна Макуха

Старший научный сотрудник лаборатории
информационных, цифровых и биотехнологий
E-mail: макуха69@mail.ru

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

Nadezhda Alekseevna Akhromeeva

2nd year master's student at KubSAU, Faculty of
Agronomy and Ecology
E-mail: ahronadya@yandex.ru

Vladimir Nikolaevich Ivanov

2nd year master's student at KubSAU, Faculty of
Agronomy and Ecology
E-mail: Cimba20001@gmail.com

All: FGBOU KubSAU named after I.T. Trubilin
13, Kalinina st., Krasnodar, 350044, Russia

Elena Viktorovna Dubina

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

Julia Alexandrovna Makukha

Senior Researcher at the Laboratory of Information,
Digital and Biotechnology
E-mail: makyxa69@mail.ru

All: FSBSI "FSC of rice"
3, Belozerny, Krasnodar, Russia, 350921

DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-47-51
УДК 631.46 : 633.18 : 626.841.4 (470.62)

Тешева С. А., канд. биол. наук,
Слюсарев В. Н., д-р с.-х. наук,
Осипов А. В., канд. с.-х. наук,
Суминский И. И.
г. Краснодар, Россия

МИКОФЛОРА ПОЧВ РИСОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ КУБАНИ

Зона рисосеяния Краснодарского края находится в низовьях реки Кубань на пойменных и плавневых землях. Почвы, вовлекаемые под культуру риса, с момента их использования вступают в фазу изменений вне зависимости от их генезиса. Неогенез определяется главным образом установлением постоянного затопления в течение 5 месяцев, что обуславливает создание в почвах восстановительных условий. Вследствие этих изменений меняется характер и направленность биологических, химических, физико-химических превращений, что приведет к значительному увеличению негативного влияния на видовой и количественный состав микромицетов. В связи с этим целью исследований явилось изучение изменений качественного и количественного состава микофлоры лугово-черноземной почвы под влиянием культуры риса. Исследования проводились на рисовой оросительной системе в Красноармейском районе Краснодарского края в 2022 году. Пробы почвы в слоях 0-10, 10-20 см отбирали перед посевом, после затопления, после уборки. В результате исследований проведена оценка микологического состояния лугово-черноземной почвы рисового агроценоза. Установлена сезонная динамика количественного и качественного состава микофлоры. В начале вегетации риса почва более насыщена представителями супрессивной группы, отмечены признаки почвоутомления. В осенний период соотношение условно-супрессивной к сапротрофной и патогенной микоте составило в верхнем слое почвы 1,5 : 4,5 : 7. Отмечен рост колоний микромицета рода *Триходерма*, что подтверждает начало длительного процесса восстановления почвы.

Ключевые слова: лугово-черноземная почва, здоровье почвы, рисовая оросительная система, микофлора, рисовый агроценоз, почвоутомление, антифитопатогенный потенциал.

SOIL MICROFLORA OF RICE AGROCENOSES OF KUBAN

The rice-growing zone of the Krasnodar Territory is located in the lower reaches of the Kuban River on floodplain and floodplain lands. The soils involved in rice cultivation enter a phase of change from the moment they are used, regardless of their genesis. Neogenesis is mainly determined by the establishment of constant flooding for 5 months, which causes the creation of regenerative conditions in soils. As a result of these changes, the nature and direction of biological, chemical, physico-chemical transformations are changing. Such changes have led to a significant increase in the negative impact on the species and quantitative composition of micromycetes. In this regard, the purpose of the research is to study changes in the qualitative and quantitative composition of the mycoflora of meadow-chernozem soil under the influence of rice culture. The research was carried out on the rice irrigation system in the Krasnoarmeysky district of the Krasnodar Territory in 2022. Soil samples in layers of 0-10, 10-20 cm were taken before sowing, after flooding, after harvesting. As a result of the research, the mycological state of the meadow-chernozem soil of the rice agroecosystem was assessed. The seasonal dynamics of the quantitative and qualitative composition of mycoflora has been established. At the beginning of the rice growing season, the soil is more saturated with representatives of the suppressive group, signs of soil fatigue are noted. In the autumn period, the ratio of conditionally suppressive to saprotrophic and pathogenic mycota in the upper soil layer was 1.5 : 4.5 : 7. The growth of colonies of a micromycete of the genus *Trichoderma* was noted, which confirms the beginning of a long process of soil restoration.

Key words: meadow-chernozem soil, soil health, rice irrigation system, mycoflora, rice agroecosystem, soil fatigue, antiphytopathogenic potential.

Введение

Микофлора является важным информативным показателем происходящих в почве изменений. Одними из основных компонентов биоты, имеющих непосредственное отношение к процессам почвообразования и круговорота веществ являются почвенные микромицеты. Это обусловлено тем, что с почвой связано большое количество фитопатогенов; микромицеты с сапротрофным типом питания уча-

ствуют в деструкции послеуборочных остатков; грибы-антагонисты обеспечивают антифитопатогенный потенциал [1, 2, 3, 4, 6]. Изучение разнообразия микофлоры важно с точки зрения способности почвы к самовосстановлению при длительном антропогенном воздействии, т. к. орошение, применение различных видов удобрений и средств защиты растений оказывает существенное влияние на биологические, физико-химические свойства почвы. Избыточное ув-

лажнение, которое наблюдается в почвах рисовых агроценозов, оказывают многообразное действие на динамику численности микроорганизмов как в течение вегетационного периода, так и по профилю почвы, вызывая существенные изменения в соотношении и численности различных групп микроорганизмов [3, 11]. Рядом исследователей установлено, что при смене аэробных (до затопления почвы слоем воды) на анаэробные (после затопления почвы слоем воды) изменяются сообщества почвенных микромицетов, перестраивается и сужается их видовое разнообразие [7, 10, 11, 12]. Соотношение и видовой состав почвенной микоты, их расположение в почвенных горизонтах зависит от различных свойств почвы. Информация о видовом и количественном составе почвенных грибов в различных агроценозах, соотношении патогенных и супрессивных видов, дает возможность определения величины антифитопатогенного потенциала, который даст возможность прогнозировать способность почвы противостоять различным проявлениям патогенных грибов и выделить супрессивные ее качества [7, 14].

Цель исследований

Изучить влияние технологии выращивания риса на качественный и количественный состав микофлоры почв рисового агроценоза.

Материалы и методы

Исследования проводили на рисовой оросительной системе в Красноармейском районе Краснодарского края в 2022 году. Почва опытного участка – лугово-черноземная слабогумусная среднесиловая глинистая на аллювиальных глинах. Технология выращивания риса общепринятая в Краснодарском крае [8]. Режим орошения – укороченное затопление. Предшественник – занятой пар. Состав микромицетов изучали на минеральном фоне $N_{155}P_{40}K_{40}$ ($N_{40}P_{40}K_{40}$ перед посевом + N_{46} в подкормку в фазу всходов + N_{69} в подкормку в фазу кущения). Пробы почвы в слоях 0-10, 10-20 см отбирали перед посевом, после затопления, после уборки. Микологический анализ почвенных образцов проводился по методике Easten [13].

Результаты и обсуждение

Орошение является мощным антропогенным фактором воздействия на почву, обуславливающим изменения водного, температурного и солевого режимов почвы, динамики окислительно-восстановительных процессов, количество растительных остатков и условия их трансформации, снижение плодородия почв [5, 8, 9]. С началом использования под рисосеяние лугово-черноземные почвы теряют благоприятные физические свойства: происходит уплотнение и разагрегатирование компонентов микроструктур, угнетение биоты, уменьшение органического вещества, что свидетельствует о процессах деградации. Затопление слоем воды на продолжительное время рисовых полей вызывает также из-

менения в динамике почвенных процессов и сказывается в первую очередь на эффективном плодородии почвы [5, 8, 9, 10]. Уровень плодородия почвы в значительной степени обуславливается участием микроорганизмов в разложении растительных остатков, синтезе и деструкции гумуса, формировании фитосанитарного состояния почвы, фиксации атмосферного азота [3, 11, 12]. Представители почвенной микрофлоры, грибы и актиномицеты, участвуют в трансформации органического вещества почвы. Являясь сапротрофами, они способны к усвоению труднодоступных органических и минеральных соединений, способствуют снижению инфекционного фона. Грибы-антагонисты обеспечивают антифитопатогенный потенциал почвы [7]. В связи с этим их количество и видовой состав может служить важной характеристикой микробиологической активности почвы.

По результатам микологического анализа лугово-черноземной почвы были выделены различные виды микромицетов, относящиеся к 8 родам: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Fusarium Link*, *Alternaria Ness*, *Trichothecium Link*, *Trichoderma*. Выделенную микофлору можно разделить на следующие эколого-трофические группы: условно-патогенные, сапротрофы и условно-супрессивные. Условно-супрессивные грибы, попадая в почву вместе с послеуборочными остатками формируют популяцию, участвующую в трансформации органического вещества, а также накапливают огромный запас почвенной инфекции. Это микромицеты рода *Alternaria Ness*, *Fusarium Link*, *Trichothecium Link*. Сапротрофы являются типичными представителями почвенной микофлоры и активно участвуют в утилизации послеуборочных остатков, являющихся резерваторами различной фитопатогенной инфекции. К ним относятся *Mucor*, *Rhizopus*. Условно-супрессивные микромицеты, которые в процессе жизнедеятельности способны синтезировать антибиотические вещества, оказывающие подавляющее воздействие на фитопатогенную микофлору. К ним относятся представители родов *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Trichoderma*.

Анализ характера сезонного изменения представителей различных видов микобиоты и их численности в лугово-черноземной почве рисового агроценоза выявил существенные различия. Это проявляется в формировании микромицетов по фазам вегетации риса. В апреле перед посевом риса их численность ниже, чем в первые дни после затопления. Низкая температура лимитировала развитие почвенных микромицетов (+13,1 °C), несмотря на количество выпавших осадков в пределах нормы (29,4 мм). По видовому составу выделены представители сапротрофной группы: *Mucor* и *Rhizopus*, являющиеся резерваторами различной фитопатогенной инфекции. Количество их коло-

ний в 1 г абсолютно сухой почвы не превышало 1,0 и 1,5 КОЕ в 1 г/абс. сухой почвы соответственно. Условно-супрессивная группа представлена видами из родов *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.* (3,0 и 2,0 КОЕ в 1 г/абс. сухой почвы). Преобладающее содержание в почве условно-супрессивной группы представителей родов *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.* с высокими токсинообразующими свойствами свидетельствуют о наличии признаков почвоутомления.

В первые дни после затопления содержание микромицетов возрастает и особенно, в верхнем слое почвы (0-10 см) до 1,5 и 2,0 КОЕ соответ-

ственно, где и локализована основная масса этих микроорганизмов. Это зависело от сочетания факторов, благоприятных для развития микромицетов и прорастания риса: в третьей декаде мая температура повысилась до оптимального значения (18,7 °C), увеличилась влажность почвы, были внесены минеральные удобрения (табл. 1). Однако через месяц (в июне) количество их в почве резко уменьшается. Это связано с наличием значительного переувлажнения, усилением в почве восстановительных процессов, угнетающе действующих на развитие микоты, а также с проведением химической прополки.

Таблица. Таксономический состав и частота встречаемости почвенных грибов, тыс. КОЕ на 1 г а.с.п.

Вид угодий	Слой почвы, см	Сапротрофная группа	Количество колоний в 1 г/абс. сухой почвы	Условно-супрессивная группа	Количество колоний в 1 г/абс. сухой почвы	Условно-патогенная группа	Количество колоний в 1 г/абс. сухой почвы
апрель							
РОС	0-10	<i>Mucor</i>	1,0	<i>Penicillium spp.</i>	3,0	<i>Alternaria Ness</i>	1,0
		<i>Rhizopus</i>	1,5	<i>Aspergillus spp.</i>	2,0	0	0
	10-20	<i>Mucor</i>	1,0	<i>Penicillium spp.</i>	2,5	0	0
		<i>Rhizopus</i>	1,0	<i>Aspergillus spp.</i>	1,5	0	0
май							
РОС	0-10	<i>Mucor</i>	1,5	<i>Penicillium spp.</i>	3,5	<i>Alternaria Ness</i> 0	1,0
		<i>Rhizopus</i>	2,0	<i>Aspergillus spp.</i>	2,5	0	0
	10-20	<i>Mucor</i>	1,2	<i>Penicillium spp.</i>	3,5	0	0
		<i>Rhizopus</i>	1,0	<i>Aspergillus spp.</i>	2,0	0	0
сентябрь							
РОС	0-10	<i>Mucor</i>	0,5	<i>Trichoderma</i>	4,5	<i>Fusarium Link</i>	3,0
		<i>Rhizopus</i>	1,0			<i>Alternaria Ness</i>	2,5
						<i>Trichothecium Link</i>	1,5
	10-20	<i>Mucor</i>	0,5	<i>Trichoderma</i>	4,0	<i>Fusarium Link</i>	2,5
		<i>Rhizopus</i>	1,0			<i>Alternaria Ness</i>	2,2
						<i>Trichothecium Link</i>	1,3

После уборки и просушки чеков (сентябрь) ввиду смены водного режима происходят количественные и качественные изменения микологического состава почвы. Оптимальный температурный режим (среднемесячная температура 19,3°C) и хорошее увлажнение (среднемесячное количество выпавших осадков 59,4 мм) обеспечили активизацию развития микромицетов. Количество патогенных видов увеличивается в сравнении с весенним периодом до посева риса и в первые дни после залива чеков водой. Однако при этом наметилась тенденция роста колоний супрессивного микромицетарода *Trichoderma* с максимальным значением в верхнем слое (0-10 см). Эта позитивная динамика говорит о возможности начала длительного процесса восстановления почвы.

Важным показателем супрессивности почвы является соотношение сапротрофов к супрессивным микромицетам (антифитопатогенный потенциал). В результате исследования выявлено, что на данный показатель оказывает влияние технология возделывания риса: перед посевом и в первые дни после затопления величина соотношения была в сторону условно-супрессивной микрофлоры (2,5 : 5 : 1,0 и 2 : 4 соответственно в слое 0-10 и 10-20 см), что показывает признаки почвоутомления. После уборки риса соотношение условно-супрессивной к сапротрофной и патогенной микоте сдвинулось в сторону патогенов (1,5 : 4,5 : 7 и 1,5 : 4 : 6 соответственно в слое 0-10 и 10-20 см), что говорит о характере инфекционной нагрузки в исследуемой почве.

Выводы

1. Наибольшее количество представителей различных родов почвенных грибов сосредоточено в верхнем слое почвы 0-10 см.

2. В течение вегетационного периода риса в почве отмечается своеобразная динамика отдельных групп микромицетов: условно-супрессивная в

поверхностном слое (0-10 см) преобладает до посева и в первые дни после залива, условно-патогенная – после уборки риса.

3. В осенний период после уборки риса выявлен рост колоний микромицета рода *Trichoderma*, что говорит о возможности начала процесса медленного восстановления почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаркуша, С.В. Фитосанитарное состояние посевов риса в Краснодарском крае / С.В. Гаркуша, С.А. Тешева, Д.А. Пищенко // Защита растений от вредных организмов: Материалы 10-й междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2021. – С. 86-88.
2. Дарийчук, Д.Д. Микопатогены семян гороха / Д.Д. Дарийчук, Е.В. Егорова // Студенческая наука – взгляд в будущее: Материалы Всероссийской студенческой научной конференции. – Краснодар, 2020. – С. 64-65.
3. Ладатко, А. Г. Характер микробиологических процессов в затопляемых почвах рисовых полей / А. Г. Ладатко // Развитие инновационных процессов в рисоводстве - базовый принцип стабилизации отрасли: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар: ВНИИ риса, 2005. – С. 247-262.
4. Лакиза, С. А. Микофлора чернозема выщелоченного в агроценозе озимой пшеницы в условиях Северо-Западного Предкавказья / С. А. Лакиза, Е. В. Егорова, Л. М. Онищенко // Защита растений от вредных организмов. Материалы X международной научно-практической конференции. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – С. 209-211.
5. Лихобабина, Н. А. Характеристика показателей эффективного плодородия лугово-черноземной почвы / Н. А. Лихобабина, А. М. Тешев, С. А. Тешева // Материалы Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых: Вектор современной науки. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – С. 214-216.
6. Михайлова, В.А. Оценка фитосанитарного состояния семенных посевов риса / Михайлова В.А., Надеждин А.А., Тешева С.А.// Материалы Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых: Вектор современной науки. – Краснодар: КубГАУ, 2022. - С.248-249.
7. Пикушова, Э.А. Влияние элементов агротехники на почвенный микробиоценоз при возделывании озимой пшеницы по различным предшественникам / Э.А. Пикушова, И.В. Бедловская, Л.А. Корастылева, В.С. Горьковенко, М.А. Беседина // Агроэкологический мониторинг в Земледелии Краснодарского края. – Краснодар, 2008. – С. 74-87.
8. Система рисоводства Российской Федерации: Рекомендации / Под общ. ред. С.В. Гаркуши. – Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса», Просвещение-Юг, 2022. – 368 с.
9. Слюсарев, В. Н. Антропогенное воздействие на состав и свойства почв рисовых агроценозов дельты реки Кубани / В. Н. Слюсарев, А. В. Осипов, С. А. Тешева, И. И. Суминский // Рисоводство. – Краснодар, 2021. – № 4 (53). – С. 43-47.
10. Сидоренко, А.В. Почвенная биота рисовых почв Кубани / А.В. Сидоренко // Материалы шестой научно-практической конференции «Научное обеспечение агропромышленного комплекса». – Краснодар: КубГАУ, 2004. С. 368-370.
11. Сидоренко, А.В. Почвенная биота рисовых почв Кубани / А.В. Сидоренко // Материалы Международной научной конференции «Экология и биология почв». – Ростов-на-Дону, 2005. – С. 452-454.
12. Сидоренко О.Д. Основы регулирования почвенного плодородия при возделывании риса: Автореф. докт. дисс. – Минск, 1992. – 28 с.
13. Easton, G. D. A method of estimating *Verticillium albo-atrum* propagules in field soil and irrigation waste water. / G. D. Easton, M. E. Nagle, D. L. Bailey // Fitopatology. – 1969. – Vol. 59. – № 8. – P. 1171-1172.
14. Tikhonovich I.A., Lugtenberg B.I., Provorov N.A. Molecular plant-microbe interactions: new briolges between past and future (editorial remarks) // Biology of plant-microbe interactions. St.-Peterburg. Russia, july, 2003. - V. 4.- P. 17-19.

REFERENCES

1. Garkusha, S.V. Phytosanitary condition of rice crops in the Krasnodar Territory / S.V. Garkusha, S.A. Tesheva, D.A. Pishchenko // Plant protection from harmful organisms: Materials of the 10th International Scientific and Practical conference. – Krasnodar, 2021. – P. 86-88.
2. Dariychuk, D.D. Mycopathogens of pea seeds / D.D. Dariychuk, E.V. Egorova // Student Science – a look into the future: Materials of the All-Russian Student Scientific Conference. – Krasnodar, 2020. – P. 64-65.
3. Ladatko, A. G. The nature of microbiological processes in flooded soils of rice fields / A. G. Ladatko // Development of innovative processes in rice farming - the basic principle of industry stabilization: Materials of the All-Russian scientific and practical conference. Krasnodar: Research Institute of Rice. -2005. - P. 247-262.
4. Lakiza, S. A. Mycoflora of leached chernozem in the agrocenosis of winter wheat in the conditions of the Northwestern Caucasus / S. A. Lakiza, E. V. Egorova, L. M. Onishchenko // Protection of plants from harmful organisms. Materials of the X international scientific and practical conference. – Krasnodar: KubGAU, 2021. – P. 209-211.
5. Likhobabina, N. A. Characteristics of indicators of effective fertility of meadow-chernozem soil / N. A. Likhobabina, A.M. Teshev, S. A. Tesheva // Materials of the International scientific and practical conference of students and young scientists: Vector of modern science. Krasnodar: KubGAU, 2022. – P. 214-216.
6. Mikhailova, V.A. Assessment of the phytosanitary condition of rice seed crops / V.A. Mikhailova, A.A. Nadezhdin, S.A. Tesheva // Materials of the International scientific and practical Conference of students and young scientists: Vector of modern science. – Krasnodar: KubGAU, 2022. - P. 248-249.
7. Pikushova, E.A. The influence of agrotechnical elements on soil microbiocenosis in the cultivation of winter wheat according to various precursors / E.A. Pikushova, I.V. Bedlovskaya, L.A. Korastyleva, V.S. Gorkovenko, M.A. Besedina //

Agroecological monitoring in Agriculture of the Krasnodar Territory. – Krasnodar, 2008. – P. 74-87.

8. The rice farming system of the Russian Federation: Recommendations / Under the general editorship of S.V. Garkusha. – Krasnodar: FSBI “FNC rice”, Prosveshchenie-Yug, 2022. – 368 p.

9. Slyusarev, V. N. Anthropogenic impact on the composition and properties of soils of rice agrocenoses of the Kuban River delta / V. N. Slyusarev, A.V. Osipov, S. A. Tesheva, I. I. Suminsky // Rice farming. – Krasnodar, 2021. – № 4 (53). – P. 43-47.

10. Sidorenko, A.V. Soil biota of rice soils of Kuban / A.V. Sidorenko // Materials of the sixth scientific and practical conference “Scientific support of the agro-industrial complex”. Krasnodar: KubGAU, 2004. – P. 368-370.

11. Sidorenko, A.V. Soil biota of rice soils of Kuban / A.V. Sidorenko // Materials of the International Scientific Conference “Ecology and Biology of soils”. – Rostov-on-Don, 2005. – P. 452-454.

12. Sidorenko O.D. Fundamentals of soil fertility regulation in rice cultivation: Abstract. doct. diss. – Minsk, 1992. – 28 p.

13. Easton, G. D. A method of estimating Vertisillum albo-atrum propagules in field soil and irrigation waste water. / G. D. Easton, M. E. Nagle, D. L. Bailey // Fitopatology. – 1969. – Vol. 59. – № 8. – P. 1171-1172.

14. Tikhonovich I.A. Molecular plant-microbe interactions: new briolges between past and future (editorial remarks) / I. A. Tikhonovich, B.I. Lugtenberg, N.A. Provorov // Biology of plant-microbe interactions. – St.-Peterburg, Russia, 2003. – V. 4. – P. 17-19.

Сусанна Аслановна Тешева

Ведущий научный сотрудник лаборатории семеноводства и семеноведения ФГБНУ «ФНЦ риса», доцент кафедры почвоведения Кубанского ГАУ

E-mail: satecheva@mail.ru

Susanna Aslanovna Tesheva

Leading researcher of the laboratory of seed production and seed science FSBSI Federal Scientific Rice Centre, associate professor of the department of soil science,

Kuban State Agrarian University

E-mail: satecheva@mail.ru

Валерий Никифорович Слюсарев

Профессор кафедры почвоведения Кубанского ГАУ

E-mail: vskubsoil@gmail.com

Valery Nikiforovich Slyusarev

Professor of the Department of Soil Science, Kuban State Agrarian University

E-mail: vskubsoil@gmail.com

Александр Валентинович Осипов

Доцент кафедры почвоведения Кубанского ГАУ

E-mail: kubsoil@mail.ru

Alexander Valentinovich Osipov

Associate professor of the department of soil science, Kuban State Agrarian University

E-mail: kubsoil@mail.ru

Игорь Игоревич Сумиский

Ассистент кафедры почвоведения Кубанского ГАУ

E-mail: kubsoil@mail.ru

Igor Igorevich Sumisky

Assistant of the Department of Soil Science, Kuban State Agrarian University

E-mail: kubsoil@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ риса»

350091, Россия, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

E-mail: arrri_kub@mail.ru

FSBSI “FSC of Rice”

3, Belozerniy, Krasnodar, 350921, Russia

E-mail: arrri_kub@mail.ru

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

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

DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-52-59
УДК:631.52:635.61

Ковалева Е.В.,
Лазько В.Э., канд. с.-х. наук,
Радько Д.П.,
Якимова О.В.
г. Краснодар, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНГИЦИДОВ МЕТАБАКТЕРИН И ПЛАНТАРЕЛ, BP НА СЕМЕНОВОДЧЕСКИХ ПОСЕВАХ ДЫНИ СОРТА ЗОЛОТИСТАЯ

Получены результаты по применению фунгицидов Метабактерин и Плантарел на семеноводческих посевах дыни сорта Золотистая. Урожайность плодов и семян дыни зависит от многих факторов, один из которых фитосанитарное состояние посевов. Погодные условия вегетационного периода в начале цветения способствовали инфицированию растений бактериозом и пиноспорозом. Без применения защитных мероприятий более половины (51 %) растений дыни были повреждены бактериозом. Во второй половине лета высокие температуры и отсутствие осадков сдерживали активное развитие пиноспороза, к уборке урожая только 12 % растений имели повреждения грибным заболеванием. Двухкратная обработка препаратами значительно ограничила распространение и повреждение растений бактериозом и пиноспорозом. Фитотоксичность Метабактерина и Плантарела, BP для вредоносных патогенов была высокой, что отразилось в прибавке урожая плодов на 2,86...2,92 т/га и увеличении урожайности семян на 13,7...14,0 кг/га в сравнении с контрольным вариантом. Применение препаратов при обнаружении первых признаков повреждения растений патогенами способствовало сохранению фитомассы растений, которая обеспечила сбор более крупных плодов по массе и большее накопление сухих растворимых веществ в мякоти плодов третьего и четвертого сборов. Применение фунгицидов бактериологический и микологический анализы показали, что на семенах из плодов с растений, обработанных Плантарелом, BP и Метабактерином нет патогенной микрофлоры. Оба препарата обладают ростостимулирующим действием. Замачивание семян дыни перед посевом способствовало получению дружных всходов на три дня раньше, чем при замачивании в воде.

Ключевые слова: дыня, семеноводство, фунгицид, бактериоз, пиноспороз, урожайность плодов и семян.

APPLICATION OF FUNGICIDES METABACTERIN AND PLANTAREL, VR ON SEED CROWS OF MELONS VARIETY GOLDEN

Results were obtained on the use of fungicides Metabacterin and Plantarel on seed crops of the Zolotistaya melon variety. The yield of melon fruits and seeds depends on many factors, one of which is the phytosanitary condition of the crops. Weather conditions during the growing season at the beginning of flowering contributed to the infection of plants with bacteriosis and pyronosporosis. Without the use of protective measures, more than half (51 %) of the melon plants were damaged by bacteriosis. In the second half of summer, high temperatures and lack of precipitation restrained the active development of pyronosporosis; by harvest, only 12 % of plants were damaged by the fungal disease. Double treatment with the preparations significantly limited the spread and damage of plants by bacteriosis and pyronosporosis. The phytotoxicity of Metabacterin and Plantarel, BP for harmful pathogens was high, which was reflected in an increase in fruit yield - by 2.86...2.92 t/ha and an increase in seed yield - by 13.7...14.0 kg/ha more, in comparison with the control option. The use of drugs upon detection of the first signs of plant damage by pathogens contributed to the preservation of plant phytomass, which ensured the collection of larger fruits by weight and a greater accumulation of dry soluble substances in the pulp of the fruits of the third and fourth harvest. Application of fungicides Bacteriological and mycological analyzes showed that there are no pathogenic microflora on seeds from fruits from plants treated with Plantarel, BP and Metabacterin. Both drugs have a growth-stimulating effect. Soaking melon seeds before sowing contributed to the emergence of vigorous shoots three days earlier than when soaked in water.

Key words: melon, seed production, fungicide, bacteriosis, pyronosporosis, fruit and seed yield.

Введение

Дыня - однодомное перекрестноопыляемое энтомофильное растение, которое предъявляет высокие требования к условиям среды, развивает большую по объему корневую систему и менее требовательная к влаге, чем арбуз [11, 13, 16, 17].

Особое значение для оплодотворения семян, развития плодов и семян оказывает благоприятный воздушно-почвенный температурный и водный баланс, наличие насекомых опылителей, обеспеченность растений элементами минерального питания и фитосанитарное состояние посевов. Нарушение,

одного из этих условий приводит к снижению урожайности, биологического потенциала семенной продуктивности, опадению завязей и даже гибели растений [1, 4, 6, 7].

В последние годы в Краснодарском крае инфекционные заболевания наносят значительный ущерб посевам бахчевых культур. Особенно после возврата низких температур в мае, которые значительно ослабляют иммунитет растений. Инфекции поражают растения во все фазы роста. Большое значение в развитии патогенов имеет температура – это один из основных факторов, влияющих на восприимчивость растений дыни. Заболевания всходов чаще наблюдается при низкой температуре почвы (от 10-14 °С), взрослых растений – при высокой температуре воздуха днем (выше 25 °С) и контрастно низкой температурой ночью. Колебания температур является предрасполагающим фактором к заболеванию растений дыни бактериозом, пионоспорозом, вирусными инфекциями и др. Инфицирование растений особенно активно происходит в теплую, дождливую погоду. В период роста многие патогены распространяются с больших растений дождем, ветром и насекомыми, а также во время ухода за растениями.

Сегодня на рынке присутствует достаточно большое количество пестицидов против основных заболеваний дыни, однако часто в рекомендациях отсутствует или дана обобщенная информация по их применению. Для увеличения эффективности применения фунгицидов необходим мониторинг посадок бахчевых культур с целью выявления начала инфицирования болезнями, проведение обработок на самых ранних этапах при выявлении первых признаков повреждений растений и не допускать ошибок и полностью соблюдать рекомендации по работе с препаратами.

Результаты, полученные в ходе исследования, дают возможность получить объективную оценку эффективности препаратов против определенного патогена при использовании на конкретной культуре.

Для препаратов Метабактерин и Плантарел, ВР,

обладающих достаточно высокой фунгицидной эффективностью против целого набора патогенов, есть рекомендации по применению на овощных культурах, однако рекомендаций по регламенту применения препаратов по снижению вредоносности основных заболеваний на бахчевых культурах недостаточно и они имеют обобщенный характер.

Цель исследований

Определить влияние фунгицидов Метабактерин и Плантарел, ВР на фитосанитарное состояние посевов, урожайность плодов и семян на участках размножения дыни сорта Золотистая.

Материалы и методы

Опыты проводили в центральной зоне Краснодарского края в отделе овощекртофелеводства ФГБНУ «ФНЦ риса» на семеноводческом участке дыни сорта Золотистая. Работу проводили в соответствии с методическими указаниями «Методикой полевого опыта в овощеводстве» С.С. Литвинова [10]. Первую обработку препаратами проводили в начале второй декады июля (12.07) в период цветения и начало роста первой завязи, при обнаружении появления первых признаков поражения растений. Повторно применяли обработку фунгицидами через 10 дней. Схема применения и нормы расхода фунгицидов представлены в таблице 1. Распространение болезней определяли путем подсчета растений с признаками заболеваний на делянке. Повторность в опыте трехкратная, расположение систематическое. Предшественник – озимый рапс. Площадь учетной делянки 40 м². Схема посева 2,0 × 0,8 м. Норма расхода рабочего раствора 1 л на делянку (250 л/га). Рабочий раствор готовили непосредственно перед обработкой. Растения обрабатывали с помощью ранцевого штангового электрического опрыскивателя «Лидер» ЭЛ-16л, обеспечивающего хорошую дисперсию рабочего раствора и равномерное распределение жидкости по поверхности растений. Результаты учета в опыте обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с помощью программы Microsoft Office Excel.

Таблица 1. Схема опыта

Наименование препарата	Норма расхода	Условия обработки
Контроль	вода	Замачивание семян перед посевом в течение 30 минут
Метабактерин	0,4 г/100 мл воды	Замачивание семян перед посевом в течение 30 минут
Плантарел	2 мл/100 мл воды	Замачивание семян перед посевом в течение 30 минут
Контроль	вода	Цветение, начало роста плодов
Метабактерин	80 г/га *	Цветение, начало роста плодов
Плантарел	300 мл/га *	Цветение, начало роста плодов
Контроль	вода	Через 7-10 дней после первой обработки
Метабактерин	80 г/га**	Через 7-10 дней после первой обработки
Плантарел	300 мл/га**	Через 7-10 дней после первой обработки

Примечание - *через 4 часа после обработки выпали осадки (2,2 мм)

Погодные условия периода вегетации бахчевых культур в 2023 году оказались очень сложные.

