

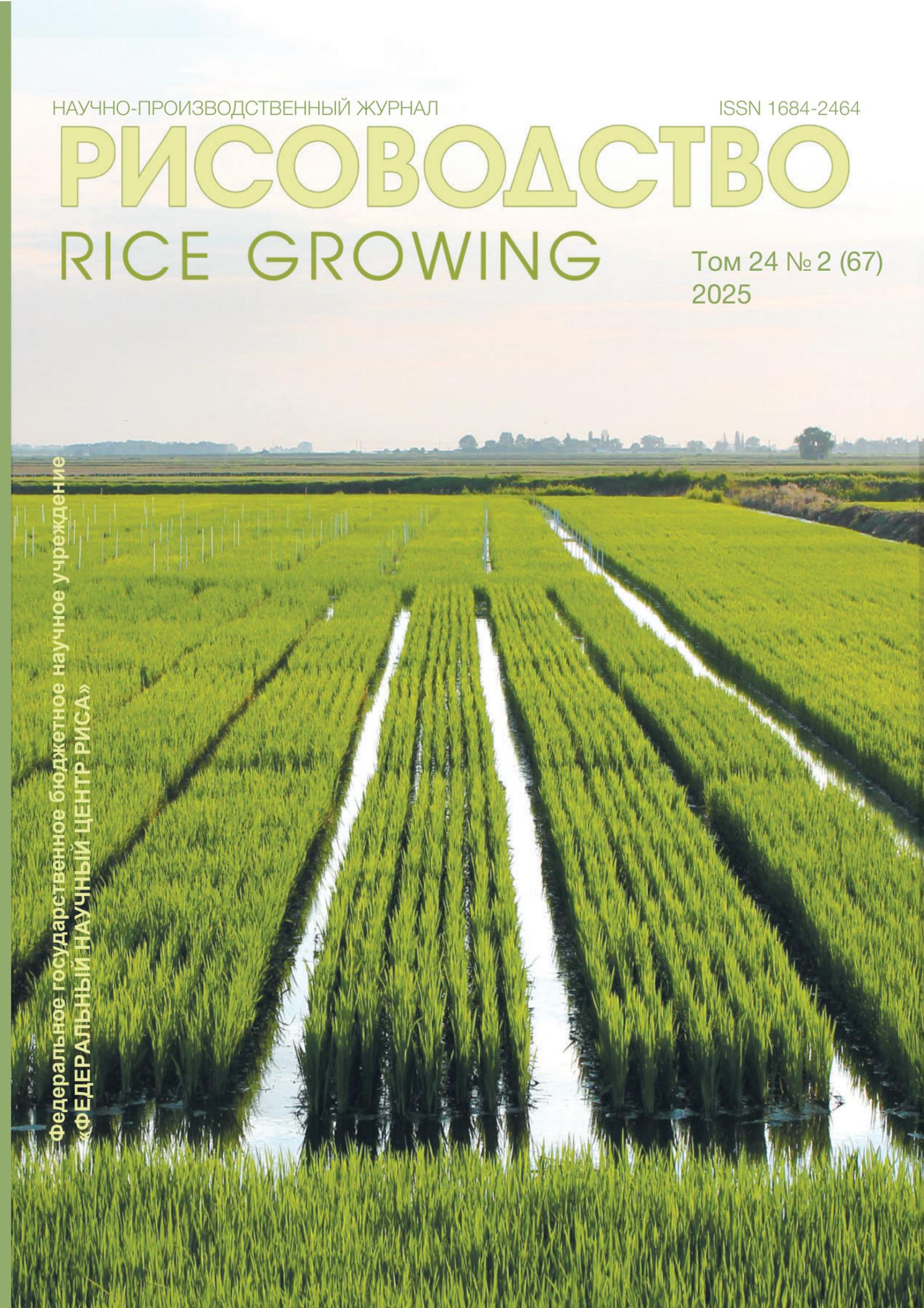
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1684-2464

# РИСОВОДСТВО

## RICE GROWING

Том 24 № 2 (67)  
2025



Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РИСА»



ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РИСА»  
350921, Россия, Краснодар, Белозерный, 3

## ЮБИЛЕИ УЧЕНОГО

### Зеленскому Григорию Леонидовичу - 75 лет!



1 мая 2025 года исполнилось 75 лет главному научному сотруднику отдела селекции ФГБНУ «ФНЦ риса», доктору сельскохозяйственных наук, профессору Зеленскому Григорию Леонидовичу.

Родился 1 мая 1950 года в х. Нецадимовском Славянского района Краснодарского края. В 1969 г. закончил Славянский сельскохозяйственный техникум, в 1976 г. – Кубанский СХИ. Параллельно с обучением работал агрономом колхоза «Кубань» Славянского района с 1969-1977 гг. С 1977 по настоящее время Григорий Леонидович работает в ФНЦ риса (ранее ВНИИ риса): младшим, старшим, ведущим научным сотрудником, заведующим лабораторией исходного материала, и.о. заведующего отделом и лабораторией селекции, главным научным сотрудником отдела селекции. Одновременно с 1995 г. – работает в Кубанском ГАУ им. И.Т. Трубилина: профессором, заведующим кафедрой селекции и семеноводства.

Зеленский Григорий Леонидович – ведущий селекционер по рису в России. За период работы им создано более 30 сортов риса различного назначения. Сорта риса, созданные селекционером Г.А. Зеленским, известны не только в России, но и в Казахстане, Турции и Греции, где проходили международные экологические и производственные испытания. Так, сорт Лидер, созданный Г.А.

Зеленским, выращивается в Республике Казахстан на площади более 80 %. Впервые в Российской Федерации Г.А. Зеленский создал глютинозные сорта риса: короткозерные Виола, Виолета и длинозерный Вита для выработки детского и диетического питания, а также длинозерный сорт Марс с окрашенным перикарпом для приготовления специальных блюд.

Г.А. Зеленским опубликовано более 300 научных работ, в том числе 32 - в зарубежных изданиях на английском языке. Недавно была издана еще одна его книга «Рис и не только: по странам и континентам», где он поделился своим опытом и рассказами о многочисленных зарубежных поездках, которыми были наполнены его трудовые будни. Григорий Леонидович имеет 28 патентов и авторских свидетельств на селекционные достижения и изобретения, уделяет много внимания подготовке научных кадров: читает лекции студентам и является научным руководителем аспирантов. Г.А. Зеленский – основатель научной школы в Федеральном научном центре риса и Кубанском государственном аграрном университете. Его трудами широко пользуются студенты, аспиранты и научные сотрудники. Под его руководством защищено 16 кандидатских и докторских диссертаций.

Г.А. Зеленский известен не только как ученый – селекционер и педагог, но и как рисовод – технолог. Он регулярно выступает с лекциями перед агрономами и практиками рисоводами, ведет курсы повышения квалификации, публикует статьи в СМИ.

За многолетний добросовестный труд, большой личный вклад в подготовку высокопрофессиональных кадров для агропромышленного комплекса Российской Федерации Зеленский Григорий Леонидович награжден Почетной грамотой Российской академии сельскохозяйственных наук (2010 г.) имеет почетные звания «Заслуженный деятель науки Кубани» (1997 г.) и «Почетный работник агропромышленного комплекса Российской Федерации» (2021 г.).

Григорий Леонидович, являясь высококвалифицированным специалистом, пользуется уважением и авторитетом среди сотрудников центра, ученых и специалистов агропромышленного комплекса Краснодарского края. Высокий профессионализм, компетентность, требовательность, чуткость и внимательность к людям снискали Григорию Леонидовичу заслуженный авторитет среди коллег.