Осадков в мае выпало в 2,2 раза больше среднегогодовой нормы, что не позволяло провести

вовремя посев и затрудняло проведение уходных работ. В первые две декады июня также зафиксировано двукратное превышение среднегодовой нормы осадков (табл. 2). Повышенная влажность,

высокие температуры воздуха днем и контрастно низкие в ночное время создали благоприятные условия для распространения целого комплекса болезней на посевах бахчевых культур.

Таблица 2. Метеорологические условия в период май-июль (данные АМП КубГАУ, 1 отделение учхоз «Кубань», 2023 г.)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С		Осадки, мм	
		2023	Средняя многолетняя	2023	Средние многолетние
Май	1	9,4	15,0	58,2	18,0
	2	11,7	16,8	1,8	19,0
	3	17,1	18,5	65,2	20,0
За месяц		11,7	16,8	125,2	57,0
Июнь	1	17,2	19,5	67,0	22,0
	2	18,7	20,4	66,8	23,0
	3	17,0	21,3	20,4	22,0
За месяц		17,6	20,4	154,2	67,0
Июль	1	24,5	22,5	1,6	21
	2	28,1	23,2	2,2	20
	3	29,3	23,8	0	19
За месяц		27,3	23,2	3,8	60

Результаты и обсуждение

Семена дыни сорта Золотистая замачивали перед посевом в растворах Метабактерина и Плантарела, ВР для определения влияния препаратов на скорость появления всходов. Благодаря ростостимулирующему эффекту препаратов у обработанных семян всходы появились на четыре дня раньше, чем при замачивании в воде. Преимущество в опережении по фазам роста сохранялось до начала цветения и роста первой завязи. К созреванию плодов заметной разницы между вариантами опыта не отмечено.

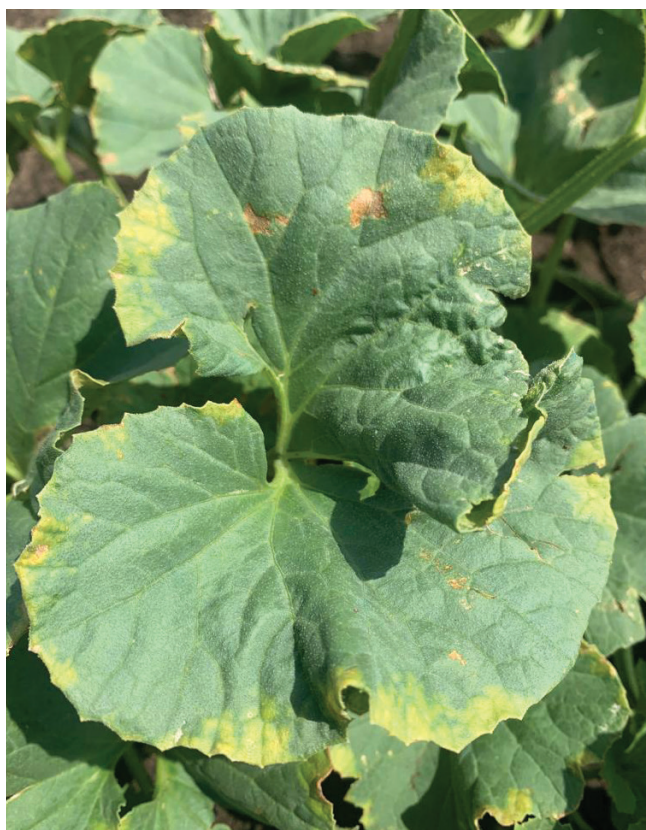
Повышенная влажность, высокие температуры воздуха днем и контрастно низкие температуры ночью в середине июля оказались предрасполагающими факторами к заболеванию растений дыни бактериозом и пиноспорозом. Начало поражения растений дыни бактериозом и пиноспорозом отмечено в фазу цветения и начала роста плодов первой завязи. В момент первой обработки фунгицидами (12.07.) у 11 % растений дыни на

листовых пластинках были признаки заражения бактериозом (табл. 3, рис. 1) и 3 % растений имели первые признаки заболевания пиноспорозом (рис. 2). С конца июля отсутствие осадков, низкая влажность воздуха и высокие температуры сдерживали развитие пиноспороза, но были благоприятные условия для поражения растений бактериозом. Через 30 дней к началу уборки после появления первых признаков поражения более половины растений (51 %) были поражены бактериозом. Пиноспорозом было повреждено 12 % растений. Применение фунгицида Метабактерин сдерживало развитие патогенов. На обработанных участках количество заболевших растений бактериозом было в 2,8 раза меньше, пиноспорозом в 1,5 раза меньше, чем в контроле. Следует отметить, что защитный эффект у Плантарела, ВР выше в сравнении с Метабактерином. К уборке пораженных растений бактериозом было в 5,7 раза меньше, чем без обработки и в 2 раза меньше было поврежденных пиноспорозом.

Таблица 3. Распространение заболеваний на растениях дыни, %

Вариант	Дней после первой обработки							
	0*		10**		20		30	
	бактериоз	пиноспороз	бактериоз	пиноспороз	бактериоз	пиноспороз	бактериоз	пиноспороз
Контроль	11	3	21	5	26	7	51	12
Метабактерин			12	4	14	5	18	8
Плантарел, ВР			8	4	8	4	9	6

Примечание - 0* - первая обработка препаратами, 10** - вторая обработка препаратами (через 10 дней после первой)



А



Б

Рисунок 1. Поражение растений дыни бактериозом (А) и пироноспорозом (Б)

Урожайность дыни зависит от сохранившегося к уборке количества растений, продуктивности и массы плодов. Условия вегетационного периода в 2023 году были очень сложными: поздняя весна, обильные осадки в апреле – мае, поздний посев, отсутствие осадков с середины июля, дефицит влаги, высокие температуры, фитосанитарное состояние посевов, поражение растений бактериозом и другие факторы в значительной степени повлияли на урожайность плодов и семенную продуктивность. Урожайность плодов в контрольном варианте составила 17,48 т/га. Максимальный урожай дыни был при первом сборе плодов – 9,22 т/га. Во второй сбор собрали 5,8 т/га. При двух последующих сборах собрали 2,46 т/га (табл. 4).

Применение фунгицидов изменило фитосанитарное состояние посевов, что в свою очередь повлияло на урожайность плодов. В первый сбор убрано плодов на 0,25...0,31 т/га больше, чем с контрольного варианта. При втором сборе плодов превышение составило 0,78...1,61 т/га. Значительно больше было собрано плодов в последующие сборы, из-за повреждения растений бактериозом в контрольном варианте. При третьем сборе урожайность плодов превышала контроль в 1,8...2,1 раза, при четвертом – в 0,8...1,4 раза (рис. 2). В общем, на участках, обработанных фунгицидами было собрано плодов дыни на 2,86...2,92 т/га боль-

ше, чем без применения препаратов. Анализ показателей урожайности дыни в динамике показал, что фунгицидный эффект и длительность защитного действия у препарата Метабактерин был ниже в сравнении с Плантарелом, ВР.

Применение фунгицидов повлияло на среднюю массу плодов дыни, которая была практически одинаковой в вариантах обработки препаратами. На растениях без обработки средняя масса плодов при каждом сборе была ниже: при первом сборе на 0,24...0,37 кг, при втором – на 0,07...0,13 кг, при третьем – на 0,20...0,35 кг. Применение препаратов способствовало меньшему повреждению растений бактериозом и пироноспорозом практически до созревания плодов. Вследствие этого в мякоти плодов накапливалось большее количество сухих растворимых веществ (СРВ) по сравнению с контролем.

Опыление, оплодотворение, рост и созревание плодов проходили на фоне высоких температур и низкой влажности. Растения дыни с хорошо развитой и не поврежденной листовой поверхностью лучше переносили температурные стрессы и дефицит влаги в этот период. Применение фунгицидов в значительной степени защитило растения от поражения бактериозом и пироноспорозом. Это повлияло на количество и массу семян в одном плоде, убранных при третьем и четвертом сборах.

Урожайность семян при обработке Метабактерином позволила получить на 13,7 кг/га больше, чем без применения препарата. Максимальный урожай

семян был получен из плодов дыни с растений, обработанных Плантарелом, ВР (102,1 кг/га), который превышал контроль на 14,0 кг/га (табл. 5).

Таблица 4. Влияние листовой обработки фунгицидами на урожайность, массу плодов и содержание сухих растворимых веществ в мякоти плодов дыни сорта Золотистая

Вариант	Сбор плодов	Масса одного плода, кг			СРВ, %			Урожайность, т/га
		min	max	mid	min	max	mid	
Контроль	1	1,08	2,36	1,51	10,0	15,0	13,0	9,22
	2	0,87	1,40	1,26	9,0	11,9	10,5	5,80
	3	1,02	1,54	1,40	10,1	13,8	11,5	1,18
	4	0,73	1,27	1,06	10,0	12,4	11,0	1,28
	всего							17,48
Метабактерин	1	1,35	2,03	1,88	12,1	15,9	14,1	9,47
	2	1,21	1,48	1,33	9,3	13,2	11,5	7,41
	3	1,07	1,64	1,44	10,2	13,9	11,0	2,10
	4	0,86	1,32	1,26	10,8	12,5	11,3	1,36
	всего							20,34
Плантарел, ВР	1	1,06	1,97	1,75	9,2	15,3	12,1	9,53
	2	1,11	2,12	1,39	9,5	13,8	12,0	6,58
	3	0,98	1,66	1,42	10,5	14,3	12,5	2,46
	4	0,94	1,34	1,41	9,9	11,3	10,5	1,83
	всего							20,40
		Fфакт.19,28> Fтеор.3,28			Fфакт.29,92> Fтеор.3,28			Fфакт.145,83> Fтеор.4,06

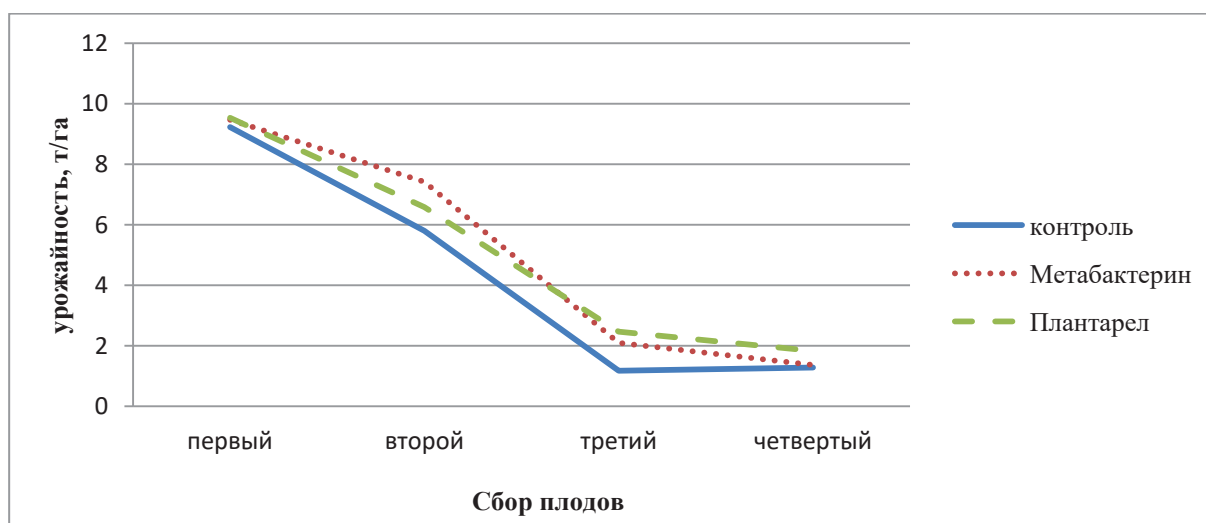


Рисунок 2. Урожайность дыни в динамике сборов плодов

Таблица 5. Влияние листовой обработки фунгицидами на семенную продуктивность и урожайность семян дыни сорта Золотистая

Вариант	Сбор плодов	В одном плоде семян						Урожайность семян, кг/га
		Количество, шт.			Масса, г			
		min	max	mid	min	max	mid	
Контроль	1	228	697	522	14	26	23	46,1
	2	375	575	501	16	22	20	29,7
	3	144	327	297	6	13	12	5,9
	4	122	424	220	5	17	9	6,4
	всего							88,1
Метабактерин	1	221	644	372	14	25	17	47,4
	2	286	412	378	15	18	17	37,1
	3	114	252	151	6	12	8	10,5
	4	187	388	223	8	18	16	6,8
	всего							101,8

Продолжение таблицы 5

Вариант	Сбор плодов	В одном плоде семян						Урожайность семян, кг/га
		Количество, шт.			Масса, г			
		min	max	mid	min	max	mid	
Плантарел, ВР	1	172	332	206	6	15	12	47,7
	2	131	707	504	5	26	21	32,9
	3	147	423	237	5	16	13	12,3
	4	185	605	405	7	21	17	9,2
	всего							102,1
		Fфакт.16,03 > Fтеор.3,28			Fфакт.14,56 > Fтеор.3,28			Fфакт.219,39 > Fтеор.3,47

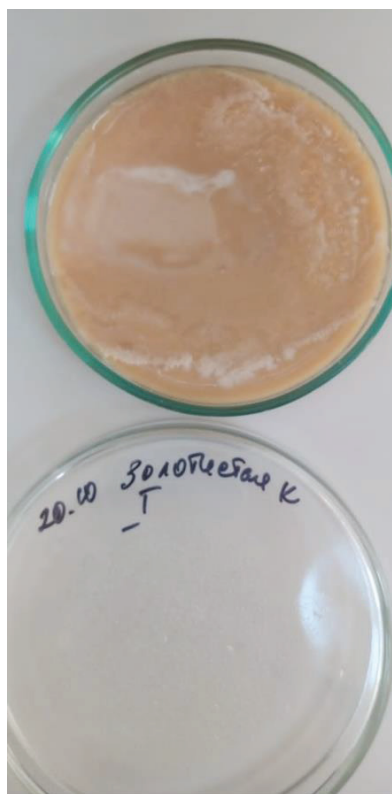


Рисунок 3. Результаты проверки на инфицирование семян патогенами в период вегетации без применения фунгицидов, колонии бактерий *Pseudomonas syringae*pv. *Lacrymans* (E.F. Smith, Bryan) Carsntu

После брожения с плацентой и промывки, семена дыни были высушены до 10 % влажности, оптимальной для хранения. Для проверки на инфицирование семян патогенами по вариантам опыта были взяты пробы на бактериологический и микологический анализы и размещены на питательных средах

YDC и сахарозно-морковном агаре. Через пять дней на средах контрольного варианта отчетливо проявились бактерии возбудителя заболевания Угловой пятнистости листьев *Pseudomonas syringae*pv. *Lacrymans* (E.F. Smith, Bryan) Carsntu (рис. 3). В результате проверки семян, выделенных из плодов с растений дыни, обработанных Метабактерином и Плантарелом, ВР вредной патогенной микрофлоры не обнаружено кроме грибов сапрофитов, которые заселились на поверхности семян на остатках органического вещества при сушке.

Выводы

Замачивание семян дыни сорта Золотистая перед посевом в растворах препаратов Метабактерин и Плантарел, ВР способствовало прорастанию семян и появлению всходов на четыре дня раньше, чем при замачивании в воде.

Обработка растений фунгицидами Метабактерин и Плантарел, ВР сдерживала развитие патогенов. Инфицирование бактериозом растений дыни не обработанных препаратами было в 2,8...5,7 раз выше. Количество растений, поврежденных пиреноспорозом в 1,5...2,0 раза больше.

Улучшение фитосанитарного состояния посевов дыни благодаря применению фунгицидов Метабактерин и Плантарел, ВР позволило собрать урожай плодов на 2,86...2,92 т/га больше и лучшего качества, чем с необработанных участков.

Фунгицидная эффективность препарата Плантарел, ВР обеспечила получение дополнительного урожая семян - 14,0 кг/га. Применение Метабактерина позволило собрать на 13,7 кг/га семян больше, чем с контрольного варианта.

Результаты бактериологического и микологического анализа показали отсутствие патогенной микрофлоры на семенах выделенных из плодов с растений, обработанных Метабактерином и Плантарелом, ВР.

ЛИТЕРАТУРА

- Благородова, Е.Н. Основы семеноводства бахчевых культур/ Е.Н. Благородова, В.Э. Лазько// Краснодар: КубГАУ, 2021. - 148 с.
- Вальков, В.Ф. Почвоведение (почвы северного Кавказа): учебник для вузов/ В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, В.И. Тюльпанов. – Краснодар: Сов. Кубань, 2002. – 728 с.: ил.
- Васюков, Г.А. Внекорневая подкормка овощей/ Г.А. Васюков // Настоящий хозяин. - 2012. - 7-9(105). - С. 30-34.
- Верховодов, П.А. Пособие бахчеводству/ П.А. Верховодов// Ростов-на-Дону, 2009. – 100 с.
- Дзюба, В.А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса: науч.-метод. Пособие./ В.А. Дзюба// Краснодар, 2010. - 475 с.
- Лазько, В.Э. Агрономическая эффективность препарата ЗЕРОМИКС 3000 РРМ на семеноводческих посевах дыни сорта Славия/ В.Э. Лазько, О.В. Якимова, Е.Н. Благородова// Рисоводство. - 2021. - №1(50). - С. 70-75.

7. Лазько, В.Э. Применение регуляторов роста-антистрессоров в комплексе с универсальными биоактивными удобрениями в семеноводстве тыквенных культур/ В.Э. Лазько, Е.Н. Благородова, О.В. Якимова, Е.В. Ковалева, О.И. Скворцова// Рисоводство. - 2022. - № 4 (57). - С. 100-110.
8. Лазько, В.Э. Использование летних посевов в семеноводстве бахчевых культур/ В.Э. Лазько, О.В. Якимова // Сб. материалов Современное состояние, проблемы и перспективы развития науки, 2019. - С. 176 - 178.
9. Лазько, В.Э. Эффективность применения листовой подкормки органическим удобрением AGROCHELATE на семеноводческих участках арбуза летнего посева/ В.Э. Лазько, О.В. Якимова, Е.Н. Благородова// Овощи России. - 2022. - № 1. - С. 72 - 76.
10. Литвинов, С.С. Методика опытного дела в овощеводстве/ С.С. Литвинов// М.: ВНИИ овощеводства, 2011. 650 с.
11. Лудилов, В.А. Апробация бахчевых культур: справочное пособие/ В.А. Лудилов, Ю.А. Быковский. – М., 2007. – 181 с.
12. Цыбулевский, Н.И. Бахчевые культуры (рекомендации)/ Н.И. Цыбулевский, Е.М. Кулиш, Л.А. Шевченко // Краснодар: 2009. - 34 с.
13. Шеуджен, А.Х. Агрохимические основы применения удобрений/ А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизинек // Майкоп: ОАО Полиграф-ЮГ, 2013. - 572 с.
14. Якимова, О.В. Эффективность применения листовых подкормок органоминеральным удобрением Арксоил КНЭ на тыкке/ О.В. Якимова, В.Э. Лазько, Е.Н. Благородова // Рисоводство. - 2018. - №4 (41). -С.83-86.
15. Яковлева, Л.А. Влияние биопрепаратов фитоспарин и гумми на урожайность, качество и сохранность томатов/ Л.А. Яковлева, А.А. Великанова, А.А. Крехов, П.И. Ермаков// Проблемы селекции, технологии возделывания и маркетинга овощебахчевых культур: Материалы международных научно-практических конференций в рамках I-II фестивалей «Синьор помидор» и VII-VIII «Российский арбуз». – Астрахань: «Новая линия», 2010. – С. 94-100.
16. R. Grumet, James D. McCreight, Cecilia McGregor et al. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops. Genes. - 2021. - 12(8).-P.12-22. doi.org/10.3390/genes12081222
17. Paris H.S. Cucurbitaceae Melons, Squash, Cucumber / H.S. Paris, Y. Tadmor, A.A. Schaffer // Encyclopedia of Applied Plant Sciences (second edition). - 2017. - 3. - P. 209-217. DOI: 10.1016/B978-0-12-394807-6.00063-0

REFERENCES

1. Blagorodova, E.N. Basics of seed production of melons/ melons/ E.N. Blagorodova, V.E. Lazko // Krasnodar: KubGAU, 2021. - 148 p.
2. Valkov, V.F. Soil science (soils of the North Caucasus): textbook for universities / V.F. Valkov, Yu.A. Shtompel, V.I. Tulips. – Krasnodar: Sov. Kuban, 2002. – 728 p.: ill.
3. Vasyukov, G.A. Foliar feeding of vegetables / G.A. Vasyukov // Real owner. - 2012. - 7-9(105). - 30-34.
4. Verkhovodov, P.A. A manual for melon growing / P.A. Verkhovodov // Rostov-on-Don, 2009. – 100 p.
5. Dzyuba, V.A. Theoretical and applied plant growing: the example of wheat, barley and rice: scientific method. Benefit./ V.A. Dzyuba // Krasnodar, 2010. - 475 p.
6. Lazko, V.E. Agronomic efficiency of the drug ZEROMIX 3000 PRM on seed crops of melon variety Slavia/V.E. Lazko, O.V. Yakimova, E.N. Blagorodova // Rice growing. - 2021. - № 1(50). - P. 70-75.
7. Lazko, V.E. The use of growth regulators-anti-stressors in combination with universal bioactive fertilizers in pumpkin seed production / V.E. Lazko, E.N. Blagorodova, O.V. Yakimova, E.V. Kovaleva, O.I. Skvortsova // Rice growing. - 2022. - № 4(57). - P. 100-110.
8. Lazko, V.E. The use of summer crops in melon and melon seed production / V.E. Lazko, O.V. Yakimova //Sb. materials Current state, problems and prospects for the development of science, 2019. - P. 176-178.
9. Lazko, V.E. Efficiency of using foliar fertilizing with organic fertilizer AGROCHELATE on seed-growing plots of watermelon for summer sowing / V.E. Lazko, O.V. Yakimova, E.N. Blagorodova // Vegetables of Russia.- 2022. - № 1. - 72-76.
10. Litvinov, S.S. Methodology of experimental work in vegetable growing / S.S. Litvinov // М.: All-Russian Research Institute of Vegetable Growing, 2011. - 650 p.
11. Ludilov, V.A. Aprrobation of melons: a reference guide / V.A. Ludilov, Yu.A. Bykovsky. – М., 2007. – 181 p.
12. Tsybulevsky, N.I. Melon crops (recommendations) / N.I. Tsybulevsky, E.M. Kulish, L.A. Shevchenko //Krasnodar: 2009. - 34 p.
13. Sheudzhen, A.Kh. Agrochemical basis for the use of fertilizers / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva, S.V. Kizinek // Майкоп: JSC Polygraph-YUG, 2013. - 572 p.
14. Yakimova, O.V. Efficiency of using foliar fertilizing with organomineral fertilizer Arksoil KNE on pumpkins / O.V. Yakimova, V.E. Lazko, E.N. Blagorodova // Rice growing. - 2018. - № 4 (41). -P.83-86.
15. Yakovleva, L.A. The influence of biological products phytosparin and gum on the yield, quality and safety of tomatoes / L.A. Yakovleva, A.A. Velikanova, A.A. Krekhov, P.I. Ermakov // Problems of selection, technology of cultivation and marketing of vegetable and melon crops: Materials of international scientific and practical conferences within the framework of the I-II “Signor Tomato” and VII-VIII “Russian Watermelon” festivals. – Astrakhan: “New Line”, 2010. – P. 94-100.
16. R. Grumet, James D. McCreight, Cecilia McGregor et al. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops. Genes. - 2021. - 12(8). - P. 12-22. doi.org/10.3390/genes12081222
17. Paris H.S. Cucurbitaceae Melons, Squash, Cucumber / H.S. Paris, Y. Tadmor, A.A. Schaffer // Encyclopedia of Applied Plant Sciences (second edition). - 2017. - 3. - P. 209-217. DOI: 10.1016/B978-0-12-394807-6.00063-0encyclopedia of Applied Plant Sciences (second edition). 2017;(3):209-217. DOI: 10.1016/B978-0-12-394807-6.00063-0

Екатерина Викторовна Ковалева

Младший научный сотрудник лаборатории
бахчевых и луковых культур
E-mail: evik22041976@mail.ru

Виктор Эдуардович Лазько

Ведущий научный сотрудник лаборатории
бахчевых и луковых культур
E-mail: lazko62@mail.ru

Радько Диана Павловна

Младший научный сотрудник лаборатории
иммунитета и защиты растений
E-mail: rdp_@mail.ru

Ольга Владимировна Якимова

Научный сотрудник лаборатории бахчевых и
луковых культур
E-mail: belyaeva12092013@yandex.ru

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»

350921, Россия, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

Ekaterina V. Kovaleva

Junior researcher of the laboratory of melon
and onion crops
E-mail: evik22041976@mail

Victor E. Lazko

Leading researcher of the laboratory
of melon and onion crops
E-mail: lazko62@mail.ru

Radko Diana Pavlovna

Junior Researcher, Laboratory
of Plant Immunity and Protection
E-mail: rdp_@mail.ru

Olga V. Yakimova

Researcher of the laboratory of melon
and onion crops
E-mail: belyaeva12092013@yandex.ru

All: FSBSI "FSC of rice"

3, Belozerny, Krasnodar, Russia, 350921

DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-60-66
УДК: 633.18:57:632.7

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В СТРАНАХ ЧЛЕНАХ ЕАЭС. НОВОЕ В 2023 Г. ОБЗОР

Представлены основные результаты анализа деятельности Евразийского экономического союза в части реализации Стратегии 2020-2025 гг. в сфере таможенного регулирования, в том числе технического регулирования в 2022, 2023, начале 2024 гг., рассмотрены вопросы технического регулирования в области стандартизации объектов и методов оценки зерна в РФ и в ЕАЭС. Международное сотрудничество по стандартизации, актуализации и гармонизации межгосударственных и национальных стандартов лежит в основе работ по обеспечению конкурентоспособности товаров на внешних и внутренних рынках, свободе продвижения товаров и услуг. Система стандартизации является движущим элементом в рамках Технического регулирования, основная задача которого - переход к перспективным стандартам с учетом требований международных стандартов. В 2019 г. была принята Стратегия регулирования действий в сфере таможенного регулирования на 2020-2025 гг., которая состоит из концептуальных положений, сформированных в 11 системных блоках, предусматривающих подписание 13 международных договоров, более 60 нормативных правовых актов, внесение изменений и дополнений в Договор о Союзе. Главным условием обеспечения качества продукции, в том числе пищевой, является разработка и актуализация всех нормативных документов, в их производстве. Разработка новых стандартов обусловлена необходимостью обеспечения выпуска новых современных продуктов и моральным старением действующих на протяжении десятилетий стандартов. В настоящее время завершены разработки, включенных в программы стандартизации к 45 ТР по 58 % тем, что считается недостаточным. Разработан «План мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года». Совершенствование системы технического регулирования ЕАЭС создает эффективные условия для рынка продукции на пространстве СНГ.

Ключевые слова: техническое регулирование, ГОСТ, ЕАЭС, ЕАЭК.

TECHNICAL REGULATION IN THE EAEU MEMBER COUNTRIES. NEW IN 2023. REVIEW

The article presents the main results of the analysis of the activities of the Eurasian Economic Union in terms of the implementation of the Strategy 2020-2025 in the field of customs regulation, including technical regulation in 2022, 2023, early 2024, issues of technical regulation in the field of standardization of objects and methods of grain assessment in the Russian Federation and in the EAEU are considered. International cooperation on standardization, updating and harmonization of interstate and national standards underlies work to ensure the competitiveness of goods in foreign and domestic markets, freedom of promotion of goods and services. The standardization system is a driving element within the framework of Technical Regulation, the main task of which is the transition to promising standards taking into account the requirements of international standards. In 2019, the Strategy for regulating actions in the field of customs regulation for 2020-2025 was adopted, which consists of conceptual provisions formed in 11 system blocks, providing for the signing of 13 international treaties, more than 60 normative legal acts, amendments and additions to the Treaty on Union. The main condition for ensuring the quality of products, including food products, is the development and updating of all regulatory documents in their production. The development of new standards is driven by the need to ensure the release of new modern products and the obsolescence of standards that have been in place for decades. Currently, the developments included in the standardization programs for 45 TR have been completed for 58% of those that are considered insufficient. An "Action Plan (road map) for the development of standardization in the Russian Federation for the period until 2027" has been developed. Improving the technical regulation system of the EAEU creates effective conditions for the product market in the CIS.

Key words: technical regulation, GOST, EAEU, EAEC.

Договор о Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) был подписан в ходе заседания Высшего Евразийского экономического совета (ВЕЭС) 29 мая 2014 г. в г. Астане (Казахстан) президентами России, Белоруссии и Казахстана. В рамках Евразийского экономического содружества ведется постоянная работа по формированию программ по разработке межгосударственных стандартов, утверждению перечня стандартов и технических

регламентов. К 2023 г. принято 52 Технических регламента на продукцию. Проекты стандартов утверждались Межгосударственным советом по стандартизации метрологии и сертификации (МГС) на своем Заседании (высшем органе МГС) Содружества независимых государств (СНГ), который был основан 13 марта 1992 года и являлся межправительственным органом СНГ по формированию и проведению согласованной политики по

стандартизации, метрологии и сертификации. МГС СНГ в Евразии, сейчас Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации функционирует для согласованного обсуждения вопросов технической политики [5, 14].

ЕАЭС работает на основе таможенного союза (ТС), где применяется Единый таможенный тариф с единым таможенным регулированием и администрированием, свободным перемещением товаров между территориями государствами-членами без применения таможенного декларирования и государственного за исключением случаев, предусмотренных Договором. Система технического регулирования направлена на решение задач по снятию технических барьеров в торговле в странах ЕАЭС, достижению оптимального уровня конкурентоспособности во всех отраслях, во взаимной торговле и торговле с третьими странами.

Система стандартизации является движущим элементом в рамках Технического регулирования, основная задача которого - переход к перспективным стандартам с учетом требований международных стандартов. Технические регламенты в количестве 52 штук обеспечивают более 85 % продукции. Технический регламент Евразийского экономического союза – это документ, принятый Евразийской экономической комиссией и устанавливающий обязательные для применения и исполнения на территории Союза требования к объектам технического регулирования. Технические регламенты ЕАЭС используются для обеспечения первоочередных запросов в сфере безопасности и разрабатываются, принимаются отменяются в порядке, утверждаемом Комиссией. Стандарт, как инструмент реализации технических регламентов, включает в себя характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг, правила и методы исследований (испытаний), требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке и др.

В 2019 г. была принята Стратегия регулирования действий в сфере таможенного регулирования на 2020-2025 гг., которая состоит из концептуальных положений, сформированных в 11 системных блоках, предусматривающих подписание 13 международных договоров, более 60 нормативных правовых актов, внесение изменений и дополнений в Договор о Союзе.

Совет ЕЭК утвердил План мероприятий по реализации Стратегических направлений, включающий перечень конкретных шагов по выполнению мер и механизмов программного документа с указанием сроков и результатов их исполнения, а также ответственных исполнителей.

Действия в рамках Стратегии Комиссии состоят в совершенствовании таможенного регулиро-

вания, расширении применения цифровых технологий, Таможенного кодекса с учетом практики, внесении изменений в нормативно-правовые акты, обеспечении единого стандарта совершения таможенных операций, унификации электронного документооборота между таможенными органами и участниками внешне-экономической деятельности с целью создания правовой основы развития электронного документооборота, ускорения процессов и их цифровизации [8].

В «Правила оформления свидетельства о государственной регистрации продукции» решением Коллегии ЕЭК от 17 января 2023 года № 7 внесены изменения, предусматривающие сокращение срока выдачи свидетельства о государственной регистрации продукции с 30 календарных до 15 рабочих дней. Внесены изменения 15 мая 2023 г. Коллегией Евразийской экономической комиссии в Программу по разработке межгосударственных стандартов к техрегламенту «О безопасности пищевой продукции» в рамках реализации изменений № 3, утвержденных Решением Совета Комиссии от 25 ноября 2022 года № 173.