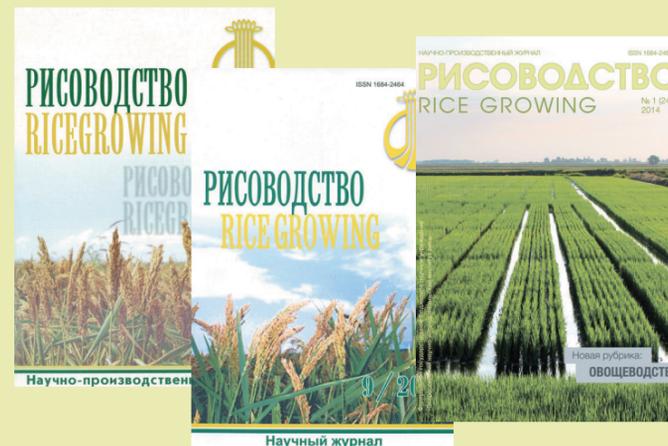
Искренне поздравляем Григория Леонидовича с юбилеем! Желаем здоровья, благополучия, творческих успехов, радости и счастья в жизни!



С глубоким уважением и признательностью,  
коллектив ФГБНУ «ФНЦ риса»

## ВНИМАНИЕ! ПОДПИСКА!

Уважаемые подписчики! Обращаем ваше внимание на то, что продолжается подписка на журнал «Рисоводство» на II полугодие 2025 года!



- Свежие новости отрасли
- Актуальные темы
- Полезная информация и методические рекомендации рисоводу
- Результаты научных исследований
- Новая рубрика: «Овощеводство»

Журнал «Рисоводство» выходит объемом 100 полос 4 раза в год.

Оформить подписку на журнал вы можете в любом отделении Почты России.

**Подписной индекс на II полугодие 2025 года по каталогу российской прессы «Почта России» – 60625.**

Подробнее о подписных ценах в вашем регионе вы можете узнать в своем отделении Почты России



# 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 «ФНЦ риса»)** - 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 «ФНЦ риса»)** - 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. Шедужен (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 и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки, биологические науки, технические)

**И.А. Ильина (ФГБНУ СКФНЦСВВ)** - д-р техн. наук  
**С.В. Королева (ФГБНУ «ФНЦ риса»)** - канд. с.-х. наук  
**А.В. Солдатенко (ФГБНУ «ФНЦ овощеводства»)** - академик РАН, д-р с.-х. наук  
**О.Н. Пышная (ФГБНУ «ФНЦ овощеводства»)** - д-р с.-х. наук

#### 4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика (сельскохозяйственные, биологические, технические)

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

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

Адрес редакции:  
350921, Россия, Краснодар, Белозерный, 3  
E-mail: 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, agrosol 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 NCFs for Horticulture, Viticulture, Winery)** - Dr. of technical science  
**S.V. Koroleva (FSBSI "FSC of Rice")** - Ph.D. in agriculture  
**A.V. Soldatenko (FSBSI "FSC of Vegetable Growing")** - Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture  
**O.N. Pyshnaya (FSBSI "FSC of Vegetable Growing")** - Dr. of agriculture

#### 4.1.5. Land reclamation, water management and agrophysics (agricultural sciences, biological sciences, technical sciences)

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

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

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

- Скаженник М.А., Ковалев В.С., Балясный И.В., Пшеницына Т.С., Григорьев А.О.**  
Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза и физиологические факторы его повышения у зерновых культур (обзор) 6
- Маркарова Ж.Р.**  
Оценка сортов пшеницы озимой мягкой в условиях Ростовской области 14
- Ковалева Е.В., Лазько В.Э.**  
Особенности влияния норм удобрений на формирование урожая семян тыквы мускатных сортов 24
- Брагина О.А., Говердовская М.Д., Радько Д.П., Егорова Т.А., Сегеда Е.С., Морозов Д.А.**  
Эффективность применения микроудобрения мультимолиг марки А в повышении продуктивности риса и его устойчивости к заболеваниям 35
- Сегеда Е. С., Егорова Т. А., Брагина О.А., Верещагина С. А., Радько Д. П., Говердовская М. Д.**  
Анализ биологической эффективности биофунгицидов против патокомплекса семян риса 42
- Федосов А.Ю., Меньших А.М., Васючков И.Ю., Иванова М.И.**  
Фертигация и капельное орошение лука репчатого (обзор) 50
- Чижиков В.Н., Шарифуллин Р.С.**  
Влияние возрастающих доз азотного удобрения на продуктивность и оптико-биологические характеристики посевов риса 60
- Галичкина Е.А. Надежкин С.М.**  
Влияние микроудобрений в хелатной форме и способов их применения на рост и развитие растений арбуза столового различных сроков созревания 67
- Дорошенко Н.П., Пузырнова В.Г.**  
Мелафен – ингибитор роста для создания коллекции винограда in vitro 75

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Логвинов А.В., Алейник В.В., Магала А.Ю.</b> Почвенно-экологическая оценка черноземов типичных Гулькевичского района Краснодарского края	83
<b>Джамирзе Р.Р.</b> Альтернативный зернопродукт в пивоварении (обзор)	89
<b>Есаулова Л.В., Лыско И.А., Ковалев В.С., Оглы А.М.</b> Научное обеспечение отрасли рисоводства в Краснодарском крае	97
<b>Туманьян Н.Г.</b> Зеленский Г.Л. „Рис и не только: по странам и континентам“	101

## TABLE OF CONTENTS

### SCIENTIFIC PUBLICATIONS

<b>Skazhennik M.L., Kovalyov V.S., Balyasny I.V., Pshenitsyna T.S., Grigoriev A.O.</b> Coefficient of economic efficiency of photosynthesis and physiological factors of its increase in grain crops (review)	6
<b>Makarova Z.R.</b> Assessment of soft winter wheat of varieties under conditions of the Rostov region	14
<b>Kovaleva E.V., Lazko V.E.</b> Features of the influence of fertilizer rates on the yield formation of muscat pumpkin seeds	24
<b>Bragina O.A., Goverdovskaya M.D., Radko D.P., Egorova T.A., Segeda E.S., Morozov D.A.</b> Efficiency of multimolig micro-fertilization in increasing rice productivity and disease resistance	35
<b>Segeda E.S., Egorova T.A., Bragina O.A., Vereshchagina S.A., Radko D.P., Goverdovskaya M.D.</b> Analysis of the biological efficiency of biofungicides against the rice seed pathocomplex	42
<b>Fedosov A.Y., Menshikh A.M., Vasyuchkov I.Y., Ivanova M.I.</b> Fertigation and drip irrigation of onion (review)	50
<b>Chizhikov V.N., Sharifullin R. S.</b> The effect of increasing doses of nitrogen fertilizer on the productivity and optical and biological characteristics of rice crops	60
<b>Galichkina E. A., Nadezhkin S. M.</b> Influence of microfertilizers in chelate form and methods of their application on the growth and development of table watermelon plants of various ripening periods	67
<b>Doroshenko N. P., Puzirnova V. G.</b> Melafen - a growth inhibitor for creating an in vitro grapevine collection	75

**TABLE OF CONTENTS**

<b>Logvinov A.V., Aleinik V.V., Magala A.Y.</b> Soil and ecological assessment of typical chernozems in Gulkevichi district of Krasnodar region	83
<b>Dzhamirze R.R.</b> Alternative grain product in brewing (review)	89
<b>Esaulova I.V., Lysko I. A., Kovalev V.S., OglyA.M.</b> Scientific support of rice growing industry in Krasnodar region	92
<b>Tumanyan N.G.</b> Zelensky, G.L. „Rice and beyond: by country and continent“	101

DOI 10.33775/1684-2464-2025-67-2-6-13  
УДК 633.18: 681.518

**Скаженник М.А.**, д-р биол. наук,  
**Ковалев В.С.**, д-р с.-х. наук,  
**Балясный И.В.**,  
**Пшеницына Т.С.**,  
**Григорьев А.О.**  
г. Краснодар, Россия