Министр по техническому регулированию Евразийской экономической комиссии Виктор Назаренко на сессии «Техническое регулирование, как ключевой фактор сотрудничества ЕАЭС со странами БРИКС и ШОС», на пятом заседании Совета по промышленной политике стран ЕАЭС, состоявшемся на выставке «ИННОПРОМ» 10-11 июля 2023 года в Екатеринбурге сказал, что Техническое регулирование – ключевой фактор сотрудничества стран ЕАЭС, призвано обеспечить оптимальные условия торговли стран-участников. По словам Виктора Назаренко, единая система технического регулирования сформирована и развивается: принято 52 технических регламента, из которых 47 уже вступили в силу, к которым создана соответствующая база стандартов – более 15 тысяч позиций, в том числе более 10 тысяч ГОСТов.

Для обеспечения должного уровня требований технических регламентов и стандартов необходимо внедрение в каждой стране ЕАЭС механизма оценки научно-технического уровня технических регламентов и перечней стандартов к ним, что позволит обеспечить базу пересмотра действующих ГОСТов и разработку новых. В настоящее время завершены разработки, включенные в программы стандартизации к 45 ТР по 58 % тем, что считается недостаточным.

В ближайшее время будут обсуждаться действия по реализации Стратегических направлений евразийской интеграции до 2025 года, в частности по цифровому техническому регулированию в рамках ЕАЭС и концепции создания Евразийской системы обеспечения качества продукции.

Главным условием обеспечения качества про-

дукции, в том числе пищевой, является разработкой и актуализация всех нормативных документов, в их производстве. Разработка новых стандартов обусловлена необходимостью обеспечения выпуска новых современных продуктов и моральным старением действующих на протяжении десятилетий стандартов. С другой стороны, актуализация стандартов призвана обеспечивать поддержку стандартов в соответствии современными требованиями нормативно-законодательной базы.

Повышение качества и конкурентоспособности российской продукции с оптимальным использованием отечественных ресурсов является главной стратегической целью системы стандартизации. Важнейшая часть таких ресурсов – это зерновые ресурсы, которые обеспечивают продовольственную безопасность страны. В соответствии с ГОСТ 1.1-2020 «Стандартизация в Российской Федерации Технические комитеты по стандартизации и проектные технические комитеты по стандартизации. Правила создания и деятельности» и приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 531 от 14 марта 2017 г. для разработки и актуализации стандартов в области зерновых, зернобобовых, масличных культур и продуктов их переработки в Всероссийском научно-исследовательском институте зерна и продуктов его переработки (Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова) был создан Технический комитет по стандартизации ТК 002 «Зерно, продукты его переработки и маслосемена», за которым было закреплено около 200 межгосударственных и национальных стандартов на зерно, продукты его переработки и методы их испытаний [13]. В состав комитета вошли полномочные представители контролирующих ведомств, перерабатывающих предприятий, научно-исследовательских институтов. Работа ТК 002 связана с разработкой межгосударственных стандартов на зерно, продукты его переработки и методы определения их качества, что является приоритетной задачей в межгосударственной стандартизации для формирования ЕЭП по обеспечению качества взаимопоставляемой продукции.

Технический комитет 002 работает над созданием системы целевых классификаций для зерна и зернопродуктов внутри всей технологической цепи от товарного производства до готовых изделий. Например, с целью оздоровления питания, повышения качества мучных изделий на основе исследований ВНИИ зерна был разработан целевой межгосударственный стандарт ГОСТ 26574-2017 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия», в которых ужесточены требования к качеству хлебопекарной пшеничной муки и выведена за рамки стандарта мука общего назначения [7].

Разработку и актуализацию межгосударствен-

ных стандартов осуществляют на основании работ по межгосударственной стандартизации. В 2016-2018 гг. было разработано и принято 18 межгосударственных стандартов, на продукцию – 13 шт.: ГОСТ 34023-2016 «Тритикале. Технические условия», ГОСТ 22983-2016 «Просо. Технические условия», ГОСТ 27494-2016 «Мука и отруби. Методы определения зольности», ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия», ГОСТ 572-2016 «Крупа пшено шлифованное. Технические условия», ГОСТ 34143-2017 «Крупа тритикалевая. Технические условия», ГОСТ 34142-2017 «Мука тритикалевая. Технические условия», ГОСТ 7045-2017 «Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия», ГОСТ 26574-2017 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия», ГОСТ 16990-2017 «Рожь. Технические условия», ГОСТ 7169-2017 «Отруби пшеничные. Технические условия», ГОСТ 7170-2017 «Отруби ржаные. Технические условия», ГОСТ 12183-2018 «Мука ржано-пшеничная и пшенично-ржаная обойная хлебопекарная. Технические условия». Пять стандартов разработаны на методы испытаний: ГОСТ 10840-2017 «Зерно. Метод определения природы», ГОСТ 34165-2017 «Зерновые, зернобобовые и продукты их переработки. Методы определения загрязненности насекомыми-вредителями», ГОСТ ISO 3093-2016 «Зерно и продукты его переработки. Определение числа падения методом Хагберга-Пертена», ГОСТ ISO 2171-2016 «Культуры зерновые, бобовые и продукты их переработки. Определение золы при сжигании», ГОСТ 26791-2018 «Продукты переработки зерна. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение» [6].

В соответствии с Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18 октября 2016 г. № 161 «О Порядке разработки и принятия перечней международных и региональных (межгосударственных) стандартов, а в случае их отсутствия - национальных (государственных) стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента Евразийского экономического союза...» принимаются Планы разработки стандартов и технических регламентов [7].

Разработан «План мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года» (направлен письмом Правительства РФ от 15.11.2019 № ДК-П7-9914). Планом мероприятий поставлены цели: совершенствование государственного регулирования в сфере стандартизации, а также методологии стандартизации; совершенствование инфраструктуры национальной системы стандартизации, создание национального института стандартизации; сокращение сроков разработки и принятия документов по стандартизации, а также расширение их видов;

внедрение и развитие информационных технологий разработки (актуализации) документов по стандартизации и их информационного обеспечения; перевод отдельных видов документов национальной системы стандартизации в «машиночитаемый формат»; совершенствование информационного обеспечения документами по стандартизации на основе лучших международных практик и обеспечение доступа к документам по стандартизации; актуализация Федерального информационного фонда стандартов; мониторинг результативности и эффективности применения документов по стандартизации производителями (потребителями) продукции; совершенствование ресурсного обеспечения работ по стандартизации, включая кадровое и научное [9].

Национальные стандарты разрабатываются в соответствии с ГОСТ Р 1.2-2020 Стандарты национальные российской федерации Правила разработки, утверждения, обновления, внесения поправок и отмены [4]. Межгосударственные – в соответствии с ГОСТ 1.2-2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены» и ГОСТ 1.3-2014 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные. Правила разработки на основе международных и региональных стандартов» [2, 3]. Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 23 июня 2023 г. № 67 в рамках Евразийского экономического союза (приложение «О порядке координации работ по стандартизации в рамках Евразийского экономического союза» в целях реализации пункта 4 Протокола о техническом регулировании 9 к Договору о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 года) был утвержден прилагаемый Порядок координации работ по стандартизации в рамках Евразийского экономического союза; решено просить правительства государств-членов Евразийского экономического союза (далее - государства-члены) обеспечить разработку (включая принятие и введение в действие) межгосударственных стандартов, необходимых для применения и исполнения требований технических регламентов Евразийского экономического союза, на основе соответствующих национальных (государственных) стандартов и методик исследований (испытаний) и измерений, включенных в проекты перечней стандартов, предусмотренных пунктом 4 Протокола о техническом регулировании в рамках Евразийского экономического союза (приложение № 9 к Договору о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 года), которые находятся на стадии разработки, в течение 5 лет с даты утверждения этих перечней стандартов, включенных в перечни стандартов, которые утверждены

до даты вступления в силу настоящего Решения, в течение 5 лет с даты вступления в силу настоящего Решения [12].

В 2020-2023 гг. Решениями Коллегии Евразийской экономической комиссии были приняты программы по разработке (внесению изменений, пересмотру) межгосударственных стандартов, результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013), ТР «О безопасности продукции, предназначенной для гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (ТР ЕАЭС 050/2021), ТР «О безопасности продукции, предназначенной для гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (ТР ЕАЭС 050/2021), ТР «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС 012/2011), ТР «О безопасности машин и оборудования» (ТР ТС 010/2011), «О безопасности подвижного состава метрополитена» (ТР ЕАЭС 052/2021) и др. межгосударственных стандартов.

Решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 24 декабря 2019 г. Т 236 был принят перечень межгосударственных стандартов в соответствии с ТР ТС «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011). Решением Коллегии ЕЭК от 14.06.2022 № 93 «О внесении изменений в Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 24 декабря 2019 г. № 236» были внесены изменения по ряду позиций (стандартов) в том числе: ГОСТ 7045-2017 «Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия», ГОСТ 7169-2017 «Отруби пшеничные. Технические условия», ОСТ 7170-2017 «Отруби ржаные. Технические условия», ГОСТ 12183-2018 «Мука ржано-пшеничная и пшенично-ржаная обойная хлебопекарная. Технические условия», ГОСТ Р 58425-2019 «Зерно плющенное консервированное. Технические условия», ГОСТ 7022-2019 «Крупа манная. Технические условия», ГОСТ 29184-91 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий семейства Enterobacteriaceae», СТ РК 3572-2020 «Мука, крупа, хлеб, хлебобулочные и мукомольно-крупяные изделия». «Вольтамперметрический метод измерения массовой доли ртути» и др. [13].

Заканчивается формирование Перечня стандартов органического производства Евразийского экономического союза в целях унификации требований к такому производству.

В План разработки технических регламентов Евразийского экономического союза и внесения в них изменений, утвержденном Решением Совета ЕЭК от 23 апреля 2021 г. № 57 внесены следующие ТР (табл.) [10].

Таблица. Технические регламенты ЕАЭК, разработка и внесение изменений и дополнений в 2022, 2023 гг.

ТР	Дата завершения разработки ТР или внесения изменений	Изменения
О безопасности кормов и кормовых добавок	IV квартал 2022 г.	
О безопасности кормов для непродуктивных животных	IV квартал 2023 г.	
О безопасности пищевой продукции (ТР ТС 021/2011)	IV квартал 2023 г.	Изменения № 4 в части исключения специальных требований к биологически активным добавкам к пище
Пищевая продукция в части ее маркировки (ТР ТС 022/2011)	IV квартал 2023 г.	Изменения № 3 в части исключения специальных требований к маркировке биологически активных добавок к пище
О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания (ТР ТС 027/2012)	IV квартал 2023 г.	Изменения № 1 в части установления специальных требований к биологически активным добавкам к пище, их производству, реализации и маркировке
Технические регламенты Евразийского экономического союза (технические регламенты Таможенного союза)	IV квартал 2023 г.	Изменения в части установления форм, схем и процедур оценки соответствия на основе типовых схем оценки соответствия, утвержденных Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18 апреля 2018 г. № 44
О безопасности колесных транспортных средств (ТР ТС 18/2011)	IV квартал 2023 г.	Изменения № 7 в части актуализации требований в связи с выполнением государствами-членами обязательств
О безопасности колесных транспортных средств (ТР ТС 18/2011)	IV квартал 2023 г.	Изменения № 8 в части модификации процедур оценки соответствия и других положений с учетом практики применения технического регламента
О безопасности упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду (ТР ЕАЭС 044/2017)	III квартал 2023 г.	
О безопасности железнодорожного подвижного состава (ТР ТС 001/2011), О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта (ТР ТС 002/2011), безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта (ТР ТС 003/2011)	IV квартал 2023г.	Изменения № 2 в части установления механизмов и процедур продления срока службы железнодорожной техники
И др., всего 45 ТР ТС		

С 12.02.2024 г. года вступили в силу Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 23 июня 2023 года № 67 «О порядке координации работ по стандартизации в рамках Евразийского экономического союза» и Решение Совета ЕЭК от 27 сентября 2023 года № 100 «О порядке проведения обязательной периодической оценки научно-технического уровня вступивших в силу технических регламентов Евразийского экономического союза и перечней стандартов к ним», что определяется вступлением в силу Протокола о внесении изменений в Договор о ЕАЭС, подписанного 31 марта 2022 года. Коллегия ЕАЭС на заседании 29.01.2024 г. актуализировала перечни стандартов к техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности упаковки», включив в перечень стандартов, 158 стандартов, среди которых 154 межго-

сударственных [1, 11].

Выводы

Таким образом, реализация Стратегических направлений евразийской интеграции до 2025 года, в частности концепции создания Евразийской системы обеспечения качества продукции и по цифровому техническому регулированию в рамках ЕАЭС создают базу развития торговых отношений стран ЕАЭС. Порядок координации работ по стандартизации в ЕАЭС, который был утвержден Советом ЕЭК в 2023 г., обуславливает координацию планирования разработки и актуализации межгосударственных стандартов, системную работу на высоком уровне в рамках ЕАЭС и в странах СНГ. Совершенствование системы технического регулирования ЕАЭС создает эффективные условия для рынка продукции на пространстве СНГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуализированы перечни стандартов к техрегламенту на упаковку. [Электронный ресурс] // Официальный сайт ЕАЭС. Дата обращения 14.03.2024 г. URL: https://eec.eaeunion.org/news/aktualizirovany-perechni-standartov-k-tekhreglamentu-na-upakovku/?sphrase_id=262254.
2. ГОСТ 1.3-2014 Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные. Правила разработки на основе международных и региональных стандартов. [Электронный ресурс] // Дата обращения 14.03.2024 г. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/58577/>.
3. ГОСТ 1.2-2015 Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены. [Электронный ресурс] // Дата обращения 14.03.2024 г. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/61289/>.
4. ГОСТ Р 1.2-2020 Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления, внесения поправок и отмены Standardization in Russian Federation. National Standards of Russian Federation. Instructions for development, taking over, revision, correction and cancellation. [Электронный ресурс] // Дата обращения 14.03.2024 г. URL: <https://agropit.ru/files/2023/04/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2-%D0%A0-1.2-2020-.pdf>.
5. Малышев, Д.В. От Таможенного Союза и Единого экономического пространства к Евразийскому союзу: основные направления интеграции на территории СНГ // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 25. Международные отношения и мировая политика. - 2012. - № 1. - С. 74-94.
6. Мелешкина, Е.П. Актуализация межгосударственных и национальных стандартов и методов определения качества зерна и продуктов его переработки Сборник материалов 16-й Всероссийской научно-практической конференции «Современные методы, средства и нормативы в области оценки качества зерна и зернопродуктов» 3-7 июня 2019 г. – Краснодар: филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова». – 2019. - С. 4-8.
7. Мелешкина, Е.П. Актуальные вопросы производства, глубокой переработки зерна и новые подходы к его стандартизации. Сборник материалов 15-й Всероссийской научно-практической конференции «Современные методы, средства и нормативы в области оценки качества зерна и зернопродуктов, 2018. - Краснодар: филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова». – 2018. - РАН - С. 4-9.
8. О развитии Евразийского экономического союза (ЕАЭС/ЕВРАЗЭС) [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства иностранных дел Российской Федерации [Офиц. сайт]. Дата обращения 20.10.2023 г. URL: http://www.mid.ru/ru/foreign_policy/rso/1472199/.
9. План мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года (направлен письмом Правительства РФ от 15.11.2019 № ДК-П7-9914) [Электронный ресурс] // Дата обращения 14.03.2024 г. URL: <https://legalacts.ru/doc/plan-meroprijatii-dorozhnaja-karta-razvitija-standartizatsii-v-rossiiskoi-federatsii/>
10. План разработки технических регламентов Евразийского экономического союза и внесения в них изменений [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия [Офиц. сайт]. Дата обращения 20.10.2023 г. URL: https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/3b1/Plan-TR-EAES-2021-_-02.10.2023.pdf.
11. Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 14 июня 2022 г. N 93 «О внесении изменений в Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 24 декабря 2019 г. N 236». [Электронный ресурс] // Дата обращения 14.03.2024 г. URL: <https://www.alta.ru/tamdoc/22kr0093/>.
12. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 18 октября 2016 г. № 161 . [Электронный ресурс] // Дата обращения 14.03.2024 г. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71531946/>.
13. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 23 июня 2023 г. № 67 О порядке координации работ по стандартизации в рамках евразийского экономического союза. [Электронный ресурс] // Дата обращения 14.03.2024 г. URL: <https://rulaws.ru/acts/Reshenie-Soveta-Evraziyskoj-ekonomicheskoy-komissii-ot-23.06.2023-N-67/>.
14. Туманьян, Н.Г. Вопросы стандартизации в области качества зерна в 2021-2023 гг. на едином экономическом пространстве (обзор) / Н.Г. Туманьян // Рисоводство. - 2023.- № 1 (58). - С. 6-13.

REFERENCES

1. The lists of standards for the technical regulations for packaging have been updated. [Electronic resource] // Official website of the EAEU. Access date: 14/03/2024. URL: https://eec.eaeunion.org/news/aktualizirovany-perechni-standartov-k-tekhreglamentu-na-upakovku/?sphrase_id=262254.
2. GOST 1.3-2014 Interstate standardization system. Interstate standards. Development rules based on international and regional standards. [Electronic resource] // Access date: 03/14/2024. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/58577/>.
3. GOST 1.2-2015 Interstate standardization system. Interstate standards, rules and recommendations for interstate standardization. Rules for development, acceptance, updating and cancellation. [Electronic resource] // Access date: 03/14/2024. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/61289/>.
4. GOST R 1.2-2020 Standardization in Russian Federation. National Standards of Russian Federation. Instructions for development, acceptance, revision, correction and cancellation. [Electronic resource] // Access date: 14/03/2024. URL: <https://agropit.ru/files/2023/04/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2-%D0%A0-1.2-2020-.pdf>.
5. Malyshev, D.V. From the Customs Union and the Common Economic Space to the Eurasian Union: the main directions of integration in the CIS // Bulletin of Moscow University. Series 25. International relations and world politics. - 2012. - № 1. - P. 74-94.
6. Meleshkina E.P. Updating of interstate and national standards and methods for determining the quality of grain and products of its processing. Collection of materials of the 16th All-Russian Scientific and Practical Conference "Modern methods, means and standards in the field of assessing the quality of grain and grain products" June 3-7, 2019 - Krasnodar: branch of the FSBSI "FSC of Food Systems named after. V. M. Gorbato." - P. 4-8.
7. Meleshkina E.P. Current issues of grain production and deep processing and new approaches to its standardization, Collection of materials of the 15th All-Russian Scientific and Practical Conference "Modern methods, means and standards in the field of assessing the quality of grain and grain products, 2018 - Krasnodar: branch of the FSBSI "FSC of Food

Systems named after. V. M. Gorbatov.” - P. 4-9.

8. On the development of the Eurasian Economic Union (EAEU/EURASEC) [Electronic resource] // Official website of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation [Official. website]. Access date 20/10/2023. URL: http://www.mid.ru/foreign_policy/rso/1472199/.

9. Action plan («road map») for the development of standardization in the Russian Federation for the period until 2027” (sent by letter of the Government of the Russian Federation dated November 15. 2019 N DK-P7-9914) [Electronic resource] // Access date: 14/03/2024. URL: <https://legalacts.ru/doc/plan-meroprijatii-dorozhnaja-karta-razvitija-standartizatsii-v-rossiiskoi-federatsii/>.

10. Plan for the development of technical regulations of the Eurasian Economic Union and amendments to them [Electronic resource] // Eurasian Economic Commission [Official. website]. Access date: 20/10/2023. URL: https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/3b1/Plan-TR-EAES-2021-_-02.10.2023.pdf.

11. Decision of the Board of the Eurasian Economic Commission dated June 14, 2022 № 93 “On amendments to the Decision of the Board of the Eurasian Economic Commission dated December 24, 2019 № 236.” [Electronic resource] // Access date: 03/14/2024. URL: <https://www.alta.ru/tamdoc/22kr0093/>.

12. Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission dated October 18, 2016 № 161. [Electronic resource] // Access date: 14/03/2024. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71531946/>.

13. Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission dated June 23, 2023 № 67 On the procedure for coordinating standardization work within the framework of the Eurasian Economic Union. [Electronic resource] // Access date: 03/14/2024. URL: <https://rulings.ru/acts/Reshenie-Soveta-Evraziyskoy-ekonomicheskoy-komissii-ot-23.06.2023-N-67/>.

14. Tumanyan, N.G. Issues of standardization in the field of grain quality in 2021-2023 in a single economic space (review)/ N.G. Tumanyan // Rice growing. – 2023 - № 1 (58). - P. 6-13.

Наталья Георгиевна Туманьян

Заведующий лабораторией качества риса

E-mail: tngerag@yandex.ru

Natalia Georgievna Tumanyan

Head of laboratory of rice quality

E-mail: tngerag@yandex.ru

ФГБНУ «ФНЦ риса»

350921, Россия, Белозерный, Краснодар, 3

FSBSI «FSC of rice»

3, Belozerniy, Krasnodar, 350921, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-67-78
УДК 504.062:504.04.062.2:631.6.02

Мальшева Н.Н., канд. с.-х. наук,
Хаджиди А.Е., д-р техн. наук,
Хаджиди А.П., канд. с.-х. наук,
Мальшева А.И.
г. Краснодар, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДСТВЕ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Целью исследований было проанализировать водопользование и водопотребление при сельхозпроизводстве в Краснодарском крае в пределах бассейна р. Кубань в аспекте агроэкологии и воздействия на окружающую среду. В работе использованы формы технической отчетности ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз»: 1-Полив, 1-VX, в которых отражены данные, полученные согласно ГОСТ Р 51657.2-200; ГОСТ Р 51657.1-2000; ГОСТ 8.326-89; ГОСТ 15528-86; МИ 1759-87; МВИ-05-09, а так же согласно Приказа Минприроды России от 09.11.2020 г. № 903 «Об утверждении Порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества» и др. В качестве методов обработки информации применяли анализ, синтез, логику. Отмечено, что лимит забора воды из поверхностных водных объектов бассейна р. Кубань в Краснодарском крае в объеме 7,84 млрд м³ в год включает нужды орошения и сельскохозяйственного водоснабжения в объеме 3,5 млрд м³ воды в год, рыбохозяйственного комплекса - 1,8 млрд м³ воды в год, а так же промышленности и энергетики, судоходства, питьевого водоснабжения, специальные попуски для обеспечения командных уровней у водозаборов в мелиоративные системы для сельскохозяйственного производства. Показано, что максимальный объем лимита водных ресурсов для орошения сельхозкультур предоставлен ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз» в объеме 3,4 млрд м³ воды в год, а лимит сброса сточных вод в поверхностные водные объекты составляет 3,3 млрд м³. Выявлено, что качество сбросных вод в водные объекты при возделывании риса, а также в межвегетационный период, отвечает требованиям предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ, что способствует поддержанию баланса экосистем водных объектов.

Ключевые слова: водные ресурсы, водные объекты, бассейновый округ, водоподача, водоотведение, водопользование, водооборот, водный баланс, рисоводство, дренажно-сбросные воды, право пользования водными объектами.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF WATER USE IN AGRICULTURAL PRODUCTION IN THE KRASNODAR TERRITORY

The purpose of the research is to analyze water use and water consumption in agricultural production in the Krasnodar Territory in terms of agroecology and environmental impact. Materials and methods. The paper uses the forms of technical reporting of the Federal State Budgetary Institution "Management of Kubanmeliovodkhoz": 1-Irrigation, 1-VX, which reflect the data obtained in accordance with GOST R 51657.2-200; GOST R 51657.1-2000; GOST 8.326-89; GOST 15528-86; MI 1759-87; MVI-05-09, as well as according to the Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 09.11.2020. No. 903 "On Approval of the Procedure for Owners of water bodies and Water Users to keep records of the volume of abstraction (withdrawal) of water resources from water bodies and the volume of wastewater and (or) drainage water discharge, their quality" and others. The analysis of the use of water resources for agricultural purposes in the Krasnodar region within the basin of the Kuban river is carried out. It is noted that the limit of water intake from surface water bodies of the Kuban river basin in the Krasnodar region in the amount of 7.84 billion m³ per year includes the needs of irrigation and agricultural water supply in the amount of 3.5 billion m³ of water per year, the fishery complex - 1.8 billion m³ of water per year, as well as industry and energy, shipping, drinking water supply, special releases to ensure command levels at water intakes in reclamation systems for agricultural production purposes. It is shown that the maximum amount of the limit of water resources for irrigation of agricultural crops is provided by the Federal State Budgetary Institution «Management of Land Reclamation and Agricultural water supply in the Krasnodar region» in the amount of 3.4 billion m³ of water per year, and the limit of wastewater discharge into surface water bodies is 3.3 billion m³. It was revealed that the quality of waste water into water bodies during rice cultivation, as well as during the inter-vegetation period, meets the requirements of the maximum permissible concentrations of pollutants, which contributes to maintaining the balance of ecosystems of water bodies.

Key words: water resources, water bodies, basin district, water supply, drainage, water use, water circulation, water balance, rice farming, drainage and waste water, the right to use water bodies.

Введение

Орошаемое земледелие в структуре сельскохозяйственного производства Российской Федерации является дополнительным резервом увеличения валового сбора продукции агропромышленного комплекса, способствует повышению ее качества, обеспечивая вклад в увеличение продовольственной безопасности страны. Для его эффективного развития необходимы не только разработка инновационных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, которые позволяют реализовать их биологический потенциал в конкретных природно-климатических условиях, но и гарантия стабильности работы объектов водохозяйственного комплекса при условии водобеспеченности орошаемых земель [6, 9]. При этом мелиорация земель сельскохозяйственного назначения требует не только соблюдения технологических процессов при эксплуатации мелиоративных систем и гидротехнических сооружений, но и экологического подхода, при котором должны сохраняться экосистемы территорий, вовлеченных в сельхозпроизводство и их социально-экономические функции при возможности воспроизводства природной среды, где немаловажное значение имеет возобновляемость водных ресурсов за счет рационального использования [5].

В этой связи в орошаемом земледелии должны учитываться не только экономические приоритеты отраслей экономики, использующих водные ресурсы в процессе производственной деятельности, но и экологическая составляющая природно-техногенных территорий, в том числе рациональное природопользование. При планировании и реализации мелиоративных мероприятий на землях сельхозназначения, эксплуатации оросительных систем и гидротехнических сооружений, входящих в их состав, для обеспечения благоприятных условий возделывания сельхозкультур необходимо использовать методы и подходы, соответствующие целям и задачам развития сельскохозяйственного производства [13, 26]. Это будет способствовать достижению целевых индикаторов, указанных в Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.09.2022 № 2567-р) и Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации (Постановление Правительства Российской Федерации от 14.05.2021 № 731) [19].

В настоящее время в Краснодарском крае активно проводится работа по реализации государственной политики, направленной на повышение продуктивности и устойчивости земледелия, обеспечен

печения гарантированного производства сельскохозяйственной продукции на основе сохранения и повышения плодородия земель, а также создания необходимых условий для вовлечения в сельскохозяйственный оборот неиспользуемых и малопродуктивных земельных угодий в рамках Стратегии социально-экономического развития Краснодарского края до 2030 года (Закон Краснодарского края от 21.12.2018 № 3930-КЗ), подпрограммы «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель в Краснодарском крае» Государственной программы Краснодарского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» (Постановление Главы администрации Краснодарского края от 05.10.2015 № 944) [3, 17, 18].

Учитывая, что сельскохозяйственное производство в регионе в основном расположено в зоне неустойчивого увлажнения, требуется проведение работ по гидромелиорации земель сельхозназначения для увеличения объемов продукции растениеводства, в том числе риса, овощей открытого грунта, кормовых и технических культур, плодов и ягод.

В этой связи первостепенным вопросом в развитии орошаемого земледелия и мелиорации на Кубани является обеспеченность посевов сельскохозяйственных культур водными ресурсами в пределах поливных норм, обусловленных почвенно-климатическим потенциалом территорий и биологическими особенностями возделываемых сортов и гибридов при сохранении баланса агроландшафтов и экосистем.

Цель исследований

Проанализировать водопользование и водопотребление при сельхозпроизводстве в Краснодарском крае в аспекте агроэкологии и воздействия на окружающую среду.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- провести анализ использования водных ресурсов в бассейне р. Кубань;
- установить лимитные и фактические значения забора воды из поверхностных водных объектов;
- провести анализ использования водных ресурсов в сельхозпроизводстве;
- исследовать качество сбросных вод в поверхностные водные объекты по основным загрязняющим веществам;
- выявить мероприятия, направленные на рациональное природопользование при сельхозпроизводстве.

Материалы и методы

В работе использовали формы технической отчетности ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз»: 1-Полив, 1-ВХ, в которых отражены данные,

полученные согласно ГОСТ Р 51657.2-200; ГОСТ Р 51657.1-2000; ГОСТ 8.326-89; ГОСТ 15528-86; МИ 1759-87; МВИ-05-09, а так же согласно Приказа Минприроды России от 09.11.2020 г. № 903 «Об утверждении Порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества»; статистическая форма отчетности 2-ТП (Водхоз), 2-ОС и другой нормативно-технической и методической документации; Кубанского бассейнового водного управления; государственной программы Краснодарского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сырья и продовольствия»; нормативно-правовая база в области экологии, природообустройства и водопользования, а так же регулирования государственной политики в сфере агропромышленного комплекса Российской Федерации и Краснодарского края. В качестве методов обработки информации применяли анализ, синтез, логику.

Результаты и обсуждение

Использование и охрана водных объектов являются государственной задачей и осуществляются на основе Федерального закона от 03.06.2006 № 74-ФЗ «Водный кодекс Российской Федерации» [4]. В соответствии с указанным нормативным правовым актом Государством разрабатываются федеральные, бассейновые и территориальные схемы комплексного использования и охраны водных объектов, являющиеся информационной основой для выбора актуальных эффективных решений

Таблица 1. Водные ресурсы реки Кубань на территориях субъектов Российской Федерации в годы расчетной обеспеченности

Название субъектов РФ	Годовой сток, млн м ³ , г%		
	50 %	75 %	95 %
Республика Карачаево-Черкессия	3730	3441	3047
Ставропольский край	806	744	658
Республика Адыгея	1768	1500	1155
Краснодарский край	8394	7124	5484
Итого по бассейну	14698	12809	10344

Анализ таблицы показывает, что основной сток реки Кубань формируется на территории Краснодарского края в объеме от 5,4 млрд м³ до 8,3 млрд м³ в различные по водообеспеченности годы и составляет от 52 до 55 % общего значения годового стока.

Основными потребителями водных ресурсов в бассейне реки Кубани на современном уровне являются хозяйственно-питьевое водоснабжение населения, промышленность и гидроэнергетика, орошаемое земледелие, рыбное хозяйство, жилищно-коммунальный сектор экономики.

В бассейне реки Кубань пользование водными объектами без изъятия водных ресурсов осуществляет-

при разработке, планировании и осуществлении федеральных, бассейновых и территориальных программ по использованию, восстановлению и охране водных объектов, устанавливаются лимиты (квоты) по водопотреблению и водоотведению, в том числе при использовании водных объектов для целей сельскохозяйственного водоснабжения.

Водохозяйственный баланс определяется как количественное сопоставление наличия водных ресурсов и потребностей в воде в пределах определенного региона с учетом специфики отраслей и потребности определенных отраслей экономики. Водохозяйственные балансы тесно связаны с государственным мониторингом, государственным водным реестром, учетом и кадастром вод, со схемами комплексного использования вод и государственными программами восстановления и охраны водных объектов [14].

Для Краснодарского края основным источником воды для сельскохозяйственного водоснабжения является р. Кубань, которая относится территориально к Кубанскому бассейновому округу. Годовой сток реки Кубань формируется за счет гидрографической сети около 14 тысяч рек, которые в большинстве своем берут начало в горах, в области вечных снегов и ледников, и стекают на Прикубанскую равнину. Наиболее крупные реки, питающие р. Кубань являются Теберда, Большой Зеленчук, Малый Зеленчук, Уруп, Лаба, Белая, Пшиш, Псекупс [15].

Годовой сток реки Кубань в год средней водности (50 %), составляет 14,7 млрд м³, умеренной водности (75 %) – 12,8 млрд м³, маловодный (95 %) – 10,3 млрд м³, что отражено в таблице 1.

для целей гидроэнергетики, водного транспорта, товарного рыбозаведения в русловых прудах, выполнение берегоукрепительных и руслоформирующих работ, использование акватории для строительства мостовых переходов, прокладки нефте- и газопроводов, организованной рекреации [12, 22].

Согласно Схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов р. Кубань по Кубанскому бассейновому округу (06.02.00 Кубань) лимит изъятия водных ресурсов составляет порядка 13,0 млрд м³/год, в том числе для Краснодарского края – 7,84 млрд м³/год (60,5 % от общей квоты) (табл. 2).

Таблица 2. Квоты субъектов РФ, на забор водных ресурсов в бассейне реки Кубань

Наименование бассейнового округа и бассейна	Забор (изъятие) водных ресурсов из поверхностных водных объектов, тыс. куб. м/год
Кубанский бассейновый округ 06.02.00 Кубань	12963045,3
Карачаево-Черкесская Республика (включая передачу воды в Ставропольский край	3191025,8
Ставропольский край	1759703,4
Республика Адыгея	169440,2
Краснодарский край	7842876,0

Анализ фактических показателей водопользования по бассейну р. Кубань показывает, что забор воды из водных объектов на все нужды составляет в среднем за последние 10 лет 10,1 млрд м³, при этом свежей воды отраслями экономики используется порядка 4,3 млрд м³, потери при транспортировке составляют около 1,4 млрд м³, показатели объема оборотного (возвратного) использования находятся в пределах 2,4 млрд м³ [16].

В результате исследований установлено, что лимит забора воды из поверхностных водных объектов бассейна р. Кубань в Краснодарском крае включает нужды орошения и сельскохозяйственного водоснабжения (3,5 млрд м³ воды в год), рыбохозяйственного комплекса (1,8 млрд м³ воды в год), в том числе рыбонерестовые попуски, которые обеспечиваются в течение девяти месяцев за год и составляют 2,216 млрд м³ воды, промышленности и энергетики, судоходства, питьевого водоснабжения, специальные попуски для обеспечения командных уровней у водозаборов в мелиоративные системы для целей сельскохозяйственного производства.

Одним из важнейших механизмов управления в сфере водных отношений является предоставление права пользования водными объектами и их частями как физическим, так и юридическим лицам на основании договоров водопользования и решений о предоставлении водных объектов в пользование в соответствии со статьей 11 Федерального закона от 03.06.2006 № 74-ФЗ «Водный кодекс Российской Федерации» [4].

При предоставлении государством, согласно нормативно-правовой базе, права пользования водным объектом, устанавливаются условия, выполнение которых позволяет оптимизировать водопользование, снизить антропогенную нагрузку на водный объект, и в конечном итоге улучшить экологическое состояние водных ресурсов в месте водопользования.

К существенным условиям водопользования относятся:

- разрешенный объем забора водных ресурсов и объем сброса сточных вод, превышение которых влечет за собой штрафные санкции;
- выполнение водохозяйственных и водоохраных мероприятий;
- платность водопользования, стимулирующая

рациональное использование водных объектов;

- ведение мониторинга поверхностных водных объектов, обеспечивающего разработку и принятие эффективных решений по управлению качеством и объемами водных ресурсов.

В результате проведенных исследований выявлено, что крупным водопользователем поверхностными водными объектами по данным Государственного водного реестра на территории Краснодарского края является ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Краснодарскому краю», эксплуатирующее на праве оперативного управления 16 государственных мелиоративных систем, из которых 12 рисовых, и гидротехнические сооружения, входящие в их состав (насосные станции, оросительные и сбросные каналы, акведуки и др.) [2].

Учреждение является легитимным водопользователем, что подтверждается 22 решениями о предоставлении водного объекта в пользование с целью забора (изъятия) водных ресурсов из водного объекта для орошения земель сельскохозяйственного назначения. Общий объем лимита водозабора для полива сельхозкультур составляет 3449,621 млн м³ в год.

Анализ показывает, что для обеспечения отрасли рисоводства водными ресурсами в период вегетации лимит объема изъятия водных ресурсов составляет 3352,014 млн м³ в год, для степной зоны и полива нерисовых культур - 36,74 млн м³ в год.

Исследования показали, что забор водных ресурсов для полива сельскохозяйственных культур производится из следующих водных объектов: Крюковское водохранилище в объеме 80,957 млн м³ (2,33 %), Варнавинское водохранилище - 42,019 млн м³ (1,21 % от общего лимита), Краснодарское водохранилище - 26,74 млн м³ (0,77 %), р. Кубань - 2798,495 млн м³ (80,65 %), р. Протока - 521,5 млн м³ (15,03 %).

Водопользование с забором (изъятием) водных ресурсов из водных объектов при условии возврата воды в водные объекты (возвратное водопользование) осуществляется по девятнадцати из двадцати двух решений с общим лимитом воды 3411,64 млн м³ в год. Квота на безвозвратное водопользование составляет 37,973 млн м³ воды в год согласно трем решениям.

Проведенный анализ статистической формы от-

четности 2-ТП - Водхоз «Сведения об использовании воды», которая относится к экологической отчетности и содержит информацию о водопользовании с предоставлением в установленные сроки в уполномоченный орган государственной статистики в соответствии со ст. 39 Водного кодекса Российской Федерации, а также сведений по форме 3.1 приказа Минприроды России от 09.11.2020 № 903, показывает, что за последние четыре года с 2017 по 2022 гг. объем изъятия водных ресурсов для нужд сельскохозяйственного производства в зоне обслуживания государственных мелиоративных систем федеральной собственности, согласно решений о предоставлении водного объекта в пользование с целью забора воды, в среднем составил 2914,657 млн м³, что на 534,964 млн м³ меньше лимитных значений (рис. 1).

Максимальный объем изъятия воды наблюдался в 2019 году 3338,612 млн м³, что связано с увеличением посевных площадей риса с 117,1 тыс. га в 2018 году до 125,1 тыс. га в 2019 году. Минимальный объем изъятия водных ресурсов из поверхностных водных объектов для сельскохозяйствен-

ного водоснабжения выявлен в 2020 году и составил 2403,294 млн м³ (- 1046,327 млн м³ к лимиту), что связано с наблюдавшимся в указанный период маловодьем [7, 10].

Необходимо отметить, что из указанного объема водозабора ежегодно для орошения используются сбросные воды межсистемного водооборота в объеме порядка 550 млн м³ (рис. 2). Это позволяет рационально использовать водные ресурсы и экономить оросительную воду в период вододефицита, а также частично до 65 % компенсировать потери воды в оросительной сети, которые наблюдаются в результате фильтрации и испарения.

Изъятие водных ресурсов обусловлено необходимостью полива сельскохозяйственных культур по заявкам сельхозтоваропроизводителей в зоне обслуживания государственных мелиоративных систем. Ежегодно площадь орошения составляет порядка 149 тыс. га, из которых зерновые культуры занимают порядка 126,2 тыс. га, в том числе рис – 120,0 тыс. га, овощная группа культур открытого грунта – 10,3 тыс. га, кормовые культуры – 0,8 тыс. га (табл. 3).

Таблица 3. Полив сельскохозяйственных культур на государственных мелиоративных системах федеральной собственности, 2016-2022 гг.

Годы	Фактически полито	Зерновые культуры		Овощи	Кормовые культуры	Прочие
		всего	в т.ч. рис			
2016	158,363	142,972	136,0	7,653	0,070	7,738
2017	145,358	128,114	122,0	6,413	1,450	9,381
2018	152,555	121,880	117,0	7,745	1,076	21,854
2019	156,081	130,928	125,0	8,321	0,590	16,242
2020	154,946	135,304	127,0	12,303	0,080	7,259
2021	147,757	126,137	117,979	12,398	0,734	8,488
2022	123,879	98,046	92,612	17,443	1,498	6,892
среднее	148,930	126,197	119,656	10,325	0,775	11,122

Прочие поливы, в том числе орошение технических, плодовых, бахчевых культур и картофеля, в структуре орошаемых площадей, составляют в среднем за последние семь лет 11,1 тыс. га с максимальным значением в 2018 году - 21,2 тыс. га, минимальным – в 2022 году – 6,9 тыс. га.

Распределение воды между водопотребителями производится на основе графиков водоподдачи и планируемой площади полива сельскохозяйственных культур, оптимального поливного режима применительно к природным условиям данной зоны, технического состояния оросительной сети и мелиоративного состояния орошаемых угодий и утверждаются соответствующими органами исполнительной власти, осуществляющими управление сельским хозяйством.

Объем изъятия (забора воды) из водного объек-

та в целом по оросительной системе определяется на основании утвержденных лимитов водопользования с учетом потерь в магистральной и распределительной сети до водовыдела, утверждается специально уполномоченным государственным органом в области мелиорации земель в зависимости от территориального расположения оросительной системы [11, 20].

Анализ водопотребления подотраслей растениеводства показывает, что суммарная подача воды для орошения сельхозкультур в зоне обслуживания государственных мелиоративных систем составляет порядка 2396 млн м³, в том числе для полива риса с учетом использования повторных вод из коллекторно-дренажной сети, подается в среднем 2327 млн м³, нерисовых культур – около 70,0 млн м³.

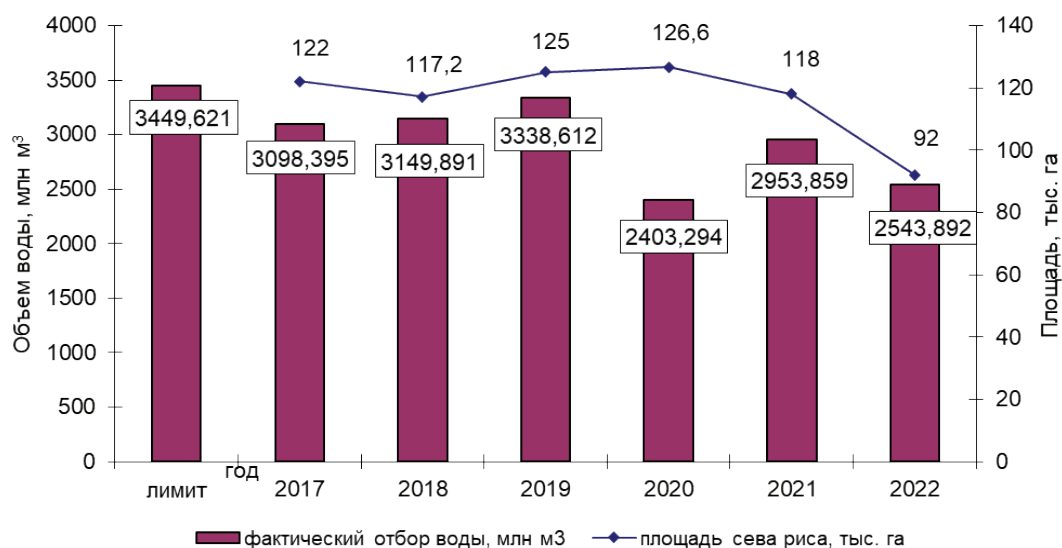


Рисунок 1. Объем изъятия водных ресурсов из водных объектов для нужд сельскохозяйственного производства в зоне обслуживания государственных мелиоративных систем федеральной собственности, 2017-2022 гг.

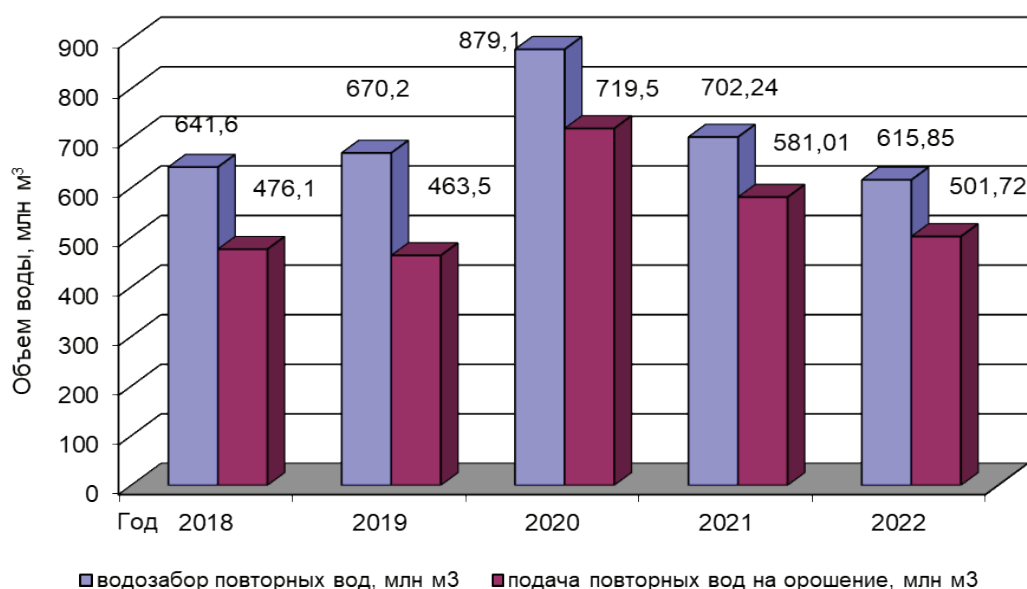


Рисунок 2. Объем забора и подачи на орошение повторно используемой сбросной воды из коллекторно-дренажной сети государственных мелиоративных систем, 2018-2022 гг.

Таблица 4. Показатели водопользования на государственных мелиоративных системах в Краснодарском крае, 2018-2022 гг.

Показатели плана	2018	2019	2020	2021	2022	ср. 2018-2022 гг.
Подача воды на рис всего с повторной водой, млн м³	2 445,5	2 632,1	2 231,5	2 324,5	2 000,7	2 326,86
Подача воды на рис без повторно используемой воды, млн м³	1 980,6	2 174,0	1 533,6	1 749,6	1 508,7	1 789,30
Подача воды на не рисовые культуры, млн м³	71,6	55,0	68,3	74,7	78,4	69,6

Таким образом, анализ приведенных данных показывает, что рисоводство является основным потребителем водных ресурсов в структуре агропромышленного комплекса региона и обеспечивается полностью за счет мелиоративных систем и отдельно располо-

женных гидротехнических сооружений государственной собственности. Исследованиями установлено, что из 2039,714 млн м³ воды, используемой для сельскохозяйственного производства, 97 % подается для полива риса.

При этом необходимо отметить, что забор воды

для полива риса является только частью водопотребления, необходимого для полного технологического цикла производства культуры. Технологические сбросы в период вегетации и отвод воды для осушения рисовых чеков перед уборкой урожая, осуществляются по коллекторно-дренажной сети в поверхностные водные объекты, и являются неотъемлемым циклом водопользования [10, 14, 21]. При этом возвратное водопользование при возделывании риса, которое характеризуется водоподачей и водоотведением, позволяет компенсировать практически в полном объеме водные ресурсы при изъятии воды из поверхностных водных объектов, что предотвращает их истощение и позволяет поддерживать водный баланс территорий [13].

В результате исследований установлено, что водоприемниками сбросных вод с рисовых систем являются поверхностные водные объекты, такие как р. Протока, р. Кубань, Варнавинский и Крюковский сбросные каналы, Войсковой, Курчанский, Витязевский, Кирпильский лиманы, Крюковское водохранилище. С этой целью ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз» уполномоченным органом согласно ст. 44 «Использование водных объектов для целей сброса сточных, в том числе дренажных вод» Водного кодекса Российской Федерации, выдано 22 решения на предоставление водных объектов в

пользование с целью сброса сточных (дренажных) вод с общим лимитом 3,5 млрд м³ воды в год.

Исследованиями установлено, что ежегодно объем сбросных (дренажных) вод с государственных мелиоративных систем осуществляется в объеме порядка 2,4 млрд м³ воды, что меньше значения выделенного лимита на 1,1 млрд м³ (рис. 3).

Анализ данных, приведенных на рисунке 3, показывает, что максимальный объем сброса 2019 году 2612,7 млн м³ (-917,8 млн м³ к лимиту), минимальный 1668,7 млн м³ - в 2020 году (- 1861,8 млн м³ к лимиту), что обусловлено дефицитом водных ресурсов в бассейне р. Кубань и снижением показателей, характеризующих ее сток.

Необходимо отметить, что в результате исследований выявлено, что из общего объема сбросных вод, порядка 565 млн м³ составляют поверхностно-избыточные воды, которые отводятся насосными станциями федеральной собственности в межвегетационный период в водные объекты с мелиоративных систем и прилегающих к ним территорий (табл. 5). Сток дождевых, талых, поверхностных вод обусловлен уклонами рельефа местности и инженерным обустройством дренажной сети мелиоративных систем с целью понижения уровня грунтовых вод и поддержания водного баланса территорий для осуществления сельхозпроизводства.

Таблица 5. Объем водоотведения поверхностно-избыточных вод насосными станциями федеральной собственности в межвегетационный период в поверхностные водные объекты с мелиоративных систем и прилегающих к ним территорий (2018-2022 гг.)

Насосная станция (НС)/ (филиал)	Подвешенная площадь водосбора к сбросной НС, га		Объем водоотведения в межвегетационный период	
	всего	в т.ч. мелиорированных земель	тыс. м ³	%
НС № 12 (Северский филиал)	5 000	5 000	12 580,0	2,2
НС № 4 (Красноармейский филиал)	26 000	26 000	31 480,3	5,6
НС № 3, НС № 4/5, НС № 5, НС № 7 (Темрюкский филиал)	22 000	13 752	11 967,0	2,1
НС №1,6; НС №2, НС № 3, НС № 4, НС № 5, НС № 8, НС № 9, НС № 12 (Петровско-Анастасиевский филиал)	70 000	32 668	73 777,0	13,2
НС № 2, НС № 6, НС № 1, НС № 9, НС № 10, НС № 11 (Крымский филиал)	86913	3 510	116 422,0	20,6
НС № 5 (Черноерковский филиал)	67 000	33 200	100 006,0	17,7
НС № 9, НС № 12 (Анапский филиал)	32794	-	18 217,0	3,3
НС № 20, НС № 1 (10 ПК 18 Крымского филиала) (Абинский филиал)	28 110	28 110	89 877,0	15,6
НС № 13, НС № 30, НС № 2, НС № 2 (сбросная сеть) (Краснодарский филиал)	6 232	6 232	1 146,0	0,2
НС № 8, НС № 9, НС № 7 (Калининский филиал)	196 000	33 557	109 467,7	19,4
Всего	540 049	182 029	564 940,1	100

Анализ данных, приведенных в таблице 5, показывает, что максимальный объем водоотведения в межвегетационный период 116422 млн м³ (20,6 % от общего объема водоотведения) и 109467,7 млн м³ (19,4 % от

общего объема водоотведения) наблюдается насосными станциями федеральной собственности Крымского и Калининского филиалов ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз» с общей площади водосбора

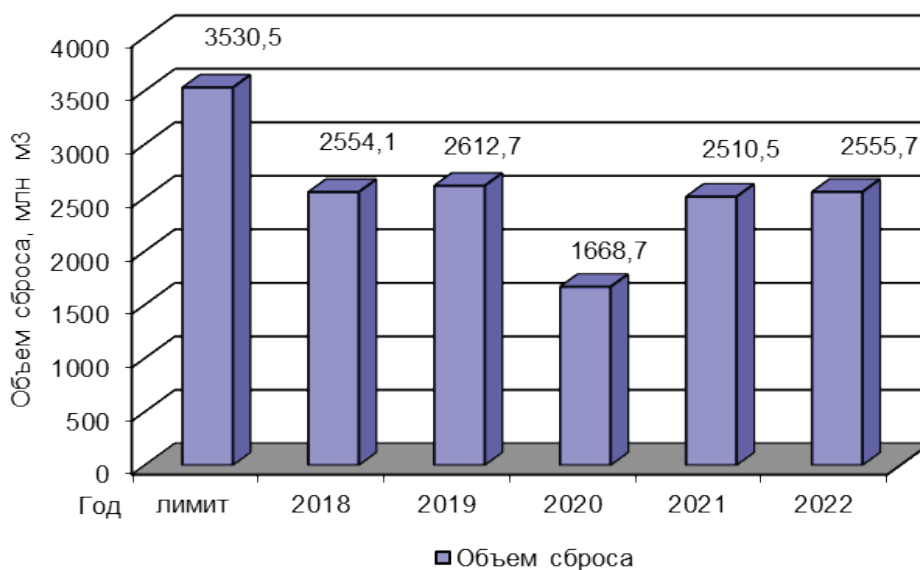


Рисунок 3. Объем сброса сточных (дренажных) вод в рамках решений о предоставлении водного объекта в пользование с целью сброса, 2018-2022 гг.

порядка 87 тыс. га и 196 тыс. га соответственно.

Немаловажным экологическим аспектом водопользования при сельхозпроизводстве, особенно, в рисоводстве, является качество сбросной воды, которая, поступая в водные объекты, не должна наносить ущерб природной среде, в том числе водным биологическим ресурсам и среде их обитания [8, 28].

Интенсификация сельхозпроизводства непосредственно связана с увеличением применения минеральных удобрений, которые способствуют росту урожайности сельскохозяйственных культур, но содержат биогенные элементы, нарушающие природное равновесие экосистем, попадая со сбросными водами в водоемы. Повышение содержания азота и фосфора стимулирует бурный рост водной растительности и приводит к цветению и зарастанию водных объектов, особенно слабопроточных. Даже незначительного количества фосфора, внесенного с поверхностным стоком, достаточно, чтобы создать благоприятные условия для микрофлоры, отмирание которой способствует нарушению кислородного режима. В конечном итоге это приводит к евтрофикации водоемов [9, 16, 23].

Многие соединения азота, попадающие в почву, отличаются высокой подвижностью. Поэтому значительная часть его вымывается из верхних слоев атмосферными осадками. Калий также может вымываться из пахотного горизонта в больших количествах, причем наиболее интенсивно это происходит на легких почвах и особенно во влажные годы. Фосфор менее подвижен. Основные его потери происходят при смыве верхнего слоя почвы.

Большой вынос азота с сельскохозяйственных территорий отмечается в периоды внесения на поля удобрений, особенно при поливе сельскохозяйственных

культур. Биогенные элементы попадают в водоемы в растворенном виде с поверхностным и подземным стоком, а также в нерастворенном состоянии вместе с частицами почвы в результате ее эрозии.

Кроме минеральных удобрений и пестицидов поверхностный сток с территории сельскохозяйственных угодий, выносит значительное количество мелкозема (алеврита) в водные объекты, вызывает их загрязнение и заиливание. Донные отложения нарушают жизнедеятельность микроорганизмов, что отрицательно сказывается на биоценозе и процессах самоочищения. Окисление органических примесей с этими донными отложениями приводит к ухудшению кислородного режима водоема в течение длительного времени [15, 25].

При сбросе сточных вод в водные объекты нормы качества воды водного объекта в расчетном створе, расположенном ниже их выпуска, должны соответствовать санитарным нормативным требованиям в зависимости от вида водопользования. В качестве норматива используют предельно допустимую концентрацию (ПДК). Все вредные вещества, для которых определены ПДК, подразделены по лимитирующим показателям вредности (ЛПВ) [1, 24].

В этой связи в рамках решений о предоставлении права пользования водными объектами с целью сброса, регламентировано выполнение работ по контролю качества сбрасываемой воды. Показатели качества сточных, в том числе дренажных вод (взвешенные вещества, азот аммонийный, нитратный, нитридный, фосфор фосфатов и др.) определяются ежеквартально в течение календарного года в аккредитованных лабораториях исходя из установленных нормативов допустимого воздействия на водный объект.

Сведения, полученные в результате учета забора (изъятия) водных ресурсов и результаты учета объема сточных и (или) дренажных вод и их качества предоставляются по формам и в сроки, согласно приказов Министерства природных ресурсов России от 06.02.2008 г. № 30 и от 09.11.2020 г. № 903.

В качестве примера можно привести результаты наблюдений за качеством сбросных, в том

числе дренажных, вод в 2022 году по решению № 23-06.02.00.017-П-PCBX-C-2017-03872/00 от 23 мая 2017 года (сброс в р. Протока на 63 км от устья) НС № 4 Марьяно-Чебургольской оросительной системы и решению № 00-06.01.00.003-М-PCBX-T-2017-03965/00 от 11 июля 2017 года (Джерелиевский главный коллектор Понуро-Калининской оросительной системы), которые указаны в таблице 6.

Таблица 6. Результаты наблюдений за качеством сбросных, в том числе дренажных, вод в рамках решений о предоставлении водного объекта в пользование

Наименование загрязняющих веществ	ПДК	I	II	III	IV
Решение № 23-06.02.00.017-П-PCBX-C-2017-03872/00 от 23 мая 2017 года. (сброс в р. Протока на 63 км от устья) (НС № 4 Марьяно-Чебургольской оросительной системы)					
БПК ₅ (БПК _{полный})	2,0	1,7	1,7	1,6	1,5
Взвешенные вещества	26,2 (+0,25 приращение к фону)	10	9,6	9,8	7,4
Азот аммонийный	0,4	0,16	0,141	0,041	0,128
Азот нитритов	0,02	0,015	0,016	0,008	0,018
Азот нитратов	9	0,78	0,81	0,08	0,22
Фосфаты	0,15	0,044	0,04	0,032	0,034
Решение № 00-06.01.00.003-М-PCBX-T-2017-03965/00 от 11 июля 2017 года (сброс в Кирпильский лиман) (Джерелиевский главный коллектор Понуро-Калининской оросительной системы)					
БПК ₅ (БПК _{полный})	3,0	1,41	1,4	1,5	1,7
Взвешенные вещества	10 (+0,25 приращение к фону)	9,6	9,8	25	9,8
Азот аммонийный	2,3	0,16	0,14	0,044	0,09
Азот нитритов	0,02	0,011	0,013	0,008	0,01
Азот нитратов	9,0	0,16	0,34	0,068	0,104
Фосфаты	0,2	0,0139	0,02	0,037	0,023

Анализ данных, полученных в результате наблюдений, показывает, что превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах в водные объекты р. Протока и Кирпильский лиман посредством НС №4 Марьяно-Чебургольской оросительной системы и Джерелиевского главного коллектора Понуро-Калининской оросительной системы, соответственно, не выявлено. Концентрация взвешенных веществ и показатели растворенного кислорода в воде находятся в пределах нормы.

Необходимо отметить, что сведения, полученные в результате учета забора (изъятия) водных ресурсов и результаты учета объема сточных и (или) дренажных вод и их качества предоставляются по формам и в сроки, согласно приказам министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06.02.2008 г. № 30 и от 09.11.2020 г. № 903, в уполномоченный орган на территории Краснодарского края, обеспечивает ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз» выполнение правил водопользования и позволяет проводить мониторинг вод в природных водных объектах с целью недопущения их истощения и снижения качественных характеристик.

Нарушение правил водопользования регламентировано ст. 8.14 Федерального закона от 30.12.2001 № 195-ФЗ «Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» и влечет наложение административного штрафа на граждан в размере от пятисот до одной тысячи рублей; на должностных лиц - от десяти тысяч до двадцати тысяч рублей; на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, - от двадцати тысяч до тридцати тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток; на юридических лиц - от восьмидесяти тысяч до ста тысяч рублей или административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток.

Выводы

Использование и охрана водных объектов являются государственной задачей и осуществляются на основе Федерального закона от 03.06.2006 № 74-ФЗ «Водный кодекс Российской Федерации» и подзаконных актов, что позволяет оптимизировать водопользование, осуществлять охрану, восстановление водных ресурсов и недопущение их исто-

щения. Отмечено, что в Краснодарском крае наиболее крупным водопользователем является ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз» с суммарным лимитом изъятия водных ресурсов из поверхностных водных объектов для сельхозпроизводства 3,4 млрд м³. Показано, что основным водопотребителем в агропромышленном комплексе региона является рисоводство с общим лимитом изъятия воды 3,3 млрд м³ воды в год и фактическим объемом водоподдачи на нужды сельского хозяйства до 2,7 млрд м³ в период вегетации.

Выявлено, что забор воды в рамках решений на изъятие водных ресурсов с целью сельхозводоснабжения в зоне обслуживания государственных мелиоративных систем, осуществляется для полива сельхозкультур на площади порядка 149 тыс. га, из которых зерновые культуры занимают 126,2 тыс. га, в том числе рис – 120,0 тыс. га, овощная группа культур открытого грунта – 10,3 тыс. га, кормовые культуры – 0,8 тыс. га. Прочие поливы (орошение технических, плодовых, бахчевых культур и картофеля) в структуре орошаемых площадей составляют в среднем 11,1 тыс. га.

Установлено, что водопользование при возделывании

риса является возвратным с общим фактическим сбросом воды с оросительных систем в поверхностные водные объекты в объеме 2,4 млн м³, что меньше лимита на 1,1 млрд м³. Кроме того, использование дренажно-сбросных вод повторно для орошения в системе межсистемного водооборота в объеме 550 млн м³ в год позволяет рационально использовать оросительную воду и компенсировать ее потери в транспортной сети мелиоративных систем.

На примере двух мелиоративных систем показано, что качество сбросных вод в водные объекты при возделывании риса, а также в межвегетационный период отвечает требованиям предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ, что способствует поддержанию баланса экосистем водных объектов.

Дальнейшая хозяйственная деятельность в бассейне р. Кубань должна осуществляться с позиции современных требований по поэтапному возвращению воды в водные экосистемы, использования современных ресурсосберегающих технологий, в том числе за счет осуществления мероприятий по сокращению водопотребления и безвозвратного, на основе принципов охраны окружающей среды и рационального природопользования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимиров, С. А. Влияние культуры риса на экологию регионов / С.А. Владимиров, И. С. Колесников, А.Г. Гурин // Тенденции развития науки и образования. – Краснодар, 2019. – № 54-2. – С. 37–41. DOI: 10.18411/lj-09-2019-36.
2. Годовые технические отчеты ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз» за 2016-2022 гг. / Архив ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз».
3. Закон Краснодарского края от 21.12.2018 № 3930-КЗ «О Стратегии социально-экономического развития Краснодарского края до 2030 года» / <https://docs.cntd.ru/document/550301926> // (дата обращения 10.10.2023 г.)
4. Закон Российской Федерации 03.06.2006 N 74-ФЗ «Водный кодекс Российской Федерации»/ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683 // (дата обращения 06.10.2023 г.)
5. Коробка, А.Н. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе / А.Н. Коробка, С.Ю. Орленко, Е.В. Алексеенко, Н.Н. Малышева и др. – Краснодар, 2015. – 352 с.
6. Кочнева, А.Е. Анализ использования земельных и водных ресурсов на мелиоративных системах Краснодарского края / А.Е. Кочнева, Н.Н. Малышева // Научно-практический журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия». – Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ», – 2021. – № 3 (83) – С. 4-9.
7. Краснодарский край в цифрах. // 2022: Стат. сб. / Краснодарстат. – Краснодар, 2023. – 263 с.
8. Крюков, И. Н. Водохозяйственное строительство в Краснодарском крае (крат. справ.) / И.Н. Крюков, В. Я. Долженко, С. Ф. Патрин // Кубаньгипроводхоз. – Краснодар, 1977. – 22 с.
9. Кузнецов, Е. В. Повышение эффективности орошения в составе инвестиционного проекта адаптированной земельно-охранной системы / Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди, А. Н. Куртнезирова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2015. – № 52. – С. 206 - 211.
10. Малышева, Н. Н. Экологическая реабилитация режима орошения риса в условиях маловодья / Н.Н. Малышева, Л. И. Карадаян // Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности: сб. науч. ст. VII Междунар. науч. конф. Волгоград, 2021. – С. 72 - 75.
11. Малышева, Н. Н. Анализ динамики объемов подаваемой воды на орошение риса / Н.Н. Малышева, К. Ю. Ковалева, А. С. Хилько // Заметки ученого. - Краснодар, 2021. - № 9 - 1. - С. 252 - 259.
12. Малышева, Н.Н. К вопросу рационального водопользования при орошении риса в Краснодарском крае / Н.Н. Малышева, П.В. Рябцев, А.С. Мурашева // Сборник статей XV Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации». – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2018. – С. 93-96.
13. Малышева, Н.Н. К вопросу формирования системы комплексных мелиораций на агроландшафтной основе // Н.Н. Малышева, Т.Ф. Бочко, А.Е. Хаджиди, А.Е. Кочнева // Научно-практический журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия», вып. № 3 (87) - Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ», 2022. – С. 42-51
14. Малышева, Н.Н. К вопросу эффективного планирования сельхозпроизводства на мелиорированных землях в Краснодарском крае / Н.Н. Малышева // Итоги научно-исследовательской работы за 2021 год. Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ. – Краснодар, 2022. – С. 224-226.
15. О состоянии природопользования и охране окружающей среды Краснодарского края в 2022 году: Доклад / Краснодар, 2023. – 397 с.
16. Попов, В.А. Агроклиматология и гидравлика рисовых экосистем: монография / В.А. Попов, Н.В. Островский.