### **КОЭФФИЦИЕНТ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЕГО ПОВЫШЕНИЯ У ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР (ОБЗОР)**

Исследования проводили с целью изучения продукционного процесса важнейших сельскохозяйственных культур. Интегральным показателем донорно-акцепторных отношений у растений разных по продуктивности сортов зерновых культур является коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза (Кхоз или уборочный индекс), выражающий долю (в %) зерна в общей надземной массе растений. Кхоз отражает физиологическую способность сорта мобилизовать максимум всех фотосинтетических продуктов и минеральных веществ, усвояемых из почвы растениями, на формирование хозяйственно-ценной части – урожая зерна. При направленной селекции на повышение Кхоз важно выявить комплекс морфологических и физиологических признаков растений, коррелятивно связанных с ним для использования в селекции и растениеводстве. Анализ полученных данных показал, что характер распределения ассимилятов по развивающимся органам побега разных типов сортов риса в период кущения оказывает значительное влияние на развитие вегетативных и генеративных органов, приводящее к разной доле стеблей и метелок в общей надземной биомассе посева в период цветения, что является главной причиной величины уборочного индекса (Кхоз). Характерная особенность злаков наиболее полно проявляется на ранних стадиях развития в фазе кущения. В эту фазу закладываются основы вегетативных особенностей растения, детерминируется число узлов и междоузлий, характер ветвления главного и боковых побегов и образования придаточной корневой системы, а в итоге общий габитус растения и его вертикальная устойчивость. В этот же период происходит и дифференциация конуса нарастания на метамеры генеративных органов. Одним из путей селекции на создание высокопродуктивных форм злаковых является отбор морфотипов, накапливающих достаточно ассимилятов в стеблях и активно их реутилизирующих на налив зерна для повышения уборочного индекса.

**Ключевые слова:** рис, зерновые культуры, сорт, продукционный процесс, уборочный индекс, урожайность.

### **COEFFICIENT OF ECONOMIC EFFICIENCY OF PHOTOSYNTHESIS AND PHYSIOLOGICAL FACTORS OF ITS INCREASE IN GRAIN CROPS. REVIEW**

The research was conducted with the aim of studying the characteristics of the production process of the most important agricultural crops. An integral indicator of donor-acceptor relationships in plants of grain crop varieties with different productivity is the coefficient of economic efficiency of photosynthesis (harvest index HI), which expresses the share (%) of grain in the total aboveground mass of plants. HI reflects the physiological ability of a variety to mobilize the maximum of all photosynthetic products and minerals absorbed from the soil by plants to form their economically valuable part - grain yield. In targeted breeding to increase HI, it is important to identify a complex of morphological and physiological traits correlatively associated with it for use in breeding and plant growing. Analysis of the data obtained showed that the nature of the distribution of assimilates among the developing shoot organs of different types of rice varieties during the tillering period has a significant impact on the unequal development of vegetative and generative organs, leading to different proportions of stems and panicles in the total above-ground biomass of the crop during the flowering period, which is the main the reason for the unequal value of the harvest index (HI). The characteristic feature of cereals is most fully manifested in the early stages of development in the tillering phase. During this phase, the foundations of the vegetative characteristics of the plant are laid, the number of nodes and internodes, the nature of branching of the main and lateral shoots and the formation of an adventitious root system, and ultimately the overall habit of the plant and its vertical stability are determined. During the same period, differentiation of the growth cone into metameres of generative organs also occurs. One of the ways of breeding highly productive forms of cereals is the selection of morphotypes that accumulate enough assimilates in the stems and actively recycle them into grain filling to increase the harvest index.

**Key words:** rice, grain crops, variety, production processes, harvest index, yield.

### Введение

Главным вопросом при изучении продукционного процесса у риса является установление, в силу каких физиологических процессов формируется урожайность сортов. Показано, что сорта риса с одинаковой длиной вегетационного периода имеют приблизительно одинаковые величины показателей фотосинтеза ценоза, а разная урожайность зависит от распределения синтезируемых в текущем фотосинтезе и запасных метаболитов по отдельным органам побега, а, следовательно, и всего растения. Полученные результаты стимулировали изучение особенностей донорно-акцепторных связей у разных по продуктивности генотипов риса, как главного фактора продукционного процесса. Это привело к установлению комплекса морфофизиологических признаков и свойств, определяющих их урожайность и её связь с уборочным индексом, используемых для разработки моделей разных типов сортов риса, а также к совершенствованию технологии их возделывания [10, 11]. Направленная на высокую продуктивность и устойчивость к неблагоприятным факторам селекция растений требует прежде всего разработки общих принципов создания высокопродуктивных генотипов зерновых для условий разных регионов. Такие исследования уже проводятся в нашей стране и связаны с изучением роли фотосинтеза растений при формировании у них различной продуктивности. При этом одной из главных причин разной урожайности является характер донорно-акцепторных отношений у растений [19, 30]. Продуктивность сортов риса зависит от морфологических и физиологических особенностей растений и определяется в большей степени коэффициентом хозяйственной эффективности. Установление Кхоз разных генотипов риса и расчет его корреляционной связи с формированием отдельных элементов структуры урожая является приоритетом для исследователей [12, 16, 22].

Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза или уборочный индекс (Кхоз) характеризует величину зерна (Ухоз) в надземной фитомассе (Убиол) и выражает расход метаболитов фотосинтеза и усвоенных минеральных удобрений на образование и налив зерна. Выражается в процентах или в безразмерных единицах [8, 19, 26].

$$K_{\text{хоз}}(\%) = \frac{Y_{\text{хоз}}}{Y_{\text{биол}}} \times 100$$

Уборочный индекс характеризует донорно-акцепторные отношения между колосом и ассимиляционным аппаратом, свидетельствующим об эффективности использования метаболитов листьев и запасных пластических веществ стебля в процессе формирования урожая. Кхоз – один из важнейших показателей в селекции, определяющий урожайность злаковых растений, принципиально

отличающий высокоурожайные формы от малопродуктивных, так как его величина всегда выше у первых [3, 46, 47].

Ряд исследователей считает, что только селекция на рост Кхоз приводит к созданию сортов с большой урожайностью [7, 23, 31].

Селекционеры до сих пор не пришли к единому мнению, как повышать продуктивность растений. Одни считают необходимо повышать Кхоз за счет роста доли зерна в фитомассе растений, вторые предлагают увеличить долю зерна и в целом общую надземную биомассу генотипов [13, 14, 32, 33, 38, 39]. Но ряд ученых предлагает пойти по третьему пути: за счет высоты растений увеличить их биомассу для повышения урожайности с 12–14 до 18 т/га при неизменном уборочном индексе, около 0,5 [41].

Уборочный индекс повышается у районированных новых низко- и среднерослых сортов, но при этом не всегда растет их урожайность [7].

Величина Кхоз зависит от уровня минерального питания. С увеличением доз минеральных удобрений значения Кхоз уменьшаются [8, 10, 41]. Особенно заметное снижение Кхоз происходит у сортов слабо отзывчивых на азотное питание (экстенсивные сорта). У таких сортов при повышенных дозах азотного питания усиливается кущение, увеличивается количество и площадь листьев, которые затеняют друг друга и уменьшают интенсивность фотосинтеза. Кроме того, такие растения больше расходуют ассимилятов на дыхание. Все это уменьшает приток метаболитов в запасающие органы (стебель) растения и в растущую метелку и зерновки, что приводит к потере урожайности. Это говорит о сбое в сбалансированности донорно-акцепторных отношений у сортов, слабо отзывчивых на азотное питание. В то же время у данных сортов не наблюдается достоверной связи Кхоз с урожайностью. Ряд исследователей указывает на влияние интенсивности фотосинтеза в цветение и в полную спелость и высоты растений на величину Кхоз [8, 10].

Исследования Э. Р. Авакян и др. показали влияние гормона гиббереллина на Кхоз и урожайность сортов риса, которые при пониженном его содержании образуют оптимальное кущение, не затеняют друг друга, так как не достигают большой высоты и интенсивно используют и депонированные в стеблях углеводы и метаболиты текущего фотосинтеза на налив зерновок [1]. В свою очередь и высокопродуктивные интенсивные сорта риса большее количество запасных и синтезируемых во время налива зерна ассимилятов используют не на рост вегетативных органов до цветения, а на формирование зерновок. Об этом говорят и более высокие значения у них Кхоз, чем у экстенсивных сортов [2, 27, 28]. То есть Кхоз может считаться интегральным показателем донорно-акцепторных отношений у растений [24].

Поэтому ученые при создании новых высокоурожайных интенсивных сортов риса ведут селекцию на повышение уборочного индекса, не снижающего своих значений при использовании повышенных доз азотных удобрений [17, 25, 29]. Этот вывод рисоводов поддержан и селекционерами других злаковых культур [6, 7, 23]. Интенсивные высокопродуктивные сорта в настоящее время приближаются к значению Кхоз 55–60 %, что как считали В. А. Кумаков (1985) и Б. И. Гуляев (1995) является его пределом [15, 21]. Однако в литературе приводятся величины Кхоз 65–70 %, которые могут быть достигнуты путем увеличения интенсивности фотосинтеза при направленности с помощью донорно-акцепторных отношений, синтезируемых ассимилятов в сторону генеративных органов [20, 23]. Кроме того, при расчете Кхоз на голую зерновку риса, его величина будет всего 35–45 %, и появляется возможность для его повышения [4, 21].

Многие российские и зарубежные исследователи занимались изучением связи Кхоз с урожайностью и установили разделение сортов на интенсивные и экстенсивные по характеру распределения метаболитов по органам растения. Во всех литературных источниках и в наших исследованиях величины Кхоз интенсивных сортов выше, чем экстенсивных [29, 36, 45]. Интенсивные сорта имеют большую массу зерна с растения и посева, они более приспособлены к почвенным и климатическим особенностям зоны возделывания. Это отражается и на величине Кхоз. Поэтому уборочный индекс можно использовать в селекции для выделения высокоурожайных интенсивных сортов.

Селекционер Беспалова Л. А. многие годы исследует эволюцию уборочного индекса озимой пшеницы и связывает его увеличение с ростом урожайности данной культуры [4, 5, 6]. Рост Кхоз, а отсюда и урожайности сортов, она увязывает со снижением высоты растений, улучшением архитектоники ценозов за счет создания оптимальной густоты посева с меньшей конкуренцией растений за свет, с совершенствованием донорно-акцепторных отношений

у растений, позволяющих перераспределять поток образующихся метаболитов в процессе фотосинтеза на формирование колоса и зерна. При этом Кхоз увеличился до 45–52 %.

Аналогичного мнения придерживается ряд исследователей, которые считают, что повышенный уборочный индекс (до 0,52) формируют сорта, не только сбалансированные по количеству зерен на единице площади и массе 1000 зерен, но и имеющие хорошие донорно-акцепторные отношения и активно реутилизирующие пластические вещества из вегетативных органов в генеративные в период налива зерна [9, 18, 40].

Исследователь Около Е. Г. установил слабую взаимосвязь между Кхоз гибридов  $F_2$  и урожайностью  $F_3$  и  $F_4$  [44]. Таким образом последующие поколения гибридов имеют урожайность слабо коррелирующую с Кхоз предыдущих [34, 48].

Имеются и неоднозначные оценки использования уборочного индекса. Автор Н. G. Nass считает, что поиск высокоурожайных гибридов  $F_2$  по наибольшему значению Кхоз в небольших по густоте стояния растений ценозах не будет достоверно отображать их продуктивность в производственных посевах [42]. Высокоурожайные линии  $F_4$  можно эффективно отбирать с помощью визуальной оценки, не используя Кхоз и массу зерна с колоса [43].

Из выше описанного можно сделать вывод, что уборочный индекс является одним из важных признаков урожайности генотипов [35, 37]. Кроме того, Кхоз характеризует реакцию сортов на азотное питание, так как он снижается при увеличении доз минеральных удобрений. Но в то же время он не универсален, так как зависимость между уборочным индексом и продуктивностью сортов очень сложная. Один из путей селекции на создание высокопродуктивных форм злаковых является отбор морфотипов, накапливающих достаточно ассимилятов в стеблях и активно их реутилизирующих на налив зерна для повышения уборочного индекса.

### Литература

1. Авакян, Э.Р. Реакция различных форм риса отечественной селекции на гиббереллин / Э. Р. Авакян, Н.Е. Алешин, Е.В. Алексеенко [и др.] // Физиол. раст. - 1989. - Т. 31. - Вып. 4. - С. 777-780.
2. Балясный, И.В. Исследование продукционных процессов интенсивных и экстенсивных сортов риса / И.В. Балясный, М.А. Скаженник, В.С. Ковалев, Т.С. Пшеницына // Рисоводство. - 2023. - № 3 (60). - С. 14-20. doi: 10.33775/1684-2464-2023-60-3-14-20.
3. Беденко, В.П. Методы изучения фотосинтетической деятельности продукционных процессов полевых культур / В.П. Беденко, В.В. Коломейченко // Фотосинтетическая деятельность и продукционные процессы фитоценозов. - Орел, 2014. - Выпуск 1. - С. 164-177.
4. Беспалова, Л.А. Эволюция уборочного индекса и прогресс селекции озимой мягкой пшеницы на урожайность / Л.А. Беспалова, И.Н. Кудряшов, Ф.А. Колесников [и др.] // Земледелие. - 2014. - № 5. - С. 9-12.
5. Беспалова, Л.А. Развитие генофонда как главный фактор третьей зеленой революции в селекции пшеницы / Л.А. Беспалова // Вестник Российской академии наук. - 2015. - № 1. - С. 9-11.
6. Беспалова, Л.А. Сравнительный анализ уборочного индекса в генетическом и экологическом градиенте / Л.А. Беспалова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2022. - № 9(102). - С. 88-92.