- Краснодар: КубГАУ, 2013. – 189 с.

17. Постановление главы администрации (губернатора) Краснодарского края «Об утверждении государственной программы Краснодарского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сырья и продовольствия» от 5 октября 2015 г. № 944 // URL: <http://docs.cntd.ru/document/430643160> (дата обращения: 09.06.2021).

18. Постановление Правительства Российской Федерации от 14.05.2021 № 731 «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации» / <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/33c/33cb65f42ba0914d4b19c0859bf32c08.pdf> // (дата обращения 07.10.2023 г.)

19. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.09.2022 № 2567-р «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года» / <https://docs.cntd.ru/document/351735594?marker=656010> // (дата обращения 10.10.2023 г.)

20. Сафронова, Т. И. Обоснование метода управления агроресурсным потенциалом агроландшафтов/ Т. И. Сафронова, А. Е. Хаджиди, Е. В. Холод // Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. 2015. – №2 (1) // URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21067> (дата обращения: 03.07.2023).

21. Система рисоводства Краснодарского края / под ред. Е.М. Харитоновна. – Краснодар, 2011. – 316 с.

22. Якуба, С.Н. Комплексное использование и охрана водных ресурсов реки Кубань / С. Н. Якуба, Н.Н. Малышева, С.А. Владимиров, Д.А. Александров // В сборнике: Экология речных ландшафтов. Сборник статей по материалам V Международной научной экологической конференции. - Краснодар, 2021. - С. 194-198.

23. Zampieri, M. Adaptation and sustainability of water management for rice agriculture in temperate regions: The Italian case-study / M. Zampieri, A. Ceglar, G. Manfron, A. Toreti, G. Duveiller, M. Romani, C. Rocca, E. Scoccimarro, Z. Podrascanin, V. Djurdjevic // *Land Degradation & Development*, 2019. –Vol. 30, iss. 17. – P. 2033–2047. <https://doi.org/10.1002/ldr.3402>.

24. Miniotti, E. F. Agro-environmental sustainability of different water management practices in temperate rice agroecosystems / E. F. Miniotti, M. Romani, D. Said-Pullicino, A. Facchi, C. Bertora, M. Peyron, L. Celi // *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2016. – № 222. – P. 235–248. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.010>.

25. Barker, R. The outlook for water resources in the year 2020: challenges for research on water management in rice production / R. Barker, D. Dawe, T.P. Tuong, S.I. Bhuiyan, L.C. Guerra^c 12th ISCO Conference. - Beijing, 2002. - P. 175-181

26. Guerra, L.C. Producing More Rice with Less Water from Irrigated Systems / L.C. Guerra, S.I. Bhuiyan, T.P. Tuong, R. Barker, SWIM Paper 5, IWMI. - 1998.

27. Cesari de Maria, S. The role of water management and environmental factors on field irrigation requirements and water productivity of rice / S. Cesari de Maria, G. B. Bischetti, E. A. Chiaradia, A. Facchi, E. F. Miniotti, M. Rienzner, M. Romani, D. Tenni, C. Gandolfi // *Irrigation Science*, 2017–№ 35 (1). – P. 11–26. <https://doi.org/10.1007/s00271-016-0519-3>.

28. Arouna, Alfassassi. Water Management for Sustainable Irrigation in Rice (*Oryza sativa* L.) / Alfassassi Arouna, Israel K. Dzomeku, Abdul-Ganiyu Shaibu, Abdul Rahman Nurudee // *Production: A Review // Agronomy*, 2023. – №13 (6). – 1522 p. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061522>.

REFERENCES

1. Vladimirov, S. A. The influence of rice culture on the ecology of regions // *Trends in the development of science and education*. S.A. Vladimirov, I. S. Kolesnikov, A.G. Gurin – Krasnodar, 2019. – № 54-2. – P. 37-41. DOI: 10.18411/lj-09-2019-36 .

2. Annual technical reports of the Federal State Budgetary Institution “Management of Kubanmeliovodkhoz” for 2016-2022 / Archive of the Federal State Budgetary Institution “Management of Kubanmeliovodkhoz”.

3. The Law of the Krasnodar Territory dated 12/21/2018 № 3930-KZ “On the Strategy of socio-economic development of the Krasnodar Territory until 2030” / <https://docs.cntd.ru/document/550301926> // (accessed 10.10.2023)

4. The Law of the Russian Federation 03.06.2006 № 74-FZ “Water Code of the Russian Federation”/ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683 // (accessed 06.10.2023)

5. Korobka, A.N. The system of agriculture of the Krasnodar Territory on an agro-landscape basis / A.N. Korobka, S.Y. Orlenko, E.V. Alekseenko, N.N. Malysheva et al. – Krasnodar, 2015. – 352 p.

6. Kochneva, A.E. Analysis of the use of land and water resources in reclamation systems of the Krasnodar Territory / A.E. Kochneva, N.N. Malysheva // *Scientific and practical journal “Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture”*. – Novochoerkassk, FSBI “RosNIIPM”. – 2021. – № 3 (83) – P. 4-9.

7. Krasnodar Territory in numbers. // 2022: Stat. sat. / Krasnodarstat. – Krasnodar, 2023. – 263 p.

8. Kryukov, I. N. Water management construction in the Krasnodar Territory (krat. reference) / I.N. Kryukov, V. Ya. Dolzhenko, S. F. Patrin // *Kubangiprovodkhoz*. – Krasnodar, 1977. – 22 p.

9. Kuznetsov, E. V., Improving irrigation efficiency as part of an investment project of an adapted land security system / E. V. Kuznetsov, A. E. Khadjidi, A. N. Kurtzezirov // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*, Krasnodar, 2015. – № 52. – P. 206-211.

10. Malysheva, N. N. Ecological rehabilitation of rice irrigation regime in low-water conditions / N.N. Malysheva, L. I. Karadayan // *Innovative technologies, economics and management in industry: collection of scientific articles of the VII International Scientific Conference*. Volgograd, 2021. – P. 72-75.

11. Malysheva, N. N. Analysis of the dynamics of the volume of supplied water for rice irrigation / N.N. Malysheva, K. Y. Kovaleva, A. S. Khilko // *Notes of the scientist*. – Krasnodar, 2021. – № 9 - 1. – P. 252-259.

12. Malysheva, N.N. On the issue of rational water use in rice irrigation in the Krasnodar Territory / N.N. Malysheva, P.V. Ryabtsev, A.S. Murasheva // *Collection of articles of the XV International Scientific and practical Conference “Fundamental and applied scientific research: topical issues, achievements and innovations”*. – Penza: ICNS “Science and Education”. – 2018. – P. 93-96.

13. Malysheva, N.N. On the issue of forming a system of integrated land reclamation on an agro-landscape basis // N.N. Malysheva, T.F. Bochko, A.E. Khadjidi, A.E. Kochneva // *Scientific and practical journal “Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture”*, vol. № 3 (87) - Novochoerkassk, FSBI “RosNIIPM”, 2022. - P. 42-51

14. Malysheva, N.N. On the issue of effective planning of agricultural production on reclaimed lands in the Krasnodar Territory / N.N. Malysheva // The results of the research work for 2021. Materials of the Jubilee scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Kuban State Agrarian University. - Krasnodar, 2022. - P. 224-226.
15. On the state of nature management and environmental protection of the Krasnodar Territory in 2022: Report / Krasnodar, 2023. - 397 p.
16. Popov, V.A. Agro-climatology and hydraulics of rice ecosystems: monograph / V.A. Popov, N.V. Ostrovsky. - Krasnodar: KubGAU, 2013. - 189 p.
17. Resolution of the Head of the Administration (Governor) of the Krasnodar Territory "On approval of the state program of the Krasnodar Territory "Development of agriculture and regulation of raw materials and food markets" dated October 5, 2015 № 944 // URL: <http://docs.cntd.ru/document/430643160> (date of application: 06/09/2021).
18. Resolution of the Government of the Russian Federation dated 05/14/2021 № 731 "On the State Program for effective involvement in the turnover of agricultural land and the development of the reclamation complex of the Russian Federation" / <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/33c/33cb65f42ba0914d4b19c0859bf32c08.pdf> // (accessed 07.10.2023)
19. Decree of the Government of the Russian Federation dated 09/08/2022 № 2567-r "On approval of the Strategy for the Development of agro-industrial and fisheries complexes of the Russian Federation for the period up to 2030" / <https://docs.cntd.ru/document/351735594?marker=656010> // (accessed 10.10.2023)
20. Safronova T. I. Substantiation of the method of managing the agro-resource potential of agricultural landscapes/ T. I. Safronova, A. E. Khadjidi, E. V. Kholod E. V. // Modern problems of science and education [Electronic resource]. 2015. - №2 (1). // URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21067> (accessed 03.07.2023).
21. The rice growing system of the Krasnodar Territory / ed. by E.M. Kharitonov. - Krasnodar, 2011. - 316 p.
22. Yakuba, S.N. Integrated use and protection of water resources of the Kuban River / S. N. Yakuba, N.N. Malysheva, S.A. Vladimirov, D.A. Alexandrov // In the collection: Ecology of river landscapes. Collection of articles based on the materials of the V International Scientific Environmental Conference. - Krasnodar, 2021. - P. 194-198.
23. Zampieri, M. Adaptation and sustainability of water management for rice agriculture in temperate regions: The Italian case-study / M. Zampieri, A. Ceglar, G. Manfron, A. Toreti, G. Duveiller, M. Romani, C. Rocca, E. Scoccimarro, Z. Podrascanin, V. Djurdjevic // Land Degradation & Development, 2019. -Vol. 30, iss. 17. - P. 2033-2047. <https://doi.org/10.1002/ldr.3402>.
24. Miniotti, E. F. Agro-environmental sustainability of different water management practices in temperate rice agro-ecosystems / E. F. Miniotti, M. Romani, D. Said-Pullicino, A. Facchi, C. Bertora, M. Peyron, L. Celi // Agriculture, Ecosystems and Environment, 2016. - № 222. - P. 235-248. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.010>.
25. Barker, R. The outlook for water resources in the year 2020: challenges for research on water management in rice production / R. Barker, D. Dawe, T.P. Tuong, S.I. Bhuiyan, L.C. Guerra // 12th ISCO Conference. - Beijing, 2002. - P. 175-181.
26. Guerra, L.C. Producing More Rice with Less Water from Irrigated Systems / L.C. Guerra, S.I. Bhuiyan, T.P. Tuong, R. Barker, SWIM Paper 5, IWMI. - 1998.
27. Cesari de Maria, S. The role of water management and environmental factors on field irrigation requirements and water productivity of rice / S. Cesari de Maria, G. B. Bischetti, E. A. Chiaradia, A. Facchi, E. F. Miniotti, M. Rienzner, M. Romani, D. Tenni, C. Gandolfi // Irrigation Science, 2017. - № 35 (1). - P. 11-26. <https://doi.org/10.1007/s00271-016-0519-3>.
28. Arouna, Alfassassi. Water Management for Sustainable Irrigation in Rice (*Oryza sativa* L.) / Alfassassi Arouna, Israel K. Dzomeku, Abdul-Ganiyu Shaibu, Abdul Rahman Nurudee // Production: A Review // Agronomy, 2023. - №13 (6). - 1522 p. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061522>.

Надежда Николаевна Малышева

Доцент кафедры гидравлики и
с.х. водоснабжения
E-mail: malisheva@kmvh.ru

Nadezhda Nikolaevna Malysheva

Associate Professor of Department of Hydraulics
and Agricultural Water Supply
E-mail: malisheva@kmvh.ru

Анна Евгеньевна Хаджиди

Заведующая кафедрой гидравлики и
сельскохозяйственного водоснабжения
E-mail: dtn-khanna@yandex.ru

Anna Evgenievna Hadjidi

Head of the Department of Hydraulics and
Agricultural Water Supply
E-mail: dtn-khanna@yandex.ru

Александр Пантелеевич Хаджиди

Доцент кафедры строительства и эксплуатации
водохозяйственных объектов
E-mail: m4525671@mail.ru

Alexander Panteleevich Hadjidi

Associate Professor, Department of Construction
and Operation of Water Facilities
E-mail: m4525671@mail.ru

Алена Игоревна Малышева

Студент факультета гидромелиорации
E-mail: avengersrules22@mail.ru

Alyona Igorevna Malysheva

Student of the Faculty of Hydromelioration
E-mail: avengersrules22@mail.ru

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

All: FGBOU VO «Kuban State Agrarian University
named after I. T. Trubilin»
13, Kalinina str., Krasnodar, 350044, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-79-87
УДК 635.567

Баклушина О. А.
г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ НА КАЧЕСТВО РУККОЛЫ САЛАТНОЙ

Представлены результаты четырехлетнего исследования (2019-2023 гг.) влияния на качество и урожайность салатной зелени рукколы (396 образцов) различной степени увлажненности почвы при выращивании на темно-каштановых суглинках. Участвующий в исследованиях сорт рукколы «Пасьянс» оценивался по весу (отдельно салатная зелень и непродуктивная биомасса: стебель/ветки/корень), размеру (фиксируется размер стебля и корня), а так же, изучался химический состав листьев и стеблей рукколы и почвы на наличие и вынос химических элементов, таких как калий, фосфор, азот магний, бор, молибден и пр. Использование капельного орошения при выращивании рукколы на темных почвах в Саратовском Заволжье позволяет получать до 140 центнеров зелени с одного гектара. Чтобы обеспечить нужную влажность почвы перед поливом (70 %, 80 % или 90 %), нужно определить количество воды и длительность полива. В среднем, чтобы держать влажность на уровне 70 %, нужно провести от 13 до 21 поливов за вегетационный период. Для уровня 80 % - от 22 до 35 поливов, а для уровня 90 % - от 51 до 77 поливов. Нормы орошения варьируют от 2938 до 5775 кубических метров воды на гектар совместно с удобрениями $N_{140}P_{60}K_{75}$ и поддержанием заданных уровней водного режима почвы могут быть использованы в практике выращивания рукколы на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья для получения высоких урожаев. Оптимальное количество поливов для поддержания нужной влажности на уровне 70 %, 80 % или 90 % зависит от климатических условий и может варьироваться от 13 до 77 за вегетационный период. Средние биоклиматические коэффициенты водопотребления могут использоваться для прогнозирования суммарного водопотребления и оросительной нормы под планируемую урожайность. Получение 140 ц/га зелени рукколы на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья при капельном орошении обеспечивается на фоне водного режима почвы в слое 0,5 м не ниже 70 % НВ в сочетании с внесением $N_{140}P_{60}K_{75}$, а также при водном режиме с допустимым иссушением почвы до 80 % НВ в сочетании с $N_{140}P_{60}K_{75}$ при поддержании предполивного порога влажности на уровне 90 % НВ в сочетании с дозой внесения удобрений $N_{140}P_{60}K_{75}$.

Ключевые слова: руккола, капельное орошение, влагоперенос, наименьшая влагоёмкость, оптимальный водный режим.

INFLUENCE OF SOIL MOISTURE ON QUALITY RUCCOLA SALAD GREENS

The results of a three-year study (2019-2022) of the effect on the quality and yield of arugula salad greens (396 samples) of varying degrees of soil moisture when grown on dark chestnut loams are presented. The arugula variety "Pas-Yans" participating in the research was assessed by weight (separately salad greens and unproductive bio-mass: stem/branches/root), size (the size of the stem and root was recorded), and the chemical composition of leaves and stems was studied arugula and soil for the presence and removal of chemical elements such as potassium, phosphorus, nitrogen, magnesium, boron, molybdenum, etc. The use of drip irrigation when growing arugula on dark soils in the Saratov Trans-Volga region allows you to obtain up to 140 centners of greenery from one hectare of land. To ensure the required soil moisture before watering (70 %, 80 % or 90 %), you need to determine the amount of water and duration of watering. On average, to keep humidity at 70 %, you need to carry out 13 to 21 waterings during the growing season. For the 80 % level - from 22 to 35 waterings, and for the 90 % level - from 51 to 77 waterings. Irrigation rates vary from 2938 to 5775 cubic meters of water per hectare, together with $N_{140}P_{60}K_{75}$ fertilizers and maintaining certain levels of soil water regime, can be used in the practice of growing arugula on dark chestnut soils of the Saratov Trans-Volga region to obtain high yields. The optimal number of waterings to maintain the required humidity at 70 %, 80 % or 90 % depends on climatic conditions and can vary from 13 to 77 during the growing season. Average bioclimatic coefficients of water consumption can be used to predict total water consumption and irrigation norms for the planned yield. Obtaining 140 centners/ha of arugula on dark chestnut soils of the Saratov Trans-Volga region with drip irrigation is ensured against the background of a soil water regime in a 0.5 m layer of at least 70 % HB in combination with the application of $N_{140}P_{60}K_{75}$, as well as under a water regime with an acceptable drying the soil to 80 % NV in combination with $N_{140}P_{60}K_{75}$ while maintaining the pre-irrigation moisture threshold at 90 % NV in combination with the dose of fertilizer $N_{140}P_{60}K_{75}$.

Key words: arugula, drip irrigation, moisture transfer, lowest moisture capacity, optimal water regime.

Введение

Выбранная в качестве объекта эксперимента, овощная культура руккола является всё еще но-

вой овощной и салатной культурой. Руккола по-является на полках магазинов но быстро раскупается. Реализация рукколы розничными сетями

подтверждает ценность и популярность данной прямой салатной зелени которая полезна, обогащена витаминами и минералами и необычайно деликатесна. Однако сложность для потребителей составляет невозможность покупки рукколы в любой момент в любом магазине - очевидная нехватка данной салатной зелени в розничной торговле.

Подробное изучение сельскохозяйственного производства на тёмно-каштановых почвах было осуществлено И.Н. Любимовой (2003), И.Н. Любимовой, В.Я. Мотузовым, А.Г. Бондаревым (2008) и было доказано, что антропогенное воздействие на почвы при не регулируемом количестве оросительной воды способно существенно снизить плодородие почвы, однако такие почвы возможно и восстановить при бережном рациональном подходе к земледелию и орошению. Эффективность капельного орошения в сравнении с традиционными методами полива (дождевание, полив по бороздам, затопление по чекам и пр.) анализировались такими учёными как: М.С. Григорова, В.Н. Щедрина, Е.В. Кузнецова, С.А. Тарасьянца, Ю.Г. Шейкина, О.Е. Ясониди и др. Исследование каждого автора резюмировало, что капельное орошение, экономичное и эффективное при выращивании большинства сельскохозяйственных культур как в закрытом, так и в открытом грунте и ограничивается только применением сельскохозяйственной техники, которая при полевых работах может портить смонтированную систему капельного орошения.

Несмотря на обширный спектр анализируемых сельскохозяйственных культур, производимых на капельном орошении, опыта выращивания рукколы на капельном орошении и на тёмно-каштановых суглинках при применении фертигации в научной литературе нет. Хотя многие сельскохозяйственные производства могли бы расширить ассортимент выращиваемой продукции рукколы, поставляя её круглый год в торговые точки.

Цель исследований

Изучить коммерческую привлекательность и перспективность выращивания салатной зелени рукколы на тёмно-каштановых суглинках с установленными качественными критериями при 70-80 и 90 % НВ в весенне-летний и осенний сезоны.

Материалы и методы

Полевые исследования по изучению режима капельного орошения и применения удобрений при выращивании рукколы проводили в 2019-2023 гг. на опытном участке Энгельсского района, Саратовской области, расположенном в подзоне тёмно-каштановых суглинистых почв при среднегодовой влажности воздуха 60-80 %, нехватки влаги в 1 м почвы 220-240 мм. Полевые и лабораторные

исследования проводили по общепринятым методикам. Климат характеризовался низкой влагообеспеченностью и благоприятными температурными режимами выращивая. Тёмно-каштановые суглинки экспериментального участка имели тёмно-коричневую окраску, плотное сложение, обладали тонкой пористостью, высокой связанностью, пластичностью [7]. Гумусовый слой существенно снижался от поверхности в глубь слоя. Насыщенность почвы доступными формами питательных веществ и количеством гумуса была средней. Подвижный азот составлял 1,1 % от валового содержания. Грунтовые воды залежали более, чем на 5 метрах при их минерализации менее 1-2 г/л. Почва участка характеризовалась насыщенностью поглощающего комплекса Са и М. Содержание агрегатов (0,25–10 мм) в слоях А₀/А/В колеблется от 85/70/65 при коэффициентах структурности 6,3/2,5/1,7 соответственно. Значения содержания агрегатов 0,25–10 мм больше 60 %. Величины коэффициента структурности от 0,7 до 1,1 характеризуют среднее структурное состояние почв этого экспериментального участка [11]. Содержание гумуса (в %) в слоях А₀/А/В/В составляет 5,33/4,12/2,75/1,1. Подвижные формы питательных элементов (в мг/кг) в слоях А/В по азоту 100/80; по фосфору 90/82; по калию 160/145. Количество гидролизующего азота и калия среднее, подвижных форм фосфора – ниже нормы [2].

Отбор образцов осуществляли из пахотного слоя (Ап) опытного участка, содержащего: N_{общ} – 0,7 %, NO₃ – 21 мг/кг, P_{общ} – 0,18 %, K_{общ} – 0,19 %, KCl – 4,85, Mg – 0,01 %, B – 0,012 %, Mo – 0,007 %, зольностью 74 % [9].

В опыте использован балансовый метод расчета доз удобрений. В нем учитывали обеспеченность почвы питательными элементами и применяли соответствующие ей коэффициенты возмещения выноса: N₂ – 0,18; P₂O₅ – 0,85; K₂O – 0,43; KNO₃ – 0,23.

Период исследований по влагообеспеченности характеризовался по гидротермическому коэффициенту Г. Т. Селянинова как умеренно влажный, сухой, среднесухой и сухой, соответственно в 2019-2020; 2020-2021; 2021- 2022; 2022-2023 гг., коэффициент принимал значения 0,85; 0,34; 0,47; 0,65. В период вегетации выпало 162,8; 65,2; 92,1; 87,5 мм осадков. Относительная влажность воздуха в среднем составила 77,6, 59,4, 53,9, и 56,0 %, при этом сумма среднесуточных температур – 1781, 1889, 1837, 1904 °С соответственно [3]. Поливная норма составила 350 м³/га с поддержанием влажности 0,7–0,9 НВ в расчетном слое почвы 0,5 м.

Схема двухфакторного опыта включала 3 режима капельного орошения (фактор I) и деление делянок по внесению удобрений и без них (фактор II). Рисунок 1 демонстрирует схему эксперимента.

	Без удобрений			с удобрениями		
	70%	80%	90%	70%	80%	90%
I	35м ²	35м ²	35м ²	35м ²	35м ²	35м ²
II	35м ²	35м ²	35м ²	35м ²	35м ²	35м ²
III	35м ²	35м ²	35м ²	35м ²	35м ²	35м ²



Рисунок 1. Схема эксперимента

Водный режим почвы поддерживали на заданном уровне а для этого определяли параметры: глубина увлажнения для руколы и поддержание НВ на уровне 70, 80, 90 %. Чем больше глубина увлажнения была на экспериментальной делянке, тем реже проводили поливы.

Сроки поливов руколы определяли по значению НВ в активном слое почвы (0,1-0,45 м) в зависимости от фаз развития руколы и её корневой системы.

Отбор проб почвы, определение влажности, удельной и объемной массы почвы проводили по известным методикам, используя соответствующие стандарты [4, 5]. Показатели общей, капиллярной и некапиллярной пористости определяли расчетным способом на основании данных по влажности, удельной и объемной массе почвы [10]. Урожайность руколы по вариантам опыта определяли методом сплошной уборки делянок с последующим пересчетом на 1 га. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с использованием пакета «Statistika» и программы Excel.

Результаты и обсуждение

Рукола способна переносить заморозки до -10 °С. Предельная положительная температура в жизненном цикле руколы +35 °С. Приемлемая температура для прорастания семян +5 °С, но приближение к пороговым значениям замедляют всходы, рост и развитие растения. Четырехлетний опыт проведения эксперимента показал, что повышение температуры (более +25 °С) провоцирует голодание растения в виду усиления процесса дыхания и распада питательных веществ. Максимум ассимиляции накопления органического вещества и образования прироста в температурном диапазоне +15...+20°С. Выше +20 °С ассимиляция сокращается [1]. При температуре немного выше +30°С приход от ассимиляции становится равным дыха-

нию, что вызывает сокращение или полное прекращение прироста зелёной массы руколы. Температура выше +50 °С приводит к гибели руколы из-за свёртывания протоплазмы клетки [10].

Углекислый газ, солнечная энергия, вода, минералы продуцируют органическое вещество, осуществляя транспирацию и синтез витаминов, ферментов, хлорофилла, обеспечивая формирование вкусных и сочных листьев руколы товарного качества [9]. Географическое расположение экспериментальной делянки способствовало тому, что розетки руколы получали световую энергию солнца в виде прямой и рассеянной радиации в полном объеме с апреля по октябрь. Высокая требовательность руколы к свету особенно проявляется в первые стадии ее развития, когда запасы питательных веществ в семени исчерпываются, а растение начинает получать питание за счет фотосинтеза. Недостаток освещения в этот период устранялся прореживанием всходов и прополке сорняков [12]. Для образования товарной розетки листьев руколе необходима продолжительность дня 14–18 часов, при этом её светотребовательность находится на уровне ниже среднего и в период июль-август (иногда июнь) грядки с руколой приходилось затенять нетканым материалом для уменьшения солнечной радиации и предотвращения ожогов листьев. Так как с увеличением освещенности наблюдается ускорение начала цветения, в общей биомассе возрастает удельный вес стеблей, и как следствие потеря салатной привлекательности зелени [6]. Реакция руколы на недостаточную освещенность проявляется в многократном снижении темпов накопления биомассы, задержке развития розетки, в которой накапливаются нитраты и снижается содержание витамина С [2].

Окружающий воздух, насыщенный азотом (75 %),

кислородом (20 %) и углекислым газом (5 %), участвует в протекании всех жизненных процессов розетки рукколы, основные из которых дыхание и фотосинтез. И если наземная часть растения не испытывает дефицита этого жизненно важного ресурса, то корни могут подвергаться воздушному голоданию. Недостаток воздуха в слое почвы до 50 см вызывается переувлажнением и уплотнением почвы. Поэтому после дождей или поливов проводили рыхление междурядий рукколы для уничтожения почвенной корки [8]. Сильного уплотнения почвы за период эксперимента удалось избежать, так как в процессе эксперимента не было предусмотрено использование тяжелой с/х техники.

Скороспелость и относительно небольшая площадь питания - причина высокой требовательности рукколы к условиям плодородия и влагообеспечения почвы. Бедность темно-каштановых суглинков Саратовской области выражается в малом содержании гумуса (2-4 %), а значит и полезных микроэлементов в почве так же недостаточно. При этом диетологи отмечают ценность рукколы в полезных для человека минералах, витаминах и микроэлементах [5]. Значит, для успешного производства коммерчески привлекательной зелени рукколы на темно-каштановых суглинках Саратовской области при отсутствии севооборота рекомендуется вносить в почву микроэлементы и питательные вещества, выводимые растениями за цикл роста.

Во время полива растений использовали поливную систему, которая включала в себя внесение водорастворимых удобрений методом фертигации. Удобрения добавляли в середине цикла полива в течение примерно 30 минут. Затем, для того чтобы промыть капельные линии и достичь оптимальной влажности почвы, проводили капельный полив без удобрений, который продолжался более 30 минут. Средняя норма полива составляла 40 м³ на 1 гектар. Определение необходимости полива проводили путем оценки запаса влаги в корнеобитаемом слое почвы на расстоянии 20 см от места падения капли, когда достигалась предполивная влажность, равная 60 % наименьшей влагоемкости. Оптимальную влажность почвы поддерживали на уровне 80 % в пределах зоны увлажнения. Расчет нормы полива при капельном орошении основывался на поддержании оптимальной влажности почвы в увлажняемой зоне.

В период, когда салатная руккола была готова для сбора, проводили диагностику обеспеченности растения элементами питания (азот, фосфор, калий, кальций, магний, бор, молибден). Листья рукколы, выращенные на участке, подвергались мокрому озолению методом К. Гинзбурга с использованием смеси серной и хлорной кислот. Для определения содержания каждого элемента использовали различные методы: азот – хлорами-

новый метод, фосфор – колориметрический метод с добавлением аскорбиновой кислоты по методу Мерфи и Райли, калий – пламенно-фотометрический метод, а кальций и магний – комплексонометрический метод. Полученные данные сравнивали с оптимальными уровнями содержания элементов питания, а также вычислялись соотношения N/P, N/K и (K+Mg)/Ca, (Mg+B+Mo)/K.

С целью определения нитратов, обменного аммония, подвижных форм фосфора и калия в почве, были произведены регулярные отборы проб в течение вегетационного периода. Пробы были получены прямо под капельницами на глубине 0-20 см и на расстоянии 10 см от точки падения раствора питательных веществ и воды. Полученные почвенные образцы проанализировали в соответствии с методиками, установленными стандартами ГОСТ 17. 4 4. 02-84 ГОСТ 12071 – 2000 [4, 5]. Эти данные использовали для определения доступности элементов питания для растений и обеспеченности розетки рукколы необходимыми элементами питания. Во время поддержания влажности почвы на уровне 80 % НВ активное усваивание и накопление азота, калия, кальция, фосфора и других элементов происходит в растениях. Наличие азота и фосфора в почве способствует формированию большой розетки листьев с высокими вкусовыми качествами. Недостаток азота в почве может приводить к огрублению и горечи листьев.

Классификация В.И. Эдельштейна по выносу питательных веществ из почвы позволяет отнести рукколу к группе растений, незначительно обедняющих почву (3-я группа: вынос до 200 кг/ га питательных веществ) [8]. Тем не менее, при отсутствии севооборота количество витаминов в листьях рукколы неизменно снижалось (делянка без удобрений и с удобрениями). Экспериментально установлен вынос элементов (в г на 1 кг продукции): азот 17,6 г.; калий 5,7 г.; фосфор 6,1 г.; кальций 3,5 г.

При использовании расчетной дозы удобрений на среднем уровне урожайности количество азота, выносимого на каждую тонну продукции, увеличивается на 0,1 кг. Однако при умеренном режиме орошения с влажностью почвы 70 %, вынос азота сокращается на 2 %. Если использовать удобрения в дозе N₁₄₀P₆₀K₇₅, вынос азота на тонну продукции составляет 1,14 кг, что превышает контрольный вариант на 43 %. По сравнению с орошением на уровне 70 % НВ вынос азота увеличивается на 12 %. При использовании интенсивного режима полива без удобрений вынос азота на единицу продукции составляет 0,78 кг. По сравнению с умеренным поливом вынос азота уменьшается на 3 %. Использование удобрений в дозе N₁₄₀P₆₀K₇₅ не влияет на вынос азота и остается на уровне 0,78 кг. По сравнению с орошением на уровне 70 % НВ, вынос азота

уменьшается на 15 %. Однако если использовать удобрения в дозе $N_{140}P_{60}K_{75}$, вынос азота увеличивается на 0,7 кг на каждую тонну продукции.