7. Бороевич, С. Принципы и методы селекции растений. – М.: Колос, 1984. – 344 с.
8. Воробьев, Н.В. К физиологическому обоснованию моделей сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, В.С. Ковалев. – Краснодар, 2001. – 120 с.
9. Воробьев, Н.В. Особенности продукционного процесса у сортов риса, влияющие на формирование у них разной урожайности / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, В.С. Ковалев [и др.] // Рисоводство. – 2010. – № 16. – С. 30-35.
10. Воробьев, Н.В. Продукционный процесс у сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, В.С. Ковалев. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. – 199 с.
11. Воробьев, Н.В. Физиологические основы формирования урожая риса / Н.В. Воробьев. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – 405 с.
12. Воробьев, Н.В. Особенности продукционного процесса у экстенсивных и интенсивных сортов риса / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник, А.Х. Шеуджен [и др.] // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 4. – С. 7-8.
13. Герасименко, В.Ф. Генетический сдвиг главных факторов урожайности у озимой мягкой пшеницы / В.Ф. Герасименко // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института ВАСХНИЛ. – 1988а. – № 2/68. – С. 9-13.
14. Герасименко, В.Ф. Генетические различия и корреляция с урожаем фотосинтетической продуктивности у озимой пшеницы / В.Ф. Герасименко // Научно-технич. бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института ВАСХНИЛ. – 1988б. – № 3. – С. 8-11.
15. Гуляев, Б.И. Физиологические особенности и продуктивность разных генотипов кукурузы / Б.И. Гуляев // Физиол. и биохим. культ. раст. – 1995. – Т. 27. – № 3. – С. 107-123.
16. Гуляев, Б.И. Фотосинтез и продуктивность растений: проблемы, достижения, перспективы исследований / Б.И. Гуляев // Физиол. и биохим. культ. раст. – 1996. – Т. 28. – № 1-2. – С. 15-35.
17. Джамирзе, Р.Р. Оценка перспективных сортов риса в конкурсном испытании / Р.Р. Джамирзе, Н.В. Остапенко, Н.Н. Чинченко [и др.] // Изв. Горск. гос. аграр. ун-та. – 2021. – Вып. 58. – № 1. – С. 19-24.
18. Долженко, Д.О. Генетический контроль показателей выхода зерна в диаллелем комплексе ярового ячменя / Д.О. Долженко, С.Н. Шевченко // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 10. – С. 34-42.
19. Коломейченко, В.В. Продукционные процессы в посевах / В.В. Коломейченко. – Орёл: ОрёлГАУ, 2020. – 452 с.
20. Кумаков, В.А. Листовой аппарат как объект для оценки зерновых культур при селекции в условиях недостаточного увлажнения / В.А. Кумаков // Физиология растений в помощь селекции. – М.: Наука, 1974. – С. 213-225.
21. Кумаков, В.А. Физиологическое обоснование модели сортов пшеницы / В.А. Кумаков - М.: Агропромиздат, 1985. – 270 с.
22. Курсанов, А.Л. Транспорт ассимилятов в растении / А.Л. Курсанов – М.: Наука, 1976. – 646 с.
23. Лукьяненко, П.П. О селекции низкостебельных сортов озимой пшеницы / П.П. Лукьяненко // Селекция и семеноводство. – 1971. – № 2. – С. 12-19.
24. Новикова, Н.Е. Уборочный индекс как физиологический критерий продуктивности и перспективы его увеличения у сортов гороха / Н.Е. Новикова, А.П. Лаханов // Продукционный процесс его моделирование и полевой контроль. – Саратов, 1990. – С. 139-143.
25. Скаженник, М.А., Физиолого-биохимические, морфологические и биометрические признаки у сортов риса, определяющие их продуктивность / М.А. Скаженник, Н.Е. Алешин, Н.В. Воробьев. – Краснодар, 1997. – 40 с.
26. Скаженник, М.А. Уборочный индекс и его связь с формированием урожайности и элементами структуры урожая сортов риса / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, В.С. Ковалев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – № 2. – С. 8-11.
27. Скаженник, М.А. Закономерности формирования продуктивности интенсивных и экстенсивных сортов риса / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, В.С. Ковалев [и др.] // Рисоводство. – 2018. – № 1. – С. 6-14.
28. Скаженник, М.А. Формирование урожайности и элементов её структуры интенсивных и экстенсивных сортов риса / М.А. Скаженник, Н.В. Воробьев, В.С. Ковалев [и др.] // Рисоводство. – 2018. – № 3. – С. 13-19.
29. Скаженник, М.А. Формирование урожайности и элементов её структуры сортов риса / М.А. Скаженник, В.С. Ковалев, А.О. Григорьев [и др.] // Рисоводство. – 2023. – № 2. – С. 19-24. doi: 10.33775/1684-2464-2023-59-2-19-24.
30. Таболенкова, Г.Н. Продукционный процесс культурных растений в условиях холодного климата / Г.Н. Таболенкова, Т.К. Головки. – СПб.: Наука, 2010. – 231 с.
31. Шевелуха, В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. – М.: Колос, 1992. – 600 с.

32. Austin, R.B. Genetic improvement in the yield of winter wheat: a further evaluation / R.B. Austin, M.A. Ford, C.L. Morgan // *J. Agr. Sci.* – 1989. – Vol. 112. – № 33. – P. 295-301.
33. Balla, L. Increase of genetic variability by intraspecific hybridization / L. Balla // *Proc. Hung. – Ital. Plant Genet. Conf. Possibil. Inceas. Genet. Variab. Plant Kingdom.* – Budapest, 1984. – P. 71-88.
34. Borghi, B. Response to early generation selection for grain yield and harvest index in bread wheat (*T. aestivum* L.) / B. Borghi, M. Accerbi, M. Corbellini // *Plant breeding.* – 1998. – Vol. 117. – № 1. – P. 13-18.
35. Gadia, S. Field-Based Evaluation of Rice Genotypes for Enhanced Growth, Yield Attributes, Yield and Grain Yield Efficiency Index in Irrigated Lowlands of the Indo-Gangetic Plains / S. Gadia, D. Kumar, Y.S. Shivay [et al.] // *Sustainability.* – 2023. – Vol. 15. – 8793. <https://doi.org/10.3390/su15118793>
36. Ganapati, RK Genetic variability and character association of T-Aman rice (*Oryza sativa* L.) / RK Ganapati, MG Rasul. MAK Main [et al.] // *International Journal of Plant Biology & Research.* – 2014. – Vol. 2(2). – P. 1013.
37. Girma, E. Genetic gain in grain yield and associated traits of Ethiopian bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties / E. Girma, W. Gereselassie and B. Lakew // *Inter J. Agri Biosci.* – 2019. – Vol. 8(1). – P.12-19.
38. Hucl, P. A study of ancestral and modern Canadian spring wheats / P. Hucl, R.J. Beker // *Can. J. Plant Sci.* – 1987. – Vol. 67. – № 1. – P. 87-97.
39. Jain, H. K. Eighty years of post Medelian breeding for crop yield: nature of selection pressures and future potential / H.K. Jain // *Indian J. Genet. and Plant Breed.* – 1986. – Vol. 46. – № 1. – P. 30-53.
40. Lalic, A. Genetic gain and selection criteria effects on yield and yield components in barley (*Hordeum vulgare* L.) / A. Lalic, D. Novoselovic, J. Kovacevic [et al.] // *Periodicum biologorum.* – 2010. – Vol. 112. – № 3. – P. 311-316.
41. Ma, G.H. Hybrid rice achievements, development and prospect in China / G.H. Ma, L.P. Yuan // *Journal of Integrative Agriculture.* – 2015. – Vol. 14(2). – P. 197-205.
42. Nass, H. G. Harvest index as a selection criterion for grain yield in two spring wheat crosses grown at two population densities / H.G. Nass // *Canadian journal of plant science.* – 1980. – Vol. 60. – P. 1141-1146.
43. Nass, H. G. Effectiveness of several selection methods for grain yield in two F<sub>2</sub> populations of spring wheat / H.G. Nass // *Canadian journal of plant science.* – 1983. – Vol. 63. – P. 61-66. doi: <https://doi.org/10.4141/cjps83-006>.
44. Okolo, E. G. Harvest index of single F<sub>2</sub> plants as a yield potential estimator in common wheat / E.G. Okolo. – M.S. Thesis, Univ of Manitoba, Winnipeg, Canada. – 1977. – 111 p.
45. Rai, SK Genetic diversity analysis of rice germplasm lines for yield attributing traits. /SK Rai, R. Chandra, BG Suresh [et al.] // *International Journal of Life Sciences Research.* – 2014. – Vol. 2(4). – P. 225-228.
46. Tang, Liang Erect panicle super rice varieties enhance yield by harvest Index advantages in high nitrogen and density conditions / Liang Tang, Hong Gao, Yoshihiro Hirooka [et al.] // *Journal of Integrative Agriculture* – 2017. – Vol. 16(7). – P. 1467-1473. doi: 10.1016/S2095-3119(17)61667-8
47. Wang, Yuan-zheng Effects of erect panicle genotype and environment interactions on rice yield and yield components / Yuan-zheng Wang, Idowu Olusegun, Yun Wang [et al.] // *Journal of Integrative Agriculture* – 2023. – Vol. 22(3) – P. 716-726. doi: 10.1016/j.jia.2022.08.013
48. Whan, B.R. Response to selection for grain yield and harvest index in F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> and F<sub>4</sub> derived lines of two wheat crosses / B.R. Whan, R. Knight, A.J. Rathjen // *Euphytica.* – 1982. – P. 139-150.