При использовании рекомендуемой дозы удобрений для среднего уровня урожайности, вынос азота увеличивается на 0,1 кг/т. Однако при умеренном режиме орошения с влажностью почвы в 70 %, вынос азота уменьшается на 2 %. Если использовать удобрения в дозе $N_{160}P_{60}K_{130}$, то вынос азота на тонну продукции составляет 1,14 кг/т, что превышает контрольный вариант на 43 %. По сравнению с орошением на уровне 70 % НВ, вынос азота на этом варианте увеличивается на 12 %. При использовании интенсивного режима полива без применения удобрений вынос азота на одну единицу продукции составил 0,78 кг/т. По сравнению с умеренным поливом вынос азота уменьшается на 3 %. Применение удобрений в дозе $N_{100}P_{50}K_{40}$ не приводит к увеличению выноса азота, который остается на уровне 0,78 кг/т. По сравнению с режимом орошения на уровне 70 % НВ вынос азота уменьшается на 15 %. Однако, если использовать удобрения в дозе $N_{170}P_{65}K_{135}$, то вынос увеличивается на 0,7 кг/т. В сравнении с вариантом без применения удобрений вынос азота вырос на 9 %, а с умеренным режимом полива – снизился на 7 %.

Поддержание умеренного режима полива для выращивания рукколы показало, что вынос азота

на одну единицу продукции без применения удобрений составил 0,59 кг/т. При расчетных дозах на 70 т/га вынос возрос до 0,71 кг/т или на 122 % по сравнению с контролем. При расчетных дозах на 140 т/га вынос достиг 0,76 кг/т или на 130 % больше, чем контроль.

Мировые тенденции на удорожание минеральных удобрений подталкивают производителей к повышению себестоимости производства салатной зелени рукколы. Снижение себестоимости рукколы возможно при возврате в почву части вынесенных микроэлементов за счет заделывания в почву непродуктивной биомассы (корни+стебли) рукколы. Взвешивание непродуктивной биомассы куста рукколы, остающегося после снятия потребительских зелёных листьев представлено на рисунке 2. Средний вес куста рукколы, остающегося после сбора листьев, 157,5 г. Учитывая рискованное земледелие Саратовской области и разный объём урожая при разной влагообеспеченности почвы будем вести расчёты с 30 % вероятностью результата. $157,5 \cdot 0,3 = 47,25$ г., причем сюда входит и наземная и подземная части растений. Химический состав тонны непродуктивной биомассы рукколы (по данным лаборатории СГМУ им. Разумовского): азот – 1,1 %; марганец – 0,15 %; медь – 0,015 %; органический углерод – 0,04 %; фосфорный ангидрид – 0,25 %; калий – 0,2 %.



Рисунок 2. Непродуктивная биомасса рукколы

Расчет объема элементов, способных вернуться в почву при компостировании данной непродуктивной биомассы подразумевает, что розетки рукколы посажены с двух сторон от капельницы на опытном поле площадью 630 м² (ячейки 5*7 м при трехкратном повторении при трёх режимах полива с удобрениями и без них).

Азот (N) - возвращено $1777,5 \text{ т} \cdot 0,02 = 35,55 \text{ т}$.
Фосфор (P) - возвращено $1777,5 \text{ т} \cdot 0,01 = 17,77 \text{ т}$.
Калий (K) - возвращено $1777,5 \text{ т} \cdot 0,05 = 88,88 \text{ т}$.

Эти элементы могут быть использованы другими растениями в почве для роста и развития. С 1 га можно получить перегнивших растительных остатков 2 821,5 т. Таким образом, после разложения

растительных остатков рукколы в почву были возвращены следующие полезные химические элементы:

азот = $2\,821,5\text{ т} \cdot 1,1\% / 100 = 31,04\text{ кг}$;
 марганец = $2\,821,5\text{ т} \cdot 0,15\% / 100 = 4,2\text{ кг}$;
 медь = $2\,821,5\text{ т} \cdot 0,015\% / 100 \cdot 1000\text{ кг} = 0,4\text{ кг}$;
 органический углерод = $2\,821,5\text{ т} \cdot 0,04\% / 100 = 1,1\text{ кг}$;
 фосфорный ангидрид = $2\,821,5\text{ т} \cdot 0,25\% / 100 = 7,05\text{ кг}$;
 калий = $2\,821,5\text{ т} \cdot 0,2\% / 100 = 5,64\text{ кг}$.



А)



Б)

Рисунок 3. Корень рукколы при 80 % НВ а) 15 см (посадка в апреле); б) 35 см (посадка в июле)

Размеры и строение испаряющей поверхности листьев рукколы также имеют значение: узкие и сильно рассеченные листья рукколы

сорта Пасьянс значительно меньше испаряют воды, чем более крупные листья других сортов (рис. 4).



А)



Б)

Рисунок 4. Вид листьев рукколы а) в технической спелости б) в период цветения

Недостаток влаги значительно снижает продуктивность растений и затормаживает разви-

тие новых листьев: формируется мелкая розетка листьев, зелень становится горькой, провоци-

руется быстрое цветение куста. Рисунок 5 демонстрирует начало цветения рукколы при а) дефиците влаги и сухой, жаркой погоде, при 70 %

НВ, б) сухой погоде и влажности 70 % НВ, в) прохладной погоде и поддержания влажности на уровне 90 %.

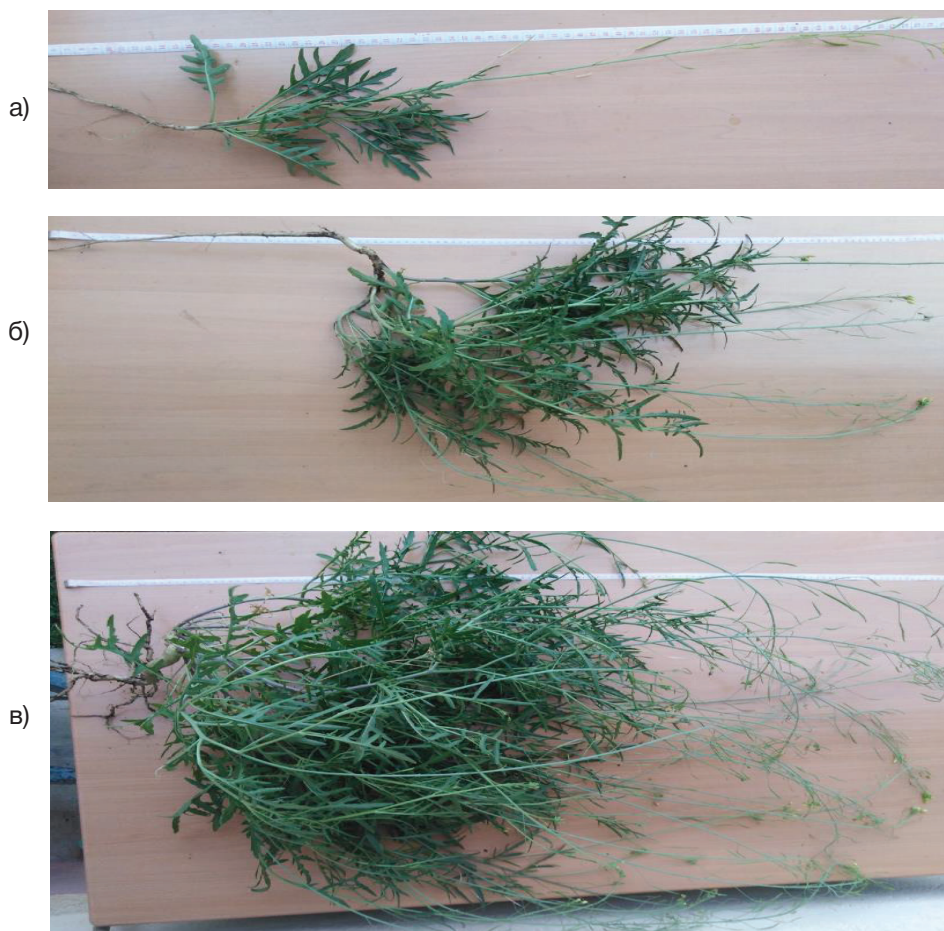


Рисунок 5. Начало цветения рукколы

а) при дефиците влаги; б) при сухой погоде; в) при прохладной погоде

Вегетационные поливы осуществляются для восстановления влаги в корнеобитаемом слое и имеют поливную норму от 300 до 450 м³/га. Для сорта рукколы Пасьянс максимальная суточная норма полива составляет 90 м³ на гектар. Для салатной зелени рукколы на темных глинах Саратовской области норма полива составляет 1,35 л/ч, что примерно равно 60 м³/га. В жаркие дни розетки рукколы поливаются ежедневно, а в пасмурную погоду норма полива сокращается.

В период активного нарастания листьев оптимальная предпривлажность почвы для рукколы составляет 80-90 % от его водного состояния. В этот период расход воды составляет от 4,2 до 5,1 л/м². Этот объем влаги способствует хорошему развитию растения и формированию более нежных и приятных вкусовых качеств листьев. В пиковый период срезки зелени поддерживается влажность почвы на уровне 80-90 % от его водного состояния.

В период весенних и осенних посадок (апрель, май, сентябрь, октябрь), когда на делянках активно нарастает зеленая масса листьев, проводилось

15 поливов с режимом орошения на 90 % НВ. В течение 2-3 дней с однодневным перерывом проводилось 10 поливов на участках с начальной влажностью почвы 80 % НВ. Между поливами был интервал в 1-2 дня. Для поддержания влажности почвы не ниже 70 % НВ на этапе развития растений, проводилось 7 поливов с интервалом в 2 дня.

Анализ динамики влажности почвы с 2019 по 2022 гг. показал, что при увеличении предполивных порогов влажности почвы с 70 до 90 % НВ, объем воды для полива, продолжительность поливов и межполивные периоды сокращаются, в то время как количество поливов в фазах роста и развития растений увеличивается. В период роста рукколы объем воды для орошения колебался от 3945 до 6705 м³/га в зависимости от года и месяца исследования.

В варианте с режимом орошения 80-90 % НВ общая продолжительность сбора листьев рукколы наступала быстрее, через 10-17 дней после появления первых листочков, и фаза цветения «отодвигалась» на 2-4 дня, наступая через 27-31 день после появления первых всходов (рис. 6).



Рисунок 6. Стадии роста и развития рукколы в зависимости от увлажненности почвы (июньская посадка)

Примечание - А – 90 % НВ, Б - 80 % НВ, В -70 % НВ. 6.1 – третий день после всходов; 6.2 – 11 день от начала всходов, стадия «сбор листьев»; 6.3 – 28 день от начала всходов, стадия «цветения» или «финала» куста рукколы

Интересно отметить такой факт: в начальные моменты развития розетки рукколы важно поддерживать уровень 90 % НВ в слое 0,2 м, ростки сильно отличаются друг от друга (рис. 6.1), при 70 % НВ – видны лишь два первых листочка (рис. 6.1 В), при 90 % НВ насчитывается 7 листочков на кустике. В стадии технической спелости или стадии активного сбора листьев рукколы лучше себя зарекомендовал полив при 80 % НВ: крупнее и по сравнению с 90 % НВ и

с 70 % НВ А) и В) соответственно в слое 0,5 см (рис. 6.2 и 6.3 Б). Видно, что при недостатке влаги, 70 % НВ, (рис. 6.3 В) у растения развивается длинный стержнеобразный корень, достигающий 20 см, при достаточном увлажнении 90 % НВ (рис. 6.3 А) корень не превышает 7-10 см, однако розетка листьев не такая крупная, как при режиме орошения 80 % НВ (рис. 6.3 Б). Урожайность при различных условиях увлажнения почвы приведена в таблице 1.

Таблица 1. Урожайность рукколы (в среднем за сезон), ц/га

Увлажненность почвы	Применение удобрений	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022г.	Среднее по годам
70 % НВ	с удобрениями	49,0	48,0	49,0	49,0	48,7
	без удобрений	48,5	45,0	35,4	28,2	39,3
80 % НВ	с удобрениями	51,0	54,8	56,5	57,0	54,8
	без удобрений	51,1	52,7	40,1	38,2	45,5
90 % НВ	с удобрениями	52,0	54,0	55,0	55,0	54,0
	без удобрений	52,0	53,0	39,3	38,4	45,7

Максимальная урожайность возможна на увлажнении почвы 80 % НВ. Именно такой режим орошения в период созревания листы рукколы позволяет максимально сформироваться корневой системе и получать помимо влаги все необходимые микроэлементы. На стадии формирования розетки предпочтительнее использовать режим орошения 90 % НВ. Так же выводами по данным таблицы может служить утверждение, что начиная с третьего года эксперимента делянки без удобрений существенно меньше дают урожая по сравнению с делянками с применением удобрений.

Выводы

С целью изучения влияния влажности почвы на качественные и количественные показатели салатной зелени рукколы были изучены варианты посадки рукколы на темно-каштановых суглинках Заволжья при 70, 80, 90 % НВ в течение 4-х сезонов с апреля по сентябрь месяцы. Экспериментально были обоснованы следующие выводы:

Использование капельного орошения при выращивании рукколы на темных почвах в Саратов-

ском Заволжье позволяет получать до 140 ц/га. Чтобы держать влажность на уровне 70 %, нужно провести от 13 до 21 поливов за вегетационный период, для уровня 80 % - от 22 до 35 поливов, а для уровня 90 % - от 51 до 77 поливов. Нормы орошения варьируют от 2938 до 5775 м³/га совместно с удобрениями N₇₀P₃₀K₃₇ и поддержанием определенных уровней водного режима почвы могут быть использованы в практике выращивания рукколы на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья для получения высоких урожаев: - для получения 140 ц/га салатной зелени рукколы стандартного качества в почвенно-климатических условиях Саратовского Заволжья оросительная мелиорация должна проводиться с использованием систем капельного орошения в слое 0,5 м не ниже 80-90 % НВ; - посадка рукколы в период с апреля по сентябрь существенно влияет на урожай. Руккола нуждается в более долгом световом дне, чтобы быстрее перейти к генеративному развитию и ускорить сроки уборки, на 7-8 дней при длительном световом дне и на 10-12

дней при коротком световом дне. Когда световой день превышает 12 часов, ружькола начинает цвести на 20-21 день от посадки; когда световой день короче, цветение происходит на 26-27 день.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айдаров, И.П. Расчеты контуров увлажнения при капельном орошении // В кн.: Теория и практика комплексного мелиоративного регулирования / И.П. Айдаров, А.А. Алексашенко, Л.Ф. Пестов.- М., 2022. – С. 30-35.
2. Волков, А.С. Оценка существующих методов обоснования режимов орошения / А.С. Волков, В.Ф. Тульверг, П.Г. Фиалковский // Мелиорация и водное хозяйство. - М., 2021. - № 4. - С. 13-14.
3. Воронин, А.Д. Плотность сложения орошаемой каштановой почвы и ее плодородие // Почвоведение. - 1982. - № 5. - С. 20-26.
4. ГОСТ 17. 4 4. 02-84 Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.- Введ. 2002-01-01. – М., 2010. – 27 с.
5. ГОСТ 12071 – 2000 ГРУНТЫ Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.- Введ. 2002-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – IV, 27 с.
6. Потенциал почвенной влаги от влагосодержания // Роль почвы в управлении продуктивностью агроценозов. Л., 1985. - С. 11-16.
7. Чернышевская, Л.Е. Исследование передвижения влаги при подпочвенном орошении// Дис. канд. техн. наук. – Киев, 1969. – С. 10-15.
8. Шейкин, Ю.Г. Исследование и разработка технологии капельного орошения овощных культур / Ю.Г. Шейкин // Автореферат дис. к.т.н. -М., 1980. -20 с.
9. El-Hady, O.A. Soil conditioners for improving the hydrophysical properties of crust forming highly calcareous soil / O.A. El-Hady, A.A. Lofty -Med-ed. Fac. Landbouww. Rijksuniv.: Gent, 1986.-P. 15-19
10. Hauck, R. D.Slow-release and bioinhibitor-amended nitrogen fertilizers // Ferti-lizer Tehnology and Use / Mad. Wiseon. USA. –1985. - P. 293-298.
11. Nurzynska-Wierdak, R. Yieldingofgardenrocket(ErucaSativa) independence on differentiat ednitrogen fertilization // Vege-tablecropsresearchbull. –Shierniewice, 2021. – P. 71 –75.
12. Santamaria, P. Nitrateandammoniumnutritioninchicoryandrocketssaladplants/ P. Santamaria, A. Elia, G. Papa, F. Serio // Journalofplantnitrition. – Italiana, 1998. – Vol. 21. - № 9. - P. 17-18

REFERENCES

1. Aidarov, I.P. Calculations of moisture contours for drip irrigation // In the book: Theory and practice of complex reclamation regulation / I.P. Aidarov, A.A. Aleksashenko, L.F. Pestov.- M., 2022. – P. 30-35.
2. Volkov, A.S. Assessment of existing methods for substantiating irrigation regimes / A.S. Volkov, V.F. Tulverg, P.G. Fialkovsky // Land reclamation and water management. M., 2021. - № 4. - P. 13-14.
3. Voronin, A.D. Density of irrigated chestnut soil and its fertility // Soil Science. - 1982. - № 5. - P. 20-26.
4. GOST 17. 4 4. 02-84 Methods of sampling and preparation of samples for chemical, bacteriological, helminthological analysis.- Introduction. 2002-01-01. – M., 2010. – 27 p.
5. GOST 12071 – 2000 SOILS Selection, packaging, transportation and storage of samples. - Intro. 2002-01-01. – M.: Standards Publishing House, 2010. – IV. – 27 p.
6. Potential of soil moisture from moisture content // The role of soil in managing the productivity of agrocenoses. L., 1985. - P. 11-16.
7. Chernyshevskaya, L.E. Study of moisture movement during subsurface irrigation // Dis. Ph.D. tech. Sci. -Kiev, 1969. -P. 10-15.
8. Sheinkin, Yu.G. Research and development of drip irrigation technology for vegetable crops / Yu.G. Sheinkin // Abstract of thesis. Ph.D. -M., 1980. -20 p.
9. El-Hady, O.A. Soil conditioners for improving the hydrophysical properties of crust forming highly calcareous soil / O.A. El-Hady, A.A. Lofty -Med-ed. Fac. Landbouww. Rijksuniv.: Gent, 1986.-P. 15-19
10. Hauck, R. D. Slow-release and bioinhibitor-amended nitrogen fertilizers // Ferti-lizer Tehnology and Use / Mad. Wiseon. USA. –1985. - P. 293-298
11. Nurzynska-Wierdak, R. Yieldingofgardenrocket(ErucaSativa) independence on differentiat ednitrogen fertilization // Vege-tablecropsresearchbull. –Shierniewice, 2021. – P. 71 –75.
12. Santamaria, P. Nitrate and ammonium nutrition in chicory and rockets a ladplants/ P. Santamaria, A. Elia, G. Papa, F. Serio // Journalofplantnitrition. –Italiana, 1998. –Vol. 21. - № 9. - P. 17-18.

Ольга Александровна Баклушина

Преподаватель кафедры “Гидромелиорация, природообустройство и строительство в АПК”
E-mail: 0078s@mail.ru

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»
410003, Саратовская обл.,
г. Саратов, пр-т. Столыпина, 43

Olga Alexandrovna Baklushina

Lecturer at the department “Hydromelioration, environmental management and construction in the agro-industrial complex”
E-mail: 0078s@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov»
43, Ave. Stolypina, Saratov, Saratov region, 410003

DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-88-93
УДК 631.6:628.86

Петрушин А. Ф., канд. техн. наук,
Янко Ю.Г., канд. техн. наук,
Доброхотов А.В., канд. биол. наук,
Блохин Ю.И.
г. Санкт-Петербург, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТИ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

От состояния осушительных мелиоративных систем зависит продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур. Деградация осушительных мелиоративных систем приводит к избыточному переувлажнению почв и потере урожайности. При ремонте и реконструкции осушительных систем необходимо опираться на проектные схемы и карты мелиоративных систем, которые, к сожалению, в большинстве случаев утеряны. Использование данных дистанционного зондирования позволяет эффективно определять расположение осушительных дренажных систем и их неисправности. В работе рассмотрены основные этапы получения и обработки данных дистанционного зондирования с помощью беспилотного летательного аппарата, которые используются для определения местоположения осушительной дренажной системы на сельскохозяйственном поле. Для решения этой задачи использовались нейросетевые архитектуры: базовая и модифицированная U-Net, а также TransUNet. Для обучения нейросетей была произведена разметка аэрофотоснимков, применены алгоритмы увеличения количества обучающих изображений. Были проведены вычислительный эксперимент и качественное сравнение работы выбранных нейросетевых архитектур.

Ключевые слова: осушительная мелиорация, ортофотоплан, беспилотное воздушное судно, данные дистанционного зондирования, машинное обучение.

DETERMINING THE LOCATION OF DRAINAGE USING A NEURAL NETWORK BASED ON REMOTE SENSING DATA

The productivity of cultivated crops depends on the condition of drainage reclamation systems. Degradation of drainage reclamation systems leads to excessive waterlogging of soils and loss of productivity. When repairing and reconstructing drainage systems, it is necessary to rely on design diagrams and maps of reclamation systems, which, unfortunately, are lost in most cases. The use of remote sensing data makes it possible to effectively determine, on the ground, the location of drainage drainage systems and their malfunctions. The paper discusses the main stages of obtaining and processing remote sensing data using an unmanned aerial vehicle, which are used to determine the location of a drainage drainage system on an agricultural field. To solve this problem, neural network architectures were used: basic and modified U-Net, as well as TransUNet. To train the neural networks, aerial photographs were marked and algorithms were applied to increase the number of training images. A computational experiment was carried out and a qualitative comparison of the work of selected neural network architectures was carried out.

Key words: drainage reclamation, orthophotomap, unmanned aircraft, remote sensing data, machine learning.

Введение

Сельское хозяйство в нашей стране развивается в различных климатических зонах: от избыточно увлажненных до острозасушливых. Дефицит атмосферных осадков наблюдается на 80 % площади земель, используемых в сельскохозяйственном производстве, свыше 10 % пахотных земель размещено в зоне избыточного увлажнения. В засушливые и избыточно влажные годы не реализуется потенциал высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур, интенсивных аграрных технологий, что приводит к снижению урожайности культур и валового сбора сельскохозяйственной продукции. Риски снижения продуктивности угодий связаны с рядом неблагоприятных природно-климатических и антропогенных факторов.

Из имеющихся сельскохозяйственных угодий

значительные площади (более 70 %) подвержены различным процессам деградации: водной и ветровой эрозии, подтоплению и заболачиванию, засолению, подкислению, закустариванию, опустыниванию и др. негативным процессам. Ежегодный недобор сельскохозяйственной продукции составляет до 47,0 млн тонн зерновых единиц, в том числе: засуха - 24,1 млн тонн; деградация почв земель сельскохозяйственного назначения - 21,7 млн тонн, из них водная эрозия - 13,2 млн тонн, ветровая эрозия - 4,7 млн тонн и др. [1]

Мелиорация земель является одним из главных приемов интенсификации и стабилизации сельскохозяйственного производства, гарантирующих получение эколого-экономически целесообразного урожая при любых сложившихся погодных условиях, предотвращения неблагоприятного воздействия климатических изменений и (стабилизации)

повышения устойчивости сельскохозяйственного производства [8].

Следует отметить, что статистические данные практически всех регионов свидетельствуют о том, что мелиорированные земли, составляя менее 8 % площади пашни, в различные годы дают от 10 до 20 % всего урожая.

Одним из основных природных факторов, сдерживающих развитие сельскохозяйственного производства в Нечерноземной зоне России, является переувлажнение и заболачивание сельскохозяйственных угодий. Задача продовольственной безопасности Российской Федерации может быть решена только при широком развитии комплексных сельскохозяйственных мелиораций и дальнейшего подъема и интенсификации сельского хозяйства Нечерноземной зоны РФ. Одновременно с высокой агротехникой мелиорация земель призвана сыграть основную роль в улучшении водно-воздушного режима почв, создании оптимальных условий для роста и развития растений, в превращении земель Нечерноземной зоны РФ в высокопроизводительные сельскохозяйственные угодья. Для решения этих задач наиболее перспективными сегодня являются фундаментально-прикладные разработки в области оценки и управления агроклиматическими рисками; управления водным стоком на сельскохозяйственных угодьях и двойного регулирования водного режима мелиорируемых земель, а также агромелиоративной обработки почв; восстановление эффективного плодородия почв мелиорированных земель и дистанционного мониторинга агромелиоративного состояния сельскохозяйственных земель и состояния объектов осушительной сети для решения задач управления земельными ресурсами и восстановления работоспособности осушительных систем [2, 4].

Для восстановления работоспособности осушительных систем необходимо наличие схем и карт мелиоративных систем, которые в большинстве своем утрачены. Дистанционные методы позволяют эффективно определять расположение дренажных систем и их неисправностей [9, 10]. На фотоснимке поверхности вспаханного поля дренажные линии видны в виде белых (за счет более быстрого просыхания почвы над дренами) или темных линий (за счет более интенсивного развития растительности над дренами).

Определение расположения дренажных линий дистанционными методами в пять-шесть раз дешевле наземных способов. В советское время эти подходы получили широкое распространение при картировании старых дренажных систем, когда отсутствуют схемы и документация, но выполнялись они вручную на основе аэрофотосъемки с летательных аппаратов [5, 6]. В последние десятилетия с развитием информационных и коммуникацион-

ных технологий появилась возможность подключения нейросетевых алгоритмов к задаче обработки большого количества изображений и поиска на них интересующих объектов. Применение нейросетей при оценке состояния дренажных систем позволяет решить две практические задачи: выявить местоположение дренажных линий и составить план дренажных систем, если таковые отсутствуют; выявить площади, подвергшиеся наиболее длительному переувлажнению и тем самым обнаружить неисправные части дренажной системы. [11]

Цель исследований

Исследовать возможности использования современных нейросетевых подходов к анализу результатов аэрофотосъемки сельскохозяйственных полей для мониторинга состояния осушительных мелиоративных систем.

Материалы и методы

Работы по мониторингу и оценке мелиоративного состояния полей проводились авторами на опытных полях Меньковского филиала Агрофизического института (Ленинградская область, Гатчинский район, д. Меньково), а именно мониторинг осушительной мелиоративной сети. Общая площадь хозяйства составляет 538 га, координаты центра хозяйства 59°25' с. ш. 30°01' в. д.

Для получения данных дистанционного зондирования о состоянии мелиоративных объектов использовалось беспилотное воздушное судно (БВС) Геоскан-401 Агро с установленными на борту двумя цифровыми камерами Sony RX-1 и Sony A6000, а также программное обеспечение Agisoft Metashape. Беспилотный комплекс позволяет оперативно получать качественную дистанционную информацию о состоянии объектов мелиоративных систем.

Процесс получения данных дистанционного зондирования с помощью БВС состоит из трех основных этапов.

1. Построение плана полета. В специализированном программном обеспечении планирования полетов GeoScan Planner 2.8 отмечаются границы территории, которую необходимо обследовать, задается требуемое разрешение конечного снимка и процент перекрытия снимков, после чего рассчитывается высота полета и автоматически формируется план полета. В результате сформированный план загружается в память БВС.

2. Полет и съемка. В имеющейся комплектации этот этап полностью автоматизирован. После проведения предстартовой подготовки взлет и посадка производятся автономно. В процессе полета БВС автоматически делает снимки с помощью бортовой камеры. Для каждого снимка записывается координата, где была произведена съемка. Так же, установленный на борту БВС GNSS-приемник регистрирует сигналы, поступающие от спутников глобальной системы позиционирования.



Рисунок 1. Фрагмент сельскохозяйственного поля с осушительной дренажной системой

3. *Обработка результатов аэрофотосъемки.* Программное обеспечение Agisoft Metashape позволяет из мозаики полученных изображений автоматически построить ортофотоплан в формате Geotiff и цифровую модель местности. За счет того, что на БВС установлен двухчастотный GNSS-приемник, постобработка сигналов глобальной системы позиционирования позволяет получать ортофотопланы сантиметровой точности. На рисунке 1 один показан фрагмент полученного изображения сельскохозяйственного поля с осушительной мелиоративной системой.

Отсутствие документации на обследуемый участок осушительной мелиоративной сети, а также интерес к автоматизации процесса восстановления схемы дренажа, авторами была предпринята попытка применения методов машинного обучения для обработки аэрофотоснимков. До появления нейросетевых моделей существовало множество традиционных методов, предназначенных для решения задач классификации и семантической сегментации изображений. Типичные традиционные алгоритмы включают методы на основе порога, методы на основе кластеризации, случайный лес и метод опорных векторов.

Из-за отсутствия возможности обобщения традиционные алгоритмы сегментации трудно приме-

нить для практических приложений. Методы глубокого обучения широко используются в области поиска объектов на изображении из-за их превосходной производительности. Их практическое применение включает в себя классификацию, обнаружение и семантическую сегментацию.

Полносверточная нейронная сеть (Fully Convolution Network) предоставляет ключевые идеи для разработки архитектуры кодировщик-декодер. Важная идея состоит в том, чтобы ввести изображение произвольного размера и получить вывод того же размера за счет эффективного обучения и вывода модели. В таких архитектурах полносвязный слой заменен сверточным слоем. Чтобы сохранить тот же размер, что и исходное изображение для процесса сегментации, слой деконволюции используется для билинейной интерполяции карты признаков. Классификация выполняется для каждого пикселя, и пространственная информация сохраняется.

Результаты и обсуждение

Для обучения нейросети был создан набор размеченных данных, который содержал 510 изображений размечены на уровне пикселей (осушенный, не осушенный). Изображения имеют размер 256*256 пикселей с пространственным разрешени-

ем 10 см и тремя каналами (RGB).

Набор данных был разделен на 256 обучающих изображений, которые были увеличены до 3072 и 254 проверочных изображений. Для увеличения количества обучающих изображений был применен алгоритм аугментации, который включает в себя горизонтальные и вертикальные перевороты и случайное вращение, регулировку яркости и масштабирование исходных изображений.

Для обучения использовали три распространенные сверточные нейросети: базовую U-Net, модифицированную U-Net и TransUNet.

Базовая U-Net представляет собой сверточную нейронную сеть, которая изначально создавалась для анализа медицинских изображений, но впоследствии нашла применение во многих сферах, в которых требуется сегментация изображений. Базовая U-Net обучалась в течение 500 эпох с ранней остановкой при потере проверки и 50-кратной выдержкой, пока не достигла потери при обучении 0,37 и потери при проверке 0,46.

Усовершенствованная U-Net была обучена на 100 эпохах. Начальная скорость обучения установлена на 0,001, которая уменьшается вдвое каждые 16 эпох. Модель содержит около миллиона параметров.

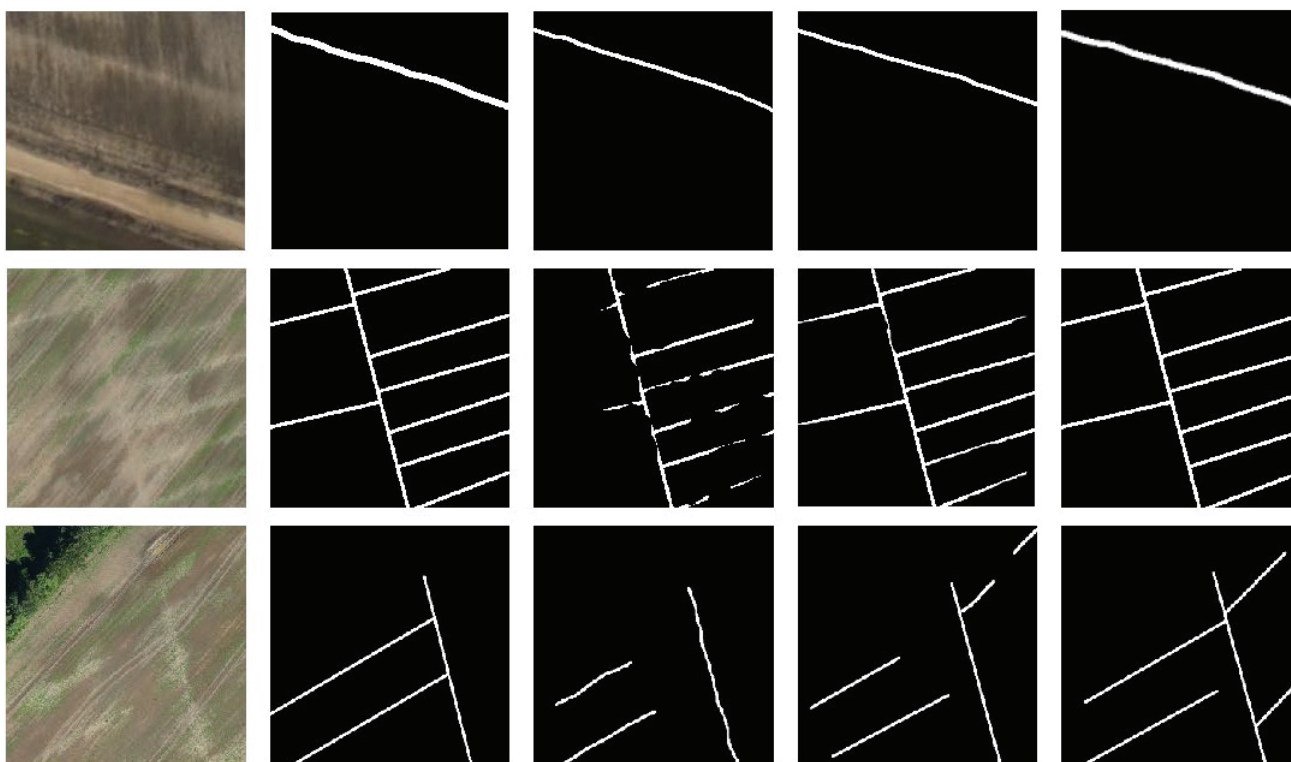
TransUNet включает в себя кодер и декодер для кодирования и декодирования информации об изображении с целью получения сегментации. В

отличие от традиционных сетей U-Net, TransUNet использует гибридную архитектуру: сверточная сеть-трансформер в качестве кодировщика для получения, как информации о пространственных параметрах высокого разрешения от сверточной сети, так и сведений глобального контекста от трансформеров. Архитектура кодера усовершенствована с помощью пропускных соединений, чтобы сохранить низкоуровневые функции для таких задач, как сегментация. В результате получается архитектура, подобная U-Net.

Количественные результаты вычислительных экспериментов можно увидеть в таблице (табл. 1). Базовая модель U-Net обеспечивает наилучшую валидационную потерю, однако с точки зрения сходимости и точности улучшенная модель U-Net и TransUNet превосходят базовую модель, причем TransUNet превосходит базовую и улучшенную U-Net по обоим показателям.

Таблица 1. Результаты вычислительного эксперимента

Архитектура	Валидационная потеря	Коэффициент сходимости	Точность
Базовый U-Net	0,46	0,55	0,76
Модифицированный U-Net	0,79	0,68	0,80
TransUNet	0,79	0,70	0,81



а) б) в) г) д)

Рисунок 2. Сравнение качества работы алгоритмов: а) исходное изображение; б) размеченное (обучающее) изображение; в) базовая U-net; г) модифицированная U-net; д) TransUNet

В качестве примера TransUNet получила точность на 5 % и 1 % больше, чем базовая и улучшенная U-Net, соответственно. Качественные результаты можно увидеть на рисунке 2. Первая строчка показывает пример, в котором все модели дают почти идеальное предсказание. В этом случае все модели способны отличить осушительную дренажную систему и дорожку, даже если на изображении они обе выглядят как прямая линия. На второй строчке изображения показана тенденция базовой U-Net создавать рассеянные линии, при этом улучшенная U-Net и TransUNet достаточно уверенно определяют дренажные линии. На третьей строчке изображения базовый U-Net обнаруживает прерывистую дренажную систему, а модифицированная U-Net и TransUNet имеют несколько ложноположительных прогнозов, обнаруживая дренажную трубу там, где ее не долж-

но быть. Однако ложноположительный результат даже для человеческого глаза трудно отличить от признака дренажной системы.

Выводы

Применение алгоритмов машинного обучения для восстановления карт-схем мелиоративных осушительных систем по данным аэрофотосъемки является перспективным методом. Компьютерный эксперимент показал, что использование сверточных сетей в задачах поиска осушительного дренажа позволяет с большой долей достоверности определить местоположение осушительной мелиоративной сети.

Дальнейшее развитие этого направления позволит создать алгоритмы мониторинга осушительных мелиоративных систем для определения не только наличия дренажа, но и его состояния.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке софинансированием Санкт-Петербургского научного фонда в соответствии с соглашением от 2 апреля 2022 г. № 02/2022 и со финансированием Российского научного фонда, грант № 22-26-20082.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитическая записка «Земельный потенциал России: состояние, проблемы и меры по его рациональному использованию и охране» // Москва, РАН, 2023. - 70 с.
2. Гулюк, Г.Г. Руководство по мелиорации полей / Г.Г. Гулюк, Ю.Г. Янко, В.И. Штыков, М.Б. Черняк, А.Ф. Петрушин. – Санкт-Петербург: ФГБНУ АФИ, 2020. - 217 с.
3. Зверьков, М.С. Оценка мелиоративного состояния гидромелиоративной системы с использованием ДЗЗ и БПЛА / М.С. Зверьков, С.В. Брыль // Природообустройство. – Москва, 2021. – №2. – С. 6-16.
4. Канцибер, Ю.А. Эффективность реконструкции осушительных систем в Ленинградской области / Ю.А. Канцибер, М.Е. Золотов // Реконструкция мелиоративных систем: сб. науч. тр. – Ленинград: СевНИИГиМ, 1990. - С. 54-62.
5. Мейер, Г. Я. Применение аэрометодов для картирования закрытых дренажных систем / Г. Я. Мейер, Кривоносов И. М. // Труды лаборатории аэрометодов. - М.-Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1956.- Том V. –С. 83-106.
6. Мейер, Г.Я. Дешифрирование по аэроснимкам закрытых дренажных систем / Г.Я. Мейер // Аэрометоды изучения природных ресурсов: Сб. науч. тр. – Москва: Географгиз, 1962. - С. 282-286.
7. Петрушин, А. Ф. Определение состояния осушительных мелиоративных систем по данным дистанционного зондирования в Северо-Западном регионе Российской Федерации / А. Ф. Петрушин, Ю. Г. Янко, О. А. Митрофанова, Е. П. Митрофанов // Агрофизика. – Санкт-Петербург, 2023. – № 2. – С. 39-44.
8. Развитие мелиоративного комплекса: строительство, модернизация и техническое перевооружение: справочное издание – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. - 88 с.
9. Якушев, В. П. Состояние и перспективы использования дистанционного зондирования Земли в интересах сельского хозяйства / В. П. Якушев, С. Ю. Блохина // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – Москва, 2018. – № 5. – С. 257–262. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-5-257-262
10. Янко Ю.Г. Проблемы диагностики неисправностей и ремонта осушительного трубчатого дренажа / Ю.Г. Янко, А.Ф. Петрушин, Е.П. Митрофанов, А.С. Старцев, Е.Г. Кузнецов // Агрофизика. – Санкт-Петербург, 2020. – № 4. – С. 55-59.
11. Allred, B. Overall results and key findings on the use of UAV visible-color, multispectral, and thermal infrared imagery to map agricultural drainage pipes / B. Allred, L. Martinez, M. K. Fessehazion, G. Rouse, T. N. Williamson, D. Wishart, T. Koganti, R. Freeland, N. Eash, A. Batschelet, R. Featheringill // Agricultural Water Management. – 2020. – Vol. 232. DOI:10.1016/j.agwat.2020.106036.

REFERENCES

1. Analytical note "Land potential of Russia: state, problems and measures for its rational use and protection" // Moscow, RAS, 2023. - 70 p.
2. Gulyuk, G.G. Guide to field reclamation / G.G. Gulyuk, Yu. G. Yanko, V. I. Shtykov, M. B. Chernyak, A. F. Petrushin. - St. Petersburg: FGBNU AFI, 2020. - 217 p.
3. Zverkov, M. S. Assessment of the reclamation state of the irrigation and drainage system using remote sensing and UAVs / M. S. Zverkov, S. V. Bryl // Nature management. – Moscow, 2021. – № 2. – P. 6-16.
4. Kanziber, Yu. A. Efficiency of reconstruction of drainage systems in the Leningrad region / Yu. A. Kanziber, M. E. Zolotov // Reconstruction of reclamation systems: collection. scientific tr. – Leningrad: SevNIIGiM, 1990. - P. 54-62.
5. Meyer, G. Ya. Application of aerial methods for mapping closed drainage systems / G. Ya. Meyer, I. M. Krivonosov // Proceedings of the laboratory of aerial methods. - M.-L.: Publishing House Acad. Sciences USSR, 1956. - Volume V. - P. 83-106.
6. Meyer, G. Ya. Interpretation from aerial photographs of closed drainage systems / Meyer G. Ya. // Aerial methods for

studying natural resources: Sat. scientific tr. – Moscow: Geographgiz, 1962. - P. 282-286.

7. Petrushin, A. F. Determination of the state of drainage reclamation systems according to remote sensing data in the North-West region of the Russian Federation / A. F. Petrushin, Yu. G. Yanko, O. A. Mitrofanova, E. P. Mitrofanov // Agrophysics. - St. Petersburg, 2023. – № 2. – P. 39-44.

8. Development of the reclamation complex: construction, modernization and technical re-equipment: reference publication - Moscow: Federal State Budgetary Institution “Rosinformagrotech”, 2021. - 88 p.

9. Yakushev, V.P. State and prospects for the use of remote sensing of the Earth in the interests of agriculture / V. P. Yakushev, S. Yu. Blokhina // Modern problems of remote sensing of the Earth from space. – Moscow, 2018. – № 5. – P. 257–262. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-5-257-262/

10. Yanko, Yu. G. Problems of fault diagnosis and repair of drainage tubular drainage / Yu. G. Yanko, A.F. Petrushin, E.P. Mitrofanov, A.S. Startsev, E.G. Kuzenek // Agrophysics. – St. Petersburg, 2020. – № 4. – P. 55-59.

11. Allred, B. Overall results and key findings on the use of UAV visible-color, multispectral, and thermal infrared imagery to map agricultural drainage pipes / B. Allred, L. Martinez, M. K. Fessehazion, G. Rouse, T. N. Williamson, D. Wishart, T. Koganti, R. Freeland, N. Eash, A. Batschelet, R. Featheringill // Agricultural Water Management. – 2020. – Vol. 232. DOI:10.1016/j.agwat.2020.106036.

Алексей Федорович Петрушин

Ведущий научный сотрудник

E-mail: alfiks@mail.ru

Petrushin Alexey Fedorovich

Leading Researcher

E-mail: alfiks@mail.ru

Юрий Григорьевич Янко

Заведующий лабораторией агроклимата

E-mail: yanko@agrophys.ru

Yuri Grigorievich Yanko.

Head of the Agroclimate Laboratory

E-mail: yanko@agrophys.ru

Юрий Игоревич Блохин

Научный сотрудник

E-mail: blohin3k4@gmail.com

Yuri Igorevich Blokhin

Research Associate

E-mail: blohin3k4@gmail.com

Алексей Вячеславович Доброхотов

Научный сотрудник

E-mail: adobrokhotov@agrophys.ru

Alexey Vyacheslavovich Dobrokhotov

Research Associate

E-mail: adobrokhotov@agrophys.ru

Все: ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»
195220, Санкт-Петербург, Гражданский пр., 14

All: FSBSI “Agrophysical Research Institute”
14, Grazhdanskiy pr., Saint-Petersburg, 95220,
Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-94-100
УДК 631.874:51.581.143

Григулецкий В.Г., д-р техн. наук, профессор
г. Краснодар, Россия

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ПОСЕВАХ РИСА

Впервые предложена новая методика оценки эффективности применения органических удобрений на основе полевых результатов применения зеленой массы гороха при выращивании риса на Кубани. В основе методики лежит утверждение: урожай и прирост урожая повышается с введением увеличивающихся количеств какого-либо фактора роста пропорционально урожаю, не достигающего до максимального (предельного) значения урожая и возможному количеству урожая, выше некоторого начального (минимального) значения урожая. В статье установлены аналитические зависимости для определения максимального возможного урожая при использовании «зеленых» удобрений, а также «коэффициента действия» зеленых удобрений. Показано применение новой методики оценки эффективности при использовании органических удобрений при выращивании разных сортов риса в вегетационных опытах на Кубани (опыты И.Д. Берко); установлено хорошее соответствие опытных и расчетных данных (отличие составляет 3,1 %, 7,6 %, 4,5 % для разных условий). Новая математическая модель позволяет проводить теоретическое обоснование разных агротехнических технологий применения органических удобрений, определять наиболее рациональные и эффективные виды растений для сидерации почвы, проводить оценку эффективности применения и последствия разных способов, технологий и растений при сидерации и т. д.

Ключевые слова: органическое удобрение, сидерация, люпин, горчица, рапс, рожь, урожайность, факторы роста, максимально возможный урожай, суперфосфат, продуктивность риса.

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF APPLICATION ORGANIC FERTILIZER FOR RICE CROPS

For the first time, a new method has been proposed for assessing the effectiveness of the use of organic fertilizers based on field results of using pea green mass when growing rice in the Kuban. The methodology is based on the statement: the yield and yield increase increase with the introduction of increasing amounts of any growth factor in proportion to the yield, which does not reach the maximum (limit) yield value and the possible amount of harvest, above some initial (minimum) yield value. The article establishes analytical dependencies to determine the maximum possible yield when using "green" fertilizers, as well as the "action coefficient" of green fertilizers. The application of a new method for assessing the effectiveness of using organic fertilizers when growing different varieties of rice during vegetation experiments in the Kuban is shown (experiments by I.D. Berko); good agreement between experimental and calculated data was established (the difference is 3.1%, 7.6%, 4.5% for different conditions). The new mathematical model makes it possible to carry out a theoretical justification of various agrotechnical technologies for the use of organic fertilizers, determine the most rational and effective types of plants for soil greening, evaluate the effectiveness of application and the consequences of different methods, technologies and plants for green manure, etc.

Key words: organic fertilizer, green manure, lupine, mustard, rapeseed, rye, productivity, growth factors, maximum possible yield, superphosphate, rice productivity.

Введение

Доказано и научно обосновано, что некоторые виды растений способны пополнять органическим веществом почву [8, 17, 25]. История применения «зеленых» удобрений насчитывает более пяти тысячелетий, когда в Китае, Индии, странах Азии, Северной и Южной Америки в качестве сидератов использовались разные виды люпина [17]. В современной агрономической литературе сидерация – агротехнологический прием запахивания в почву зеленой массы определенного вида растений для

обогащения ее органическим веществом и азотом. [7–21, 27]. Обширные полевые опыты в Узбекистане [27], Московской области [11], Украине [28], Белоруссии [12, 13], Сибири [7, 14], на Кубани [5, 6] Поволжье [15] и др. районах Российской Федерации [7–11] показали высокую экономическую эффективность разных органических удобрений. Академик Д.Н. Прянишников, в частности, приводит следующие результаты опытов с сидерацией на полях Черниговской губернии России в 1914 г. (табл. 1) [25].

Таблица 1. Урожайность озимой ржи в Черниговской губернии за 1914 г.

Место испытаний (уезды)	Почва	Урожай зерна озимой ржи – ц/га	
		Без удобрений	Люпин-сидерат
Городнянский	Супесчаная	4,0	13,0
Нежинский	Супесчаная	10,2	21,3
Королевецкий	Песчаная	6,4	13,6
Королевецкий	Легкий суглинок	9,6	22,0
Новгород-Северский	Суглинок	3,2	7,5
Остерский	Легкий суглинок	6,7	23,8
Глуховский	Песчаная	6,4	19,2
Черниговский	Песчаная	6,1	11,0
Суражский	Суглинок	4,0	7,0

На рисунке 1 представлена фотография снопов озимой ржи, полученных на полях Черниговского Губернского Земства в 1914 г. с применением люпина (справа) и без использования люпина (слева) [16].



Рисунок 1. Снопы озимой ржи на полях Черниговской губернии с применением (справа) и без использования (слева) люпина в 1914 г.

В последние годы особенно высокие экологические и экономические результаты получены при использовании органических удобрений при выращивании риса и картофеля [5, 6]. Кроме традиционных разных видов люпина (желтый, синий, белый) и сераделлы, в качестве эффективных органических удобрений можно использовать растения горчицы и особенно рапса [1]. Несмотря на большую экономическую эффективность «зеленых» удобрений, объем их применения в Российской Федерации составляет не более 0,9 тонн условного навоза на 1 гектар пашни (а требуется в 4 раза больше!); при этом затраты на производство и использование органического удобрения в 3–4 раза меньше при-

менения подстилочного навоза; в зеленой массе сидератов содержится 200–250 кг/га азота, что эквивалентно 6,0–7,0 ц/га аммиачной селитры, которые постепенно высвобождаются под действием почвенных микроорганизмов, а не вносятся однократно в повышенной дозе и т. д. [17]. Незначительные объемы использования органических удобрений в Российской Федерации, по существу, объясняются двумя главными причинами:

- во-первых, значительным развитием химизации сельского хозяйства, что позволяет увеличить урожайность, защитить растения от болезней, вредителей, сорняков и т. д., но и созданием экологических проблем на планете Земля, снижением качества продуктов питания, ростом количества болезней человека, животных, птиц и др.;
- во-вторых, незначительный объем применения органических удобрений объясняется отсутствием научно-обоснованных агротехнологий и рекомендаций по использованию «зеленых» удобрений: нет рекомендаций по районированию, по нормам применения, по хранению сидератов и т. д.

Цель исследований

Актуальность проблемы разработки научно-обоснованных агротехнологий и рекомендаций применения органических удобрений в Российской Федерации в последние годы отмечалась в фундаментальных работах проф. В.Г. Лошакова [17–21]: «В «век техники и химии» сидерация позволяет успешно сочетать биологические, физиологические и химические принципы воспроизводства плодородия почвы с принципами адаптивности и экологичности современного земледелия; она является важным фактором биологизации земледелия, постоянно возобновляемым источником обеспечения пахотных земель экологически чистым органическим веществом; она становится важным элементом плодосмены в современных севооборотах и приобретает большое значение в системе почвозащитных и природоохранных мероприятий» ([17], стр. 12). Во введении учебника «Земледелие» отмечается, что на данном этапе развития сельского хозяйства научно-технический потенциал и накопленный практический опыт должны объеди-

няться и интегрироваться в зональных системах земледелия [17].

При решении проблем экологизации земледелия, адаптивной его интенсификации и в особенности биологизации технологических процессов необходимо пересмотреть роль и содержание элементов системы земледелия.

На первый план оптимизации агропромышленного производства выходят задачи адаптации земледелия, т. е. разработка и освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия и их элементов ([17], стр. 5).

Алешин Е.П., Руденко В.Ф., Стомба Л.И. отмечают актуальность проблемы получения высоких урожаев риса путем программирования и программного управления на основе использования математических зависимостей между урожаем и факторами внешней среды, выбирать их наиболее эффективное сочетание, нейтрализовать последствия неблагоприятных воздействий, обеспечить рациональное использование производственных ресурсов и получение максимально возможных в сложившихся условиях урожаев.

В монографии отмечаются основные принципы моделирования и программирования урожая риса, которые учитывают особенности математического моделирования процессов роста и продуктивности посевов риса: сложность внутреннего строения растения, полифакторность внешней среды, незамкнутость генотипной системы и существенная нелинейность процесса [4].

Для описания закономерности изменения урожая от основных жизнеобеспечивающих факторов (воды, тепла, пищи, света) и факторов передаточного блока (тип почв, характер и степень их засоления и т. д.), определяющих доступность для растений основных факторов, в теоретически возможном диапазоне их варьирования используется закон Митчерлиха: прирост урожая с повышением величины фактора пропорционален недостатку урожая до максимальной его величины:

$$y = A(1 - 10^{-cx}) \cdot 10^{-kx^2}$$

(соотношение без номера, стр. 13, [4]),

y – урожай;

x – значение влияющего на урожай фактора;

A – максимальное или потенциально возможное значение урожая;

c – «коэффициент действия» фактора;

k – коэффициент повреждения.

По мнению авторов книги, достигнутый уровень совершенства агротехнических операций сельскохозяйственного производства позволяет обеспечить большей части почвенно-мелиоративных, агротехнических и иных факторов оптимальные значения, т. е. их размещение на экстремальном участке «кривой Митчерлиха», при индексах вли-

яния на урожай, близких к единице [4]. Результаты Э.А. Митчерлиха нуждаются в уточнении и дальнейшем развитии [9, 10, 23]. В качестве основных уравнений, определяющих рост растений и контроль за формированием урожая в книге использованы система уравнений Ю.К. Росса и уравнение Х. Молдау, устанавливающее оптимальное соотношение между вегетативной и репродуктивной массой и между листовой и корневой поверхностью [4, 24, 26].

В качестве основных выводов авторы монографии отмечают, что эффективное использование водных, пищевых, сырьевых и энергетических ресурсов, особенно при интенсивном ведении сельскохозяйственного производства, орошении подогретой водой и ее обратном использовании, возможно при оперативном учете, непрерывном контроле и автоматическом регулировании элементов водного, пищевого, температурного режимов, программном выборе оптимальных сочетаний их параметров и увязке с другими элементами агротехнического комплекса; в этом случае возможно «выжать» из риса максимум его биологической продуктивности и довести средние урожаи до 140–160 ц/га [4].

Материалы и методы

В работе используются основные положения теории почвоведения, роста и продуктивности растений, изменения параметров и функций урожайности, роста определяются из точных решений обыкновенных дифференциальных уравнений с соответствующими начальными условиями; используются опытные данные из опубликованных работ [12, 17–21, 23, 25, 26].

Результаты и обсуждение

Принимаем справедливость утверждения: урожай (y) и прирост урожая повышается с введением увеличивающихся количеств какого-либо фактора роста (x) пропорционально урожаю, *не достигающего* до максимального значения урожая (A) и *возможному* количеству урожая, выше некоторого начального (*минимального*) значения (B) урожая, т. е. можно записать основное дифференциальное уравнение в обыкновенных производных первого порядка:

$$\frac{dy}{dx} = c(A - y)(B + y), \quad (1)$$

c – коэффициент пропорциональности, называемый «коэффициентом действия фактора роста»;

A – постоянный параметр, определяемый по экспериментальным (опытным) данным и равный потенциально (предельно) возможному урожаю;

B – постоянный параметр, определяемый по экспериментальным (опытным) данным и равный «начальному» значению урожая определенной культуры для конкретной почвы и гидрометеороусловий района.

Назначим «начальные» условия для уравнения (1):

$$y(x_0) = y_0 = B, \quad (2)$$

x_0, y_0 – постоянные параметры, определяющие соответственно «начальное» значение фактора роста (x_0) и «начальное» значение урожая (y_0).

Решение дифференциального уравнения (1), удовлетворяющее начальным условиям (2), можно записать в виде:

$$\ln(A - y_0) - \ln(B + y_0) = \ln(A - y) - \ln(B + y) + c(A + B)(x - x_0), \quad (3)$$

или в виде:

$$\ln\left(\frac{A - y_0}{B + y_0}\right) = \ln\left(\frac{A - y}{B + y}\right) + c(A + B)(x - x_0), \quad (4)$$

или окончательно:

$$y(x) = \frac{A(B + y_0)\exp[c(A + B)(x - x_0)] - B(A - y_0)}{(B + y_0)\exp[c(A + B)(x - x_0)] + (A - y_0)}. \quad (5)$$

Соотношения (1)–(5) позволяют исследовать многие вопросы земледелия. В частности, из уравнения (3) можно найти для конкретных условий значение:

$$(x - x_0)(A + B) = \frac{\ln[(A - y_0)(B + y)] - \ln[(B + y_0)(A - y)]}{c}, \quad (6)$$

которое определяет количество питательных веществ в почве. Значение произведения $(x - x_0)(A + B)$ определяется по действию конкретного удобрения, мелиоранта и компоста на растения, т. е. по величине урожая, который получается при внесении в почву определенного количества конкретного питательного вещества.

Эффективность конкретного удобрения, мелиоранта и компоста можно оценивать по значению «коэффициента действия фактора роста», который можно находить по формуле:

$$c = \frac{\ln[(A - y_0)(B + y)] - \ln[(B + y_0)(A - y)]}{(A + B)(x - x_0)}. \quad (7)$$

Значение коэффициента А, который можно найти по приближенной формуле:

$$A + B = \frac{2(y_1 + B)(y_2 + B)(y_3 + B) - (y_2 + B)^2(y_1 + y_3 + 2B)}{(y_1 + B)(y_3 + B) - (y_2 + B)^2}, \quad (8)$$

y_1, y_2, y_3 – экспериментальные значения урожая, установленные через равные интервалы изменения

фактора роста (x), т. е. $x_3 - x_2 = x_2 - x_1$ и соответственно $y(x_1) = y_1, y(x_2) = y_2, y(x_3) = y_3$, позволяет найти значение потенциально (предельно) возможного урожая конкретного растения для определенных условий, состава почв и гидрометеорологических данных.

Отметим, что в известной методике акад. Э.А. Митчерлиха вместо уравнения (1) для определения урожая (y) от действия фактора роста (x) используется следующее уравнение:

$$\frac{dy}{dx} = c(A - y). \quad (9)$$

Сравнивая уравнения (1) и (9) можно отметить, что предлагаемая математическая модель роста и продуктивности сельскохозяйственных растений (в виде уравнения (1)) является более общей, чем известная модель Э.А. Митчерлиха (в виде уравнения (9)); в модели Э.А. Митчерлиха не учитывается возможное количество урожая выше некоторого начального (минимального) значения, по этой причине модель Э.А. Митчерлиха (9) неудовлетворительно описывает изменение урожайности и рост растений при малых количествах фактора роста.

Применение новой математической модели для оценки эффективности применения органических удобрений. Воспользуемся результатами вегетационных опытов применения зеленых удобрений под рис на Кубани [5]. Исследования проводили с районированными сортами риса Дубовский 129, ВРОС 213, Краснодарский 424. Выращивание риса проводили в стеклянных сосудах емкостью 10 литров, в которые набивали по 6 кг почвы, взятой с участка, где рис выращивался 17–18 лет без удобрений. В качестве сидерата использовали мелко измельченную зеленую массу гороха, которую вносили по 75, 100, 125, 150, 200 г на сосуд. Почву удобряли суперфосфатом (по 3 г на сосуд) в одних случаях и с полным минеральным удобрением в других вариантах (сульфат аммония и суперфосфат по 3 г и калийной соли по 0,96 г на сосуд). Контроль – сосуды и растения без зеленых удобрений, по каждому варианту использовалось 16 сосудов [5]. В таблице 2 приведены данные урожайности риса в почве без минеральных удобрений, в зависимости от количества зеленого удобрения.

Таблица 2. Продуктивность риса на почве без минеральных удобрений в зависимости от количества зеленого удобрения (опыты И.Д. Берко, 1961–1962 гг.)

Вариант	1	2	3	4	5	6
Зеленое удобрение (г)	0	75	100	125	150	200
Урожай риса на сосуд, опыт (г)	1,4	2,6	3,4	4,2	4,1	5,1
Урожай риса на сосуд, расчет (г)	1,40	2,81	3,32	3,83	4,33	5,26

Находим максимально возможный урожай риса (А) по формуле (8) при следующих данных:

$$y_0(0) = 1,4 = B; \quad y_1(75) = 2,6; \quad y_2(100) = 3,4; \quad y_3(125) = 4,2,$$

определяем значение:

$$A + B = \frac{2(1,4 + 2,6)(1,4 + 3,4)(1,4 + 4,2) - 4,8^2 \cdot 9,6}{4,0 \cdot 5,6 - 4,8^2} = 9,6,$$

или:

$$A = 9,6 - 1,4 = 8,2.$$

Находим значения коэффициентов действия фактора роста (с) по формуле (7) на интервале от $x_0 = 0$ до $x = 75$:

$$c_1 = \frac{\ln[(8,2-1,4)(1,4+2,6)] - \ln[(1,4+1,4)(8,2-2,6)]}{9,6 \cdot (75-0)} = 0,000765;$$

на интервале от $x_0 = 0$ до $x = 100$:

$$c_2 = \frac{\ln[(8,2-1,4)(1,4+3,4)] - \ln[(1,4+1,4)(8,2-3,4)]}{9,6 \cdot (100-0)} = 0,000924;$$

на интервале от $x_0 = 0$ до $x = 125$:

$$c_3 = \frac{\ln[(8,2-1,4)(1,4+4,2)] - \ln[(1,4+1,4)(8,2-4,2)]}{9,6 \cdot (125-0)} = 0,001020;$$

на интервале от $x_0 = 0$ до $x = 150$:

$$c_4 = \frac{\ln[(8,2-1,4)(1,4+4,1)] - \ln[(1,4+1,4)(8,2-4,1)]}{9,6 \cdot (150-0)} = 0,000820.$$

Вычислим среднее взвешенное значение коэффициента действия фактора роста:

$$c_{cp} = \frac{0,000765 \cdot 75 + 0,000924 \cdot 100 + 0,001020 \cdot 125 + 0,000820 \cdot 150}{75 + 100 + 125 + 150} = 0,000889.$$

Таблица 3. Продуктивность риса на почве при внесении суперфосфата в зависимости от количества зеленого удобрения (опыты И.Д. Берко, 1961–1962 гг.)

Вариант	1	2	3	4	5	6
Зеленое удобрение (г)	0	75	100	125	150	200
Урожай риса на сосуд, опыт (г)	1,4	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9
Урожай риса на сосуд, расчет (г)	1,40	2,96	3,40	3,78	4,10	4,55

Находим максимально возможный урожай риса (А) по формуле (8) при следующих данных:

$$y_0(0) = 1,4 = B; \quad y_1(75) = 2,7; \quad y_2(100) = 3,3; \quad y_3(125) = 3,8,$$

определяем значение:

$$A + B = \frac{2(1,4 + 2,7)(1,4 + 3,3)(1,4 + 3,8) - 4,7^2 \cdot 9,3}{4,1 \cdot 5,2 - 4,7^2} = 6,53,$$

или:

$$A = 6,53 - 1,4 = 5,13.$$

Находим значения коэффициента действия фактора роста (с) по формуле (7) на разных интервалах: $c_1 = 0,001654$; $c_2 = 0,001828$; $c_3 = 0,001962$; $c_4 = 0,002337$.

Находим среднее взвешенное значение коэффициента действия фактора роста:

$$c_{cp} = 0,002006.$$

Используя это значение коэффициента с и значения $A = 5,13$; $B = 1,4$; $x_0 = 0$ по формуле (5) опре-

деляем зависимость урожайности риса (у) на почве с суперфосфатом в зависимости от количества зеленого удобрения для опытов И.Д. Берко [5]:

$$y(x) = \frac{22,96 \cdot \exp(0,008539x) - 9,52}{2,8 \cdot \exp(0,008539x) + 6,8}.$$

По этой формуле для $x = 200$ г определено возможное (расчетное) значение урожая риса $y(200) = 5,26$ г, которое отличается от фактического опытного $y_{ф}(200) = 5,1$ г на 3,1 %; в последней строке таблицы 2 приведены расчетные значения урожайности риса при количествах зеленого удобрения $x = 0$ (контроль), $x = 75$ г, $x = 100$ г, $x = 125$ г, $x = 150$ г для наглядности анализа, показывающие хорошее соответствие опытных и расчетных данных.

В таблице 3 приведены данные урожайности риса в почве при внесении суперфосфата, в зависимости от количества зеленого удобрения.