### References

1. Avakyan, E.R. Reaction of various forms of rice of domestic breeding to gibberellin / E. R. Avakyan, N.E. Aleshin, E.V. Alekseenko [et al.] // *Physiology of plants.* – 1989. – Vol. 31. – Issue 4. – P. 777-780.
2. Balyasny, I.V. Study of production processes of intensive and extensive rice varieties / I.V. Balyasny, M.A. Skazhennik, V.S. Kovalev, T.S. Pshenitsyna // *Rice growing.* – 2023. – № 3 (60). – P. 14-20. doi: 10.33775/1684-2464-2023-60-3-14-20.
3. Bedenko, V.P. Methods for studying photosynthetic activity of production processes of field crops / V.P. Bedenko, V.V. Kolomeichenko // *Photosynthetic activity and production processes of phytocenoses.* – Orel, 2014. – Issue 1. – P. 164-177.
4. Bepalova, L.A. Evolution of the harvesting index and progress in breeding winter soft wheat for yield / L.A. Bepalova, I.N. Kudryashov, F.A. Kolesnikov [et al.] // *Agriculture.* – 2014. – № 5. – P. 9-12.
5. Bepalova, L.A. Development of the gene pool as the main factor in the third green revolution in wheat breeding / L.A. Bepalova // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences.* – 2015. – № 1. – P. 9-11.
6. Bepalova, L.A. Comparative analysis of the harvesting index in the genetic and ecological gradient / L.A. Bepalova // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University.* – 2022. – № 9 (102). – P. 88-92.
7. Boroevich, S. Principles and methods of plant breeding. - M.: Kolos, 1984. - 344 p.

8. Vorobyov, N.V. On the physiological substantiation of rice variety models / N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik, V.S. Kovalev. – Krasnodar, 2001. – 120 p.
9. Vorobyov, N.V. Features of the production process in rice varieties that affect the formation of different yields / N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik, V.S. Kovalev [et al.] // Rice growing. – 2010. – № 16. – P. 30-35.
10. Vorobyov, N.V. Production process in rice varieties / N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik, V.S. Kovalev. – Krasnodar: Education-Yug, 2011. – 199 p.
11. Vorobyov, N.V. Physiological foundations of rice yield formation / N.V. Vorobyov. – Krasnodar: Education-Yug, 2013. – 405 p.
12. Vorobyov, N.V. Features of the production process in extensive and intensive rice varieties / N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik, A.Kh. Sheudzen [et al.] // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. – 2013. – № 4. – P. 7-8.
13. Gerasimenko, V.F. Genetic shift of the main factors of yield in winter soft wheat / V.F. Gerasimenko // Scientific and technical bulletin of the All-Union Selection and Genetics Institute VASKhNIL. – 1988a. – № 2/68. – P. 9-13.
14. Gerasimenko, V.F. Genetic differences and correlation with the yield of photosynthetic productivity in winter wheat / V.F. Gerasimenko // Scientific and technical. Bulletin of the All-Union Institute of Breeding and Genetics VASKhNIL. – 1988b. – № 3. – P. 8-11.
15. Gulyaev, B.I. Physiological characteristics and productivity of different corn genotypes / B.I. Gulyaev // Physiol. and biochem. cult. plants. – 1995. – Vol. 27. – № 3. – P. 107-123.
16. Gulyaev, B.I. Photosynthesis and plant productivity: problems, achievements, research prospects / B.I. Gulyaev // Physiol. and biochem. cult. plants. – 1996. – Vol. 28. – № 1-2. – P. 15-35.
17. Dzhamirze, R.R. Evaluation of promising rice varieties in a competitive test / R.R. Dzhamirze, N.V. Ostapenko, N.N. Chinchenko [et al.] // Bulletin of Gorsky State Agrarian University. - 2021. - Issue 58. – № 1. – P. 19-24.
18. Dolzhenko, D.O. Genetic control of grain yield indicators in the diallele complex of spring barley / D.O. Dolzhenko, S.N. Shevchenko // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. – 2020. – Vol. 34. – № 10. – P. 34-42.
19. Kolomeychenko, V.V. Production processes in crops / V.V. Kolomeychenko. - Orel: OrelSAU, 2020. – 452 p.
20. Kumakov, V.A. Leaf apparatus as an object for evaluating grain crops in breeding under conditions of insufficient moisture / V.A. Kumakov // Plant physiology to aid breeding. – M.: Nauka, 1974. – P. 213-225.
21. Kumakov, V.A. Physiological substantiation of the model of wheat varieties / V.A. Kumakov - M.: Agropromizdat, 1985. – 270 p.
22. Kursanov, A.L. Transport of assimilates in the plant / A.L. Kursanov – M.: Nauka, 1976. – 646 p.
23. Lukyanenko, P.P. On the breeding of low-stem varieties of winter wheat / P.P. Lukyanenko // Breeding and seed production. – 1971. – № 2. – P. 12-19.
24. Novikova, N.E. Harvesting index as a physiological criterion of productivity and prospects for its increase in pea varieties / N.E. Novikova, A.P. Lakhonov // Production process, its modeling and field control. – Saratov, 1990. – P. 139-143.
25. Skazhennik, M.A., Physiological, biochemical, morphological and biometric traits in rice varieties that determine their productivity / M.A. Skazhennik, N.E. Aleshin, N.V. Vorobyov. – Krasnodar, 1997. – 40 p.
26. Skazhennik, M.A. Harvesting index and its relationship with the formation of yield and elements of the yield structure of rice varieties / M.A. Skazhennik, N.V. Vorobyov, V.S. Kovalev [et al.] // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. – 2017. – № 2. – P. 8-11.
27. Skazhennik, M.A. Patterns of formation of productivity of intensive and extensive rice varieties / M.A. Skazhennik, N.V. Vorobyov, V.S. Kovalev [et al.] // Rice growing. – 2018. – №1. – P. 6-14.
28. Skazhennik, M.A. Formation of yield and elements of its structure of intensive and extensive rice varieties / M.A. Skazhennik, N.V. Vorobyov, V.S. Kovalev [et al.] // Rice growing. - 2018. - № 3. - P. 13-19.
29. Skazhennik, M.A. Formation of yield and elements of its structure of rice varieties / M.A. Skazhennik, V.S. Kovalev, A.O. Grigoriev [et al.] / Rice growing. – 2023. – № 2. – P. 19-24. doi: 10.33775/1684-2464-2023-59-2-19-24.
30. Tabolenkova, G. N. Production process of cultivated plants in cold climate conditions / G. N. Tabolenkova, T. K. Golovko. - St. Petersburg: Nauka, 2010. – 231 p.
31. Shevelukha, V. S. Plant growth and its regulation in ontogenesis. - Moscow: Kolos, 1992. – 600 p.
32. Austin, R.B. Genetic improvement in the yield of winter wheat: a further evaluation / R.B. Austin, M.A. Ford, C.L. Morgan // J. Agr. Sci. – 1989. – Vol. 112. – № 33. – P. 295-301.
33. Balla, L. Increase of genetic variability by intraspecific hybridization / L. Balla // Proc. Hung. – Ital. Plant Genet. Conf. Possibil. Inceas. Genet. Variab. Plant Kingdom. – Budapest, 1984. – P. 71-88.
34. Borghi, B. Response to early generation selection for grain yield and harvest index in bread wheat (*T. aestivum* L.) / B. Borghi, M. Accerbi, M. Corbellini // Plant breeding. – 1998. – Vol. 117. – № 1. – P. 13-18.

35. Gadia, S. Field-Based Evaluation of Rice Genotypes for Enhanced Growth, Yield Attributes, Yield and Grain Yield Efficiency Index in Irrigated Lowlands of the Indo-Gangetic Plains / S. Gadia, D. Kumar, Y.S. Shivay [et al.] // Sustainability. – 2023. – Vol. 15. 8793. <https://doi.org/10.3390/su15118793>
36. Ganapati, RK Genetic variability and character association of T-Aman rice (*Oryza sativa* L.) / RK Ganapatti, MG Rasul. MAK Main [et al.] // International Journal of Plant Biology & Research. – 2014. – Vol. 2(2). – P. 1013.
37. Girma, E. Genetic gain in grain yield and associated traits of Ethiopian bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties / E.Girma, W. Gereselassie and B. Lakew // Inter J. Agri Biosci. – 2019. – Vol. 8(1). – P.12-19.
38. Hucl, P. A study of ancestral and modern Canadian spring wheats / P. Hucl, R.J. Beker // Can. J. Plant Sci. – 1987. – Vol. 67. – № 1. – P. 87-97.
39. Jain, H. K. Eighty years of post Medelian breeding for crop yield: nature of selection pressures and future potential / H.K. Jain // Indian J. Genet. and Plant Breed. – 1986. – Vol. 46. – № 1. – P. 30-53.
40. Lalic, A. Genetic gain and selection criteria effects on yield and yield components in barley (*Hordeum vulgare* L.) / A. Lalic, D. Novoselovic, J. Kovacevic [et al.] // Periodicum biologorum. – 2010. – Vol. 112. – № 3. – P. 311–316.
41. Ma, G.H. Hybrid rice achievements, development and prospect in China / G.H. Ma, L.P. Yuan // Journal of Integrative Agriculture. – 2015. – Vol. 14(2). – P. 197-205.
42. Nass, H. G. Harvest index as a selection criterion for grain yield in two spring wheat crosses grown at two population densities / H.G. Nass // Canadian journal of plant science. – 1980. – Vol. 60. – P. 1141–1146.
43. Nass, H. G. Effectiveness of several selection methods for grain yield in two  $F_2$  populations of spring wheat / H.G. Nass // Canadian journal of plant science. – 1983. – Vol. 63. – P. 61-66. doi: <https://doi.org/10.4141/cjps83-006>.
44. Okolo, E. G. Harvest index of single  $F_2$  plants as a yield potential estimator in common wheat / E.G. Okolo. – M.S. Thesis, Univ of Manitoba, Winnipeg, Canada. – 1977. – 111 p.
45. Rai, S.K. Genetic diversity analysis of rice germplasm lines for yield attributing traits / S.K. Rai, R. Chandra, B.G. Suresh [et al.] // International Journal of Life Sciences Research. – 2014. – Vol. 2(4). – P. 225-228.
46. Tang, Liang Erect panicle super rice varieties enhance yield by harvest Index advantages in high nitrogen and density conditions / Liang TANG, Hong GAO, Yoshihiro Hirooka [et al.] // Journal of Integrative Agriculture – 2017. – Vol. 16(7). – P. 1467-1473. doi: 10.1016/S2095-3119(17)61667-8
47. Wang, Yuan-zheng Effects of erect panicle genotype and environment interactions on rice yield and yield components / Yuan-zheng WANG, IDOWU Olusegun, Yun WANG [et al.] // Journal of Integrative Agriculture – 2023. – Vol. 22(3) – P. 716-726. doi: 10.1016/j.jia.2022.08.013
48. Whan, B.R. Response to selection for grain yield and harvest index in  $F_2$ ,  $F_3$  and  $F_4$  derived lines of two wheat crosses / B.R. Whan, R. Knight, A.J. Rathjen // Euphytica. – 1982. – P. 139-150.

**Михаил Александрович Скаженник**  
Старший научный сотрудник,  
заведующий лабораторией физиологии  
E-mail: sma\_49@mail.ru  
Тел.: 8(861)205-15-55 доб. 139

**Mikhail Alexandrovich Skazhennik**  
Senior researcher, head laboratory of physiology  
E-mail: sma\_49@mail.ru  
Phone 8(861)205-15-55 доб. 139

**Виктор Савельевич Ковалев**  
Главный научный сотрудник  
E-mail: 7viktorkovalev7@gmail.com  
Тел.: 8(861)205-15-55 доб. 103

**Victor Savelevich Kovalyov**  
Chief Researcher  
E-mail: 7viktorkovalev7@gmail.com  
Тел.: 8(861)205-15-55 доб. 103

**Иван Валерьевич Бялский**  
Заместитель директора  
E-mail: arrri\_kub@mail.ru  
Тел.: 8(861)205-15-55 доб. 102

**Ivan Valerievich Balyasny**  
Deputy director  
E-mail: arrri\_kub@mail.ru  
Тел.: 8(861)205-15-55 доб. 102

**Татьяна Семеновна Пшеницына**  
Старший научный сотрудник лаборатории  
физиологии  
E-mail: tatyana.pshe@icloud.com  
Тел.: 8-988-369-89-10

**Tatyana Semenovna Pshenitsyna**  
Senior Researcher of the Laboratory of Physiology  
E-mail: tatyana.pshe@icloud.com  
Тел.: 8-988-369-89-10

**Александр Олегович Григорьев**

Аспирант

E-mail: aleksandtgrig1996@gmail.com

Тел.: 8-918-981-16-90

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

**Alexander Olegovich Grigoriev**

Post graduate student

E-mail: aleksandtgrig1996@gmail.com

Tel.: 8-918-681-16-90

All: FSBSI «FSC of Rice»  
3, Belozerny, Krasnodar,  
350921 Russia  
E-mail: arrri\_kub@mail.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2025-67-2-14-23  
УДК 633.111«324»: 631.52 (470.323)

Маркарова Ж.Р.  
п. Рассвет, Ростовская область, Россия

### ОЦЕНКА СОРТОВ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ростовская область относится к числу шести регионов с высоким индексом погодно-климатического риска, которым необходимы сорта, отвечающие метеорологическим условиям. Учитывая эти требования, отобраны по отдельным или комплексу хозяйственно ценных признаков сорта пшеницы озимой мягкой для использования в селекционных программах и создания усовершенствованных сортов. Сорта, внесенные в реестр госсорткомиссии: Донской маяк, Донщина, Зерноградка 10, 1393/04, Пионерская, Знахидка Одесская, Любава Одесская, Перлина, Кирия, Samanta, ECWD/14 с прибавкой по урожайности в пределах от 0,13-0,23 кг/м<sup>2</sup> над стандартным сортом Дон 95 (0,58 кг/м<sup>2</sup>), с генетической морозостойкостью, с аллелями глинаина 1A3, 1A4, 1B1, 1B7, 1D7, 6A1, 6B1 и 6D1, превышающие показатель 78,8 % стандартного сорта Дон 95, что ниже на 2,1-15,5 абсолютных процентов – Донской маяк, Зарница, Зерноградка 10, 1393/04, Пионерская, Знахидка Одесская, Лузановка Одесская, Донщина, Кирия, Samanta, Bersy, ECWD/14; с генами резистентности Lr и Yr5 – Донской простор, Зерноградка 10, Танаис, Дон 93, Зарница, Лавина, SANZAR, Перлина, Seri, Нота, Веда, Волгоградская 23; Pm-генами резистентности – Танаис, Донской простор, Дон 93, Зарница, 1393/04, Веда, Увертюра, Спектр, Ларс, Светлая, Перлина, Seri, SANZAR; с устойчивостью к полеганию – Нота, Увертюра, Спектр, Эверест, Омская, Кирия, Seri, ECWD/14, Кальян. Представленные в статье сорта были вовлечены в селекционные программы как генетические источники и на их основе созданы сорта, отвечающие требованиям технологий возделывания и сочетающие максимальное проявление ценных признаков и свойств: Аскет, Нива Ставрополя, Ставка, Армада, Паритет, Статус.