деляем зависимость урожайности риса (у) на почве с суперфосфатом в зависимости от количества зеленого удобрения для опытов И.Д. Берко [5]:

$$y(x) = \frac{14,364 \cdot \exp(0,013099x) - 5,222}{2,8 \cdot \exp(0,013099x) + 3,73}.$$

По этой формуле для $x = 200$ г определено возможное (расчетное) значение урожая риса $y(200) = 4,55$ г, которое отличается от фактического опытного $y = 4,9$ г на 7,6 %; в последней строке таблицы 3 приведены расчетные значения урожайности риса при количествах зеленого удобрения $x = 0$ (контроль), $x = 75$ г, $x = 100$ г, $x = 125$ г, $x = 150$ г для наглядности анализа, показывающие хорошее соответствие опытных и расчетных данных. В таблице 4 приведены данные урожайности риса в почве при внесении полных минеральных удобрений (NPK) в зависимости от количества зеленого удобрения.

Таблица 4. Продуктивность риса на почве при внесении полных минеральных удобрений (NPK) в зависимости от количества зеленого удобрения (опыты И.Д. Берко, 1961–1962 гг.)

Вариант	1	2	3	4	5	6
Зеленое удобрение (г)	0	75	100	125	150	200
Урожай риса на сосуд, опыт (г)	4,0	5,1	5,5	5,9	6,4	6,7
Урожай риса на сосуд, расчет (г)	4,00	5,14	5,53	5,92	6,30	7,00

Находим максимально возможный урожай риса (А) по формуле (8) при следующих данных:

$$y_0(0) = 4,0 = B; \quad y_1(75) = 5,1; \quad y_2(100) = 5,5; \quad y_3(125) = 5,9,$$

определяем значение:

$$A + B = \frac{2(4,0 + 5,1)(4,0 + 5,5)(4,0 + 5,9) - 9,5^2 \cdot 19,0}{9,1 \cdot 9,9 - 9,5^2} = 19,0,$$

или:

$$A = 19,0 - 4,0 = 15,0.$$

Находим значения коэффициента действия фактора роста (с) по формуле (7) на разных интервалах:

$$c_1 = 0,000164; \quad c_2 = 0,000168; \quad c_3 = 0,000170; \quad c_4 = 0,000178.$$

Находим среднее взвешенное значение коэффициента действия фактора роста:

$$c_{cp} = 0,000171.$$

Используя это значение коэффициента с и значения $A = 15,0$; $B = 4,0$; $x_0 = 0$ по формуле (5) определяем зависимость урожайности риса (у) на почве при внесении полных минеральных удобрений (NPK) в зависимости от количества зеленого удобрения для опытов И.Д. Берко [5]:

$$y(x) = \frac{120 \cdot \exp(0,003249x) - 44,0}{8,0 \cdot \exp(0,003249x) + 11,0}.$$

По этой формуле для $x = 200$ г определено возможное (расчетное) значение урожая риса $y(200) = 7,00$ г, которое отличается от фактического опытного $y = 6,7$ г на 4,5 %; в последней строке таблицы 4 приведены расчетные значения урожайности риса при количествах зеленого удобрения $x = 0$ (контроль), $x = 75$ г, $x = 100$ г, $x = 125$ г, $x = 150$ г для наглядности анализа, показывающие хорошее соответствие опытных и расчетных данных.

Выводы

Представленные результаты расчетов применения новой методики оценки эффективности использования зеленых удобрений и хорошее соответствие опытных и расчетных значений продуктивности риса (опыты И.Д. Берко [5]) позволяют использовать новую математическую модель урожая при исследовании следующих важных практических вопросов.

1. Проводить теоретическое обоснование разных агротехнических технологий применения «зеленых» удобрений.

2. Определять наиболее рациональные и эффективные виды растений для сидерации.

3. Проводить оценку эффективности применения и последствий разных способов и растений при сидерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авазов, И. Горчица и рапс на зеленое удобрение / И. Авазов // Земледелие. – 1973. – № 7. – С. 28–29.
2. Алексеев, Е.К. Зеленое удобрение в СССР / Е.К. Алексеев. – М.: Сельхозгиз, 1948. – 469 с.
3. Алексеев, Е.К. Зеленое удобрение в нечерноземной полосе / Е.К. Алексеев. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 278 с.
4. Алешин, Е.П. Программирование высокого урожая риса / Е.П. Алешин, В.Ф. Руденко, Л.И. Стомба. – Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1977. – 96 с.
5. Берко, И.Д. Применение зеленых удобрений под рис на Кубани. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. – Краснодар: КубСИ, 1962. – 28 с.
6. Берзин, А.М. Использование зеленых удобрений в Краснодарском крае / А.М. Берзин, А.А. Шредт // Агрохимия. – 2001. – № 5. – С. 27–32.
7. Берзин, А.М. Зеленое удобрение в Средней Сибири / А.М. Берзин. – Красноярск: Красн. СХИ, 2002. – 395 с.
8. Будрин, П.В. Зеленое удобрение / П.В. Будрин. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1927. – 76 с.
9. Григулецкий, В.Г. Обобщение закона действия факторов роста и продуктивности растений Э.А. Митчерлиха / В.Г. Григулецкий // Масличные культуры. – 2022. – Вып. 2 (190). – С. 18–29.
10. Григулецкий, В.Г. Приближенные цифровые модели роста и продуктивности растений / В.Г. Григулецкий // Масличные культуры. – 2022. – Вып. 3 (191). – С. 79–108.
11. Доброхлеб, И.Ф. Применение зеленого удобрения в Московской области / И.Ф. Доброхлеб. – М.: Московский Рабочий, 1958. – 55 с.
12. Довбан, К.И. Применение зеленых удобрений в интенсивном земледелии / К.И. Довбан. – М.: Ураджай, 1981. – 206 с.
13. Довбан, К.И. Зеленое удобрение / К.И. Довбан. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.
14. Казанцев, В.П. Использование капустных культур на зеленое удобрение в Сибири / В.П. Казанцев // Земледелие. – 1999. – № 4. – С. 10–14.
15. Кормилицын, Р.Ф. Развитие сидерации в Поволжье / Р.Ф. Кормилицын // Земледелие. – 1999. – № 1. – С. 28–31.
16. Кулжинский, С.П. Отчет по коллективным опытам. Влияние в 1914 г. на урожай озимой ржи люпинового зеленого удобрения и минеральных, внесенных под люпин в 1913 г. / С.П. Кулжинский. – Нежин: Черниговское Губернское Земство, 1914.
17. Лошаков, В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России / В.Г. Лошаков. – М.: ВНИИА, 2015. – 300 с.
18. Лошаков, В.Г. Избранные труды. Теория и практика российского земледелия и образования, том 1 / В.Г. Лошаков. – М.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 648 с.
19. Лошаков, В.Г. Избранные труды. Теория и практика российского земледелия и образования, том 2 / В.Г. Лошаков. – М.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 668 с.
20. Лошаков, В.Г. Экологические и фитосанитарные функции зеленого удобрения / В.Г. Лошаков // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 1. – № 10. – С. 24–31.
21. Лошаков, В.Г. Зеленое удобрение как фактор повышения плодородия почвы, биологизации и экологизации земледелия / В.Г. Лошаков // Плодородие. – 2018. – № 2. – С. 24–29.
22. Майстренко, Н.Н. Эффективность сидеральных смесей под картофель / Н.Н. Майстренко // Земледелие. –

2010. – № 5. – С. 35–36.

23. Митчерлих, Э.А. Почвоведение / Э.А. Митчерлих. – М.: ИЛ, 1957. – 416 с.
24. Молдау, Х. Оптимальное распределение ассимилянтов при дефиците воды (математическая модель) / Х. Молдау // Известия АН Эстонской ССР. – 1975. – Т. 24. – № 1.
25. Прянишников, Д.Н. Люпин – на службу социалистическому земледелию / Д.Н. Прянишников // Избранные сочинения. – М.: АН СССР, 1953. – Т. 2. – С. 7–19.
26. Росс, Ю.К. Система уравнений для описания количественного роста растений / Ю.К. Росс // Сборник «Фито-актинометрические исследования растительного покрова». – Таллин: Валгус, 1967.
27. Такунов, И.П. Люпин в земледелии России / И.П. Такунов. – Брянск: Придесенье, 1996. – 372 с.
28. Юхимчук, Ф.Ф. Люпин в земледелии / Ф.Ф. Юхимчук. – Киев: Наукова Думка, 1963. – 359 с.

REFERENCES

1. Avazov, I. Mustard and rapeseed for green fertilizer / I. Avazov // Agriculture. – 1973. – № 7. – P. 28–29.
2. Alekseev, E.K. Green fertilizer in the USSR / E.K. Alekseev. – M.: Selkhozgiz, 1948. – 469 p.
3. Alekseev, E.K. Green fertilizer in the non-chernozem zone / E.K. Alekseev. – M.: Selkhozgiz, 1959. – 278 p.
4. Aleshin, E.P. Programming high rice yields / E.P. Aleshin, V.F. Rudenko, L.I. Stovba. – Krasnodar: Krasnodar Book Publishing House, 1977. – 96 p.
5. Berko, I.D. Application of green fertilizers for rice in Kuban. Author's abstract. diss. Ph.D. agricultural Sci. – Krasnodar: KubSI, 1962. – 28 p.
6. Berzin, A.M. Use of green fertilizers in the Krasnodar region / A.M. Berzin, A.A. Schredt // Agrochemistry. – 2001. – № 5. – P. 27–32.
7. Berzin, A.M. Green fertilizer in Central Siberia / A.M. Berzin. – Krasnoyarsk: Krasn. Agricultural Institute, 2002. – 395 p.
8. Budrin, P.V. Green fertilizer / P.V. Budrin. – M.-L.: Selkhozgiz, 1927. – 76 p.
9. Griguletsky, V.G. Generalization of the law of action of plant growth and productivity factors E.A. Mitscherlikha / V.G. Griguletsky // Oilseeds. – 2022. – Issue. 2 (190). – P. 18–29.
10. Griguletsky, V.G. Approximate digital models of plant growth and productivity / V.G. Griguletsky // Oilseeds. – 2022. – Issue. 3 (191). – P. 79–108.
11. Dobrokhleb, I.F. Application of green fertilizer in the Moscow region / I.F. Dobrokhleb. – M.: Moskovsky Rabochiy, 1958. – 55 p.
12. Dovban, K.I. Application of green fertilizers in intensive farming / K.I. Dovban. – M.: Urajai, 1981. – 206 p.
13. Dovban, K.I. Green fertilizer / K.I. Dovban. – M.: Agropromizdat, 1990. – 208 p.
14. Kazantsev, V.P. Use of cabbage crops as green fertilizer in Siberia / V.P. Kazantsev // Agriculture. – 1999. – № 4. – P. 10–14.
15. Kormilitsyn, R.F. Development of green manure in the Volga region / R.F. Kormilitsyn // Agriculture. – 1999. – № 1. – P. 28–31.
16. Kulzhinsky, S.P. Report on collective experiments. The influence of lupine green fertilizer and mineral fertilizers applied under lupine in 1913 on the harvest of winter rye in 1914 / S.P. Kulzhinsky. – Nizhyn: Chernigov Provincial Zemstvo, 1914.
17. Loshakov, V.G. Green fertilizer in Russian agriculture / V.G. Loshakov. – M.: VNIIA, 2015. – 300 p.
18. Loshakov, V.G. Selected works. Theory and practice of Russian agriculture and education, volume 1 / V.G. Loshakov. – M.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 648 p.
19. Loshakov, V.G. Selected works. Theory and practice of Russian agriculture and education, volume 2 / V.G. Loshakov. – M.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 668 p.
20. Loshakov, V.G. Ecological and phytosanitary functions of green fertilizer / V.G. Loshakov // Advances in modern science. – 2017. – V. 1. – № 10. – P. 24–31.
21. Loshakov, V.G. Green fertilizer as a factor in increasing soil fertility, biologization and greening of agriculture / V.G. Loshakov // Fertility. – 2018. – № 2. – P. 24–29.
22. Maistrenko, N.N. Efficiency of green manure mixtures for potatoes / N.N. Maistrenko // Agriculture. – 2010. – № 5. – P. 35–36.
23. Mitscherlich, E.A. Soil science / E.A. Mitscherlich. – M.: IL, 1957. – 416 p.
24. Moldau, H. Optimal distribution of assimilates during water shortage (mathematical model) / H. Moldau // Proceedings of the Academy of Sciences of the Estonian SSR. – 1975. – V. 24. – № 1.
25. Pryanishnikov, D.N. Lupine - to the service of socialist agriculture / D.N. Pryanishnikov // Selected works. – M.: USSR Academy of Sciences, 1953. – V. 2. – P. 7–19.
26. Ross, Y.K. System of equations for describing the quantitative growth of plants / Yu.K. Ross // Collection of «Phytoactinometric studies of vegetation cover». – Tallinn: Valgus, 1967.
27. Takunov, I.P. Lupine in Russian agriculture / I.P. Takunov. – Bryansk: Pridesenye, 1996. – 372 p.
28. Yukhimchuk, F.F. Lupine in agriculture / F.F. Yukhimchuk. – Kyiv: Naukova Dumka, 1963. – 359 p.

Владимир Георгиевич Григулецкий

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики
E-mail: gvg-tnc@mail.ru

Vladimir Georgievich Griguletskiy

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department of Higher Mathematics
E-mail: gvg-tnc@mail.ru

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

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

ДЕНЬ НАУКИ



Москва, РАН, 8 февраля 2024 г.

В Государственном Кремлёвском дворце 8 февраля 2024 г. состоялся торжественный вечер, посвящённый 300-летию Российской академии наук, в ходе которого Владимир Путин вручил выдающимся учёным государственные награды Российской Федерации и премии Президента в области науки и инноваций для молодых учёных за 2023 год. На мероприятии присутствовали директор ФНЦ риса, член-корреспондент РАН С.В. Гаркуша, академик РАН А.Х. Шеуджен, профессор РАН Е.В. Дубина, директор филиала ФНЦ риса ФГБУ РПЗ «Красноармейский» им. А.И. Майстренко» Кизинек С.В.

Асхад Хазретович Шеуджен, академик РАН, зав. отделом прецизионных технологий ФНЦ риса, Распоряжением Президента РАН, академика РАН Г.Я. Красникова за большой вклад в развитие отечественной науки, подготовку научных кадров, многолетнюю плодотворную научно-исследовательскую и организаторскую награжден юбилейной медалью «300 лет Российской академии наук».

В честь Дня российской науки 8 февраля в ГКБУК КК «Краснодарская филармония имени Г.Ф. Пономаренко» прошло торжественное мероприятие, в котором приняли участие и сотрудники Федерального научного центра риса. С профессиональным праздником ученых поздравили губернатор Краснодарского края Вениамин Кондратьев, заместитель главы региона Анна Минькова, председатель Законодательного Собрания Краснодарского края Юрий Бурлачко.

Глава региона высоко оценил вклад ученых в социально-экономическое развитие Краснодарского края, отметил, что в крае принимаются необходимые меры для поддержки талантливых ученых, которые обеспечивают прогресс в различных областях науки. Для того, чтобы исследования не оставались теорией, а находили практическое применение, в Краснодарском крае был создан Кубанский научный фонд, который оказал поддержку более 30 проектам на сумму свыше 227 миллионов рублей. В этом году на эти цели направят еще около 120 миллионов рублей.



Ученые ФНЦ риса, 8 февраля 2024 г., Краснодарская филармония

ЮБИЛЕИ УЧЕНЫХ**КОВАЛЕВУ ВИКТОРУ САВЕЛЬЕВИЧУ 75 ЛЕТ!**

25 февраля исполнилось 75 лет заместителю директора ФНЦ риса, главному научному сотруднику отдела селекции, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Ковалеву Виктору Савельевичу.

Виктор Савельевич работает в Федеральном научном центре риса уже более 50 лет. Свой трудовой путь он начал в 1973 году с должности старшего лаборанта. В карьере Виктора Савельевича много ярких страниц. С 1977 по 1979 г. он работал в Республике Куба на Центральной научно-исследовательской станции риса, с 1983 заведовал лабораторией и отделом селекции, лабораторией гибридизации и отбора Всесоюзного научно-исследовательского института риса. С 1999 года по настоящее время В.С. Ковалев работает в должности главного научного сотрудника, заместителя директора по научной работе Федерального научного центра риса.

В 1984 г. Виктор Савельевич защитил диссертацию на соискание степени кандидата сельскохозяйственных наук «Селекция сортов риса интенсивного типа в связи с повышенным уровнем азотного питания». В 1999 г. - диссертацию на соискание степени доктора сельскохозяйственных наук «Селекция сортов риса для Краснодарского края и Адыгеи и разработка принципов их рационального использования», на основе которых и сегодня ведется селекция высокоурожайных сортов риса, устойчивых к неблагоприятным условиям среды.

В Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, насчитывается 79 сортов риса, 40 из которых – кубанской селекции, в том числе 16 сортов, автором которых является Ковалев Виктор Савельевич.

Благодаря его разработкам созданы новые высокоурожайные сорта, которыми засеивается до 70 % площади Краснодарского края. Среди них – Престиж, Стромбус, Тритон, Каурис, Аполлон, Патриот, Полевик, Хазар, Рапан, Наутилус и другие.

Все достижения характеризуют Виктора Савельевича как талантливого ученого, который подходит к работе не только с большой ответственностью, но и любовью. Им определены главные направления селекции риса, разработаны основные параметры сортов на перспективу, апробирована и используется технология производственно-экологического сортоиспытания с обработкой результатов методом интегральной оценки селекционного материала, позволяющая классифицировать сорта по их реакции на агротехнические фоны; сформированы наборы сортов для микрорайонов Краснодарского края и Адыгеи, предложены схемы чередования сортов риса в севообороте.

Огромный вклад в сельскохозяйственную науку подтверждается полученными наградами и почетными званиями: Виктор Савельевич Заслуженный деятель науки Кубани, профессор, лауреат премии администрации Краснодарского края в области образования и науки, за время работы награждался почетными грамотами РАСХН (2001 и 2009 гг.), почетной грамотой РАН (2024), медалью «За выдающийся вклад в развитие Кубани I, II и III степени».

Желаем Виктору Савельевичу крепкого здоровья, счастья, благополучия и новых открытий. Пусть научный интерес не угасает, а все идеи будут реализованы. С юбилеем!

Коллектив ФГБНУ «ФНЦ риса»



ДЗЮБЕ ВЛАДИМИРУ АЛЕКСЕЕВИЧУ 90 ЛЕТ!

8 марта исполнилось 90 лет доктору биологических наук, профессору, заслуженному деятелю науки Кубани Дзюбе Владимиру Алексеевичу. Его трудовая деятельность началась в 1957 году с должности младшего научного сотрудника Казачинской опытной сельскохозяйственной станции Красноярского края. В 1964 году Владимир Алексеевич был переведен в Кубанскую опытную станцию ВИР, в 1970 году поступил на работу во ВНИИ риса (ныне ФГБНУ «ФНЦ» риса), где проработал более 50 лет. Сначала старшим научным сотрудником, в 1994 г. был назначен заведующим лабораторией генетических ресурсов, с 2004 по 2021 гг. являлся главным научным сотрудником Центра.

Свою научную деятельность Владимир Алексеевич посвятил изучению вопросов генетики и селекции риса. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук «Изучение тетраплоидной кукурузы и возможности ее селекционного использования» защитил в апреле 1969 года. В 1987 году Владимир Алексеевич успешно

защитил докторскую диссертацию «Генетические основы селекции риса». Благодаря его разработкам у селекционеров появилась возможность планомерно подбирать родительские формы для гибридизации и создавать уникальные по качеству зерна сорта риса, которые возделываются не только в Краснодарском крае, но и в других областях и Республиках Российской Федерации, а также в Республике Казахстан.

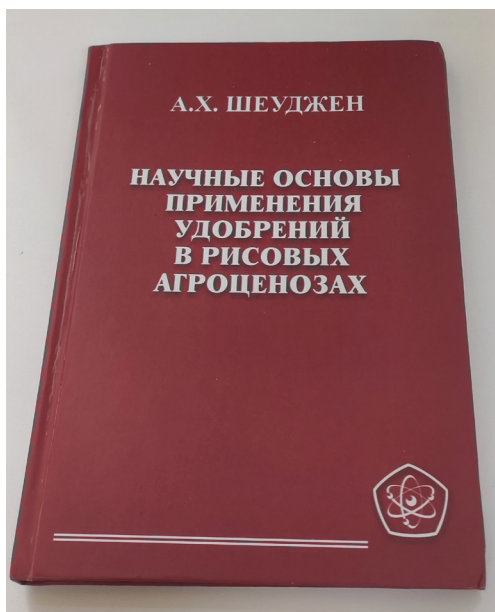
Владимир Алексеевич опубликовал около 200 научных работ, наибольшую значимость представляет его монография «Генетика риса», в которой изложены результаты многолетних исследований, описаны гены, контролирующие высокую продуктивность и качество риса, а также методы создания исходного материала для селекции риса.

Владимир Алексеевич тот человек, для которого наука является настоящим призванием. Он всегда пользовался заслуженным авторитетом в коллективе благодаря принципиальности, умению отстаивать свою точку зрения и порядочности. На протяжении всей трудовой деятельности он щедро делился своими знаниями с молодыми коллегами, под его руководством подготовлено и защищено 25 кандидатских диссертаций. Благодаря Владимиру Алексеевичу библиотечный фонд Федерального научного центра риса пополнился уникальными отечественными и зарубежными изданиями, он передал в дар более 300 экземпляров научных книг.

За свою работу Владимир Алексеевич был награжден Почетной грамотой РАСХН (2001), почетной грамотой Законодательного собрания Краснодарского края (2006), Почетной грамотой Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края (2019).

Искренне поздравляем Владимира Алексеевича с юбилеем! Желаем здоровья, благополучия и много радостных дней! Пусть рядом всегда будут любящие люди, а в доме царит мир и уют.

Коллектив ФГБНУ «ФНЦ риса»

А.Х. ШЕУДЖЕН «НАУЧНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В РИСОВЫХ АГРОЦЕНОЗАХ»

Вышла в свет книга академика РАН А.Х. Шеуджена «Научные основы применения удобрений в рисовых агроценозах», ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина». – Майкоп: АО «Полиграф-Юг», 2024. – 144 с.

Научная общественность, рисоводы получили руководство и теоретическое обоснование своей научно-практической деятельности в области использования удобрений в рисовых агроценозах.

Книга начинается с благодарности Асхада Хазретовича своим учителям и сослуживцам, краткой характеристики риса и его народнохозяйственного значения.

Прочитав книгу, читатель будет иметь полное представление о физиолого-агрохимических основах применения удобрений, в том числе агробиологической классификации биогенных элементов: макро-, мезо-, микро-, ультраэлементах, инертных и техногенных элементах, о роли и механизме их действия на фотосинтетическую активность, фосфорилирование и другие процессы в жизнедеятельности культурных растений; о рисе, как C4 - растении.

Большое внимание в книге уделено почвам рисовых агроландшафтов (лугово-черноземным, луговым, аллювиальным лугово-болотным) Кубани, Дагестана, Ростовской, Астраханской областей, Калмыкии, Дальнего Востока, которые характеризуются исключительной специфичностью и отличаются от богарных. Именно эту специфичность, как говорит автор, надо учитывать в технологии выращивания риса при достижении высокого плодородия почв рисовых полей в условиях обеспечения благоприятного их окислительно-восстановительного потенциала.

Отмечается важность приемов сеникации и использования ингибиторов нитрификации и уреазы, как эффективных агроприемов соответственно «обеспечивающих ускоренное завершение растениями своего жизненного цикла» и предотвращающих потери азота в виде аммиака.

Важнейшая часть книги отведена установлению эффективных норм неорганических и органических удобрений и методам их расчетов с подтверждением экспериментальными данными, в том числе разработанных самим автором.

Лейтмотивом на протяжении всей книги проходит утверждение, что настоящее и будущее рисоводства за «научеёмкими экологически безопасными агротехнологиями, неотъемлемой частью которых является научно-обоснованная органо-минеральная система удобрения культур севооборота». Игнорирование научных подходов и использования органоминеральных удобрений возделывания сельхозкультур без применения агрохимических средств (которым иногда увлекается биологическое земледелие), может привести к катастрофическому снижению плодородия почв и тем самым снижению продовольственной безопасности страны.

Книга А.Х. Шеуджена «Научные основы применения удобрений в рисовых агроценозах» - настольная книга каждого рисовода, как ученого, так и практика!

*Проф. Н.Г. Туманьян,
ФГБНУ «ФНЦ риса»*

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ АВТОРСКИХ ОРИГИНАЛОВ

К публикации принимаются ранее не опубликованные статьи на русском и английском языках. Рукописи представляются на твердом и электронном носителях или по e-mail на адрес arri_kub@mail.ru с пометкой «**В редакцию журнала**». Название файла должно содержать указание полугодия и года выпуска номера и фамилию автора латиницей, например, «**1(2014)Ivanova.doc**». Допустимые форматы файлов: **.doc, .docx, .rtf**. В отдельных случаях редакция может попросить представить отдельные файлы изображений или текст также в формате **.pdf**, либо в печатном варианте.

Структура статьи

- УДК;
- фамилия и инициалы, ученая степень автора/авторов и указание города и страны;
- название статьи, аннотация и ключевые слова на русском и английском языках;
- текст статьи;
- литература;
- информация об авторе/авторах с указанием их фамилии, имени и отчества (полностью), должности и контактных данных (информация о месте работы, почтовый адрес, e-mail, контактный телефон) на русском и английском языках.

Статью рекомендуется чётко структурировать. Примерная структура: обзор, проблема, гипотезы, материал и методы, изложение, аргументация, обсуждение, выводы. Формально структуру статьи желательно отразить в заголовках внутри текста, выделенных **полужирным** шрифтом.

В случае необходимости перевод редактируется или осуществляется редакцией журнала.

Форматирование текста

Пожалуйста, избегайте собственного форматирования. Окончательное форматирование осуществляется редакцией.

- поля: верхнее, нижнее, правое – 1,5 см, левое – 2 см; шрифт – Times New Roman, 12 кегль; интервал полуторный; абзацный отступ – 1,25 см; без переносов;
- используйте *курсив* или **полужирный курсив** для примеров, а также наиболее важных терминов и понятий;
- избегайте использования подчёркиваний;
- таблицы и рисунки должны иметь отдельную нумерацию (например, **Таблица 1**, **Рисунок 1**) и быть озаглавлены, ссылки на них обязательны в тексте статьи. Название таблиц размещается над левым верхним углом таблицы, название рисунка – под рисунком по центру;
- в случае необходимости можно использовать обычные (не концевые!) пронумерованные сноски

Оформление ссылок и списка литературы

Библиографический список приводится в конце статьи в алфавитном порядке в виде пронумерованного списка источников под названием **ЛИТЕРАТУРА**. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

- | | |
|---------------------|---|
| Книги | Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Аprod. – Краснодар, 1972. – 156 с.
Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): в 2 т. / А. А. Жученко. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с; Т. 2. – 785 с.
Ерыгин, П. С. Физиология риса / П. С. Ерыгин. – М.: Колос, 1981. – 208 с.
Система рисоводства Краснодарского края / под. ред. Е. М. Харитоновна. – Краснодар, 2011. – 316 с. |
| Авторефераты | Ляховкин, А. Г. Мировой генофонд риса (<i>Oryza sativa</i> L.) в связи с проблемами селекции: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / А. Г. Ляховкин. – Ленинград, 1989. – 58 с. |
| Диссертации | Ковалев, В. С. Селекция сортов риса для Краснодарского края и Адыгеи и разработка принципов их рационального использования: дис. ... д-ра с.-х. наук в форме научного доклада : 06.01.05 : защищена 25.03.1999 / В. С. Ковалев. – Краснодар, 1999. – 49 с. |
| Газеты, журналы | Рисоводство: научно-производственный журнал / учредитель: ГНУ «ВНИИ риса» Россельхозакадемии. – 2013, № 1 (22). – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – ISSN 1684-2464. |
| Статьи | Кумейко, Ю. В. Влияние ингибитора нитрификации на показатели, характеризующие режим азотного питания растений риса / Ю. В. Кумейко // Рисоводство. – Краснодар, 2013. – № 1 (22). – С. 66-70.
Чижикова, Н. П. Эволюция минералогического состава и микростроения основных типов почв Кубани при рисосеянии / Н. П. Чижикова, М. П. Верба // Почвы и их плодородие на рубеже столетий: Материалы 2-го съезда Белорусского общества почвоведов. – Минск, 2001. – Кн.1. – С. 232-233. |
| Электронные ресурсы | Зеленский, Г. Л. Российские сорта риса для детского и лечебного питания [Электронный ресурс] / Г. Л. Зеленский // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 72 (08). – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/01.pdf (Дата обращения: 1.10.2014). |
| Зарубежные издания | Satake, T. High Temperature-Induced Sterility in Indica Rice in the Flowering Stage / T. Satake, S. Yoshida // Japanese Journal of Crop Science. – 1978. – № 47. – P. 6-17. |

Ссылки на зарубежные издания размещаются в алфавитном порядке, после отечественных. В тексте статьи ссылка на источник делается путем указания в квадратных скобках порядкового номера цитируемой литературы, например, [1].

Возвращение рукописи автору на доработку не означает, что статья принята к печати. После получения доработанного текста рукопись вновь рассматривается редколлегией. Доработанный текст необходимо вернуть вместе с ответом на все замечания рецензента. Датой поступления считается день получения редакцией финального варианта статьи.

Редколлегия сборника оставляет за собой право отклонять статьи, оформление и/или содержание которых не соответствует изложенным требованиям, а также статьи, получившие отрицательные оценки рецензентов.

Очередность публикации принятых материалов устанавливается в соответствии с внутренним планом редакции.

FORMATTING REQUIREMENTS

Preparing the manuscript

Editorial address

Please send your manuscripts as an e-mail attachment to the following address: **arri_kub@mail.ru**,
“**Attn. Editors of the Magazine**”.

Languages

Manuscripts can be written in English or in Russian. In view of academic globalization, English articles are especially welcome.

File format

Please prepare the text of your manuscript and submit it as a **.doc, .docx, .rtf file**. Sometimes we may ask for a **.pdf** file for our reference, or for separate **.jpg** files.

Manuscript materials should be ordered as follows:

- authors' names, academic credentials, city and country;
- abstract of approximately 100 words and its Russian translation 5-7 key words;
- body of work;
- list of references and sources;
- information about the authors including full names, affiliation and contacts including mailing and e-mail addresses;
- If needed, translation can be effected by the editors.

Basic formatting

- Do not format the text, use standard paper size to A4
- Set line spacing to 1.5
- Use the same font (Times New Roman, point 12) throughout the document
- Use *italics* or **boldface italics** to draw the readers' attention to particular aspects of the text
- Tables and figures should be numbered separately (**Table 1, Figure 1, etc.**)
- Use footnotes

Final formatting will be done by the editors.

Bibliographical references

At the end of the manuscript, provide a full bibliography with the heading: **REFERENCES**.

Arrange the entries **alphabetically** by surnames of authors.

Some examples of references are given below.

- Books and monographs Modeling the Impact of Climate Change on Rice Production in Asia / edited by R. B. Matthews, M. J. Kroppf, D. Bachelet, H. H. van Laar. – Wallingford: CAB INTERNATIONAL. – 289 p.
Yoshida, S. Fundamentals of Rice Crop Science / S. Yoshida. – Los Banos, 1981. – 269 pp.
- Journal articles Satake, T. High Temperature-Induced Sterility in Indica Rice in the Flowering Stage / T. Satake, S. Yoshida // Japanese Journal of Crop Science. – 1978. – № 47. – P. 6-17
- Online sources Vaghefi, N. The Economic Impacts of Climate Change on the Rice Production in Malaysia [Electronic source] / N. Vaghefi, M. Nasir Shamsudin, A. Makmom, M. Bagheri // International Journal of Agricultural Research. – 2011. – Vol. 6, Issue 1. – Pp. 67-74. – Access mode: <http://scialert.net/abstract/?doi=ijar.2011.67.74> (Accessed 1.10.2014).

References in the text and in the footnotes should include the number of the publication as in the references list enclosed in square brackets, Eg.: [1].

Подписано в печать 25.03.2024
Формат 60*84/8
Бумага офсетная
Усл. печатн. листов 12,625.

Заказ № 14560. Тираж 500 экз.
Тираж изготовлен в типографии
ИП Копыльцов П.И.,
394052, г. Воронеж,
ул. Маршала Неделина, д. 27, кв. 56.