**Ключевые слова:** пшеница озимая мягкая, метеорологические условия, морозостойкость, аллели глинаина, урожайность, резистентность.

### ASSESSMENT OF SOFT WINTER WHEAT OF VARIETIES UNDER CONDITIONS OF THE ROSTOV REGION

The Rostov region is one of the six regions with a high index of weather and climatic risk, which requires varieties that meet these meteorological conditions. Taking into account these requirements, soft winter wheat varieties were selected according to individual or complex economically valuable traits for their use in breeding programs and the development of improved varieties. Varieties included in the register of the State Variety Commission: Donskoy Mayak, Donshchyna, Zernogradka 10, 1393/04. Pionerskaya, Znakhidka Odesskaya, Lyubava Odesskaya, Perlina, Kiria, Samanta, ECWD/14 with yield increase ranging from 0.13-0.23 kg/m<sup>2</sup> over the standard Don 95 (0.58 kg/m<sup>2</sup>), with genetic frost resistance, with gliadin alleles 1A3, 1A4, 1B1, 1B7, 1D7, 6A1, 6B1 and 6D1 exceeding 78.8 % of the standard variety Don which is 2.1-15.5 absolute percent lower – Donskoy mayak, Zarnitsa, Zernogradka 10, 1393/04, Pionerskaya, Znakhidka Odessa, Luzanovka Odessa, Don prostor, Kiria, Samanta, Bersy, ECWD/14; with resistance genes Lr and Yr5 – Donskoy prostor, Zernogradka 10, Tanais, Don 93, Veda, Zarnitsa, Nota, Lavina, Volgogradskaya 23, Perlina, Seri, SANZAR; Pm-resistance genes – Tanais, Donskoy prostor, Don 93, Zarnitsa, 1393/04, Veda, Overture, Spectrum, Lars, Svetaya, Perlina, Seri, SANZAR; with lodging resistance – Note, Overture, Spectrum, Everest, Omskay, Kiria, Seri, ECWD/14, Kalyn. The varieties presented in the article were involved in breeding programs as genetic sources and on their base the following varieties that meet the requirements of cultivation technologies and combine the maximum manifestation of valuable traits and properties were developed: Ascet, Niva Stavrapolya, Stavka, Armada, Paritet, Status.

**Key words:** winter soft wheat, meteorological conditions, frost resistance, gliadin alleles, yield, resistance.

#### Введение

Пшеница является ведущей в производстве сельскохозяйственных культур [15, 17]. Это источник питания для 35 % населения земного шара [16]. Пшеница вносит в рацион человека незаменимые аминокислоты, минералы, витамины, полезные фитохимические компоненты [18]. По данным FAOSTAT, Китай производит больше пшеницы, чем любая другая страна, за ним следуют Индия, Россия и США [13].

Росстат уточнил посевные площади под сельхозкультурами. Согласно материалам ведомства, площадь под озимой пшеницей под урожай 2021 года в хозяйствах всех категорий составила 15,6 млн га, под урожай 2022 года - 16,6 млн га против 15,6 млн га годом ранее [3, 8]. Под урожай 2023 г. по данным агроведомства, площадь посевов под озимой пшеницей составила 16,0 млн га [11]. Устойчивое производство зерна пшеницы – обязательный элемент

политической и экономической стабильности, продовольственной независимости [14].

Ростовская область находится в первой десятке регионов общероссийского рейтинга по производству основной сельхозпродукции: занимает 1 место – по производству пшеницы [10]. Ростовскую область учёные включили в число 6 регионов с наивысшим индексом погодно-климатического риска [9]. Масштабное исследование было проведено сотрудниками главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова [12]. В исследованиях учитывали опасные гидрометеорологические явления, наносившие ущерб людям, сельскому хозяйству и другим областям экономики за последние 200 лет [9]. Для анализа использовались данные Росгидромета. В зимний период температура воздуха стремительно идет вниз, поднимается ветер. Наиболее часто фиксировались следующие экстремальные метеорологические явления: сильный ветер – 20 % от общего количества неблагоприятных погодных условий; град – 10 %; гололедица – 5 % [9, 12]. Учитывая такие метеорологические условия, необходимы сорта пшеницы озимой мягкой устойчивые к полеганию, низким отрицательным температурам в сочетании с высокой урожайностью [6]. Основным фактором увеличения валового сбора зерна – повышение урожайности за счет внедрения новых сортов [1]. Для реализации данной задачи, был исследован генофонд сортов, линий и образцов пшеницы озимой мягкой различного эколого-генетического происхождения полученных из разных стран мира в южной зоне Ростовской области ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2005-2009 гг. и в условиях приазовской зоны Ростовской области ФГБНУ ФРАНЦ в 2020-2023 гг.

#### **Цель исследований**

Определить изменчивость и стабильность важных хозяйственно ценных признаков у сортов пшеницы озимой мягкой в различных почвенно-климатических условиях Ростовской области и сохранность признаков через 15 лет.

#### **Материалы и методы**

Исследования коллекционного материала, который состоял из 450 сортов, линий и образцов, присланных из разных стран мира, проводили в южной зоне Ростовской области ФГБНУ «АНЦ «Донской» в период с 2005-2009 гг., в 2020-2023 гг., актуализированы в почвенно-климатических условиях приазовской зоны Ростовской области на полях ФГБНУ ФРАНЦ, для определения изменчивости или константности признаков и свойств. Метеорологические показатели ГУП ОПХ «Зерноградское» с МК «Рассвет» ФГБНУ ФРАНЦ имеют не глобальные различия, что даёт возможность применять общепринятые методики, постановку и проведение опытов Н.П. Константинова, 1952; А.Г. Вольфа, 1966; Б.А. Доспехова, 1973, В.Я. Юрьева и др., 1950. Предшественник – кукуруза

на силос. Минеральные удобрения под пшеницу озимую мягкую вносили в дозе  $N_{35} P_{60}$ . За ротацию в севооборотах использовали 205 кг д.в. удобрений ( $N_{105} P_{100}$ ). Посев проводили сеялкой ССФК-7 обычным рядовым способом с междурядьем 15 см. Размещение делянок систематическое, с учетной площадью делянок 5 м<sup>2</sup>, в двукратном повторении, при норме высева 5 млн всхожих семян на 1 га. В качестве стандарта использовали районированный сорт озимой пшеницы Дон 95. Уборка выполнялась малогабаритным комбайном Неге-125. Оценку зимостойкости выполняли по данным осеннего и весеннего состояния посевов по пятибалльной шкале, а также на деревянных стеллажах по методу Лукьяненко, 1990; устойчивость к болезням проводилась в соответствии с «Методикой государственного испытания сельскохозяйственных культур» (1989 г.) [7]. Степень поражения сортов озимой пшеницы бурой ржавчиной оценивали по методике Э. Э. Гешеле (1971 г.) по шкале Р.Ф. Петерсона с соавторами (1948), мучнистой росой – по методике С. И. Региной-Тройниной, И. Г. Одинцовой (1974 г.) по шкале Мэйна и Сальмона. Устойчивость к полеганию в поле – глазомерно по пятибалльной шкале в фазы: колошения и восковой спелости зерна, а также после каждого массового полегания. Анализ аллельного состава глиадинов по стандартной методике на крахмальном геле [4]. SDS-седиментация проводилась согласно научно-практическим рекомендациям, разработанным в «АНЦ «Донской» [4]. Обработку экспериментальных данных – по методике Б.А. Доспехова [2].

#### **Результаты и обсуждение**

Исследования, проведенные в 2005-2009 годах в ГУП ОПХ «Зерноградское» Зерноградского района Ростовской области, расположенного в южной зоне, подтверждены и описаны ранее. В период с 2020-2023 года возобновлены научно-исследовательские работы для уточнения изменчивости или стабильности признаков изучаемых сортов в условиях приазовской зоны Ростовской области по метеорологическим данным МК «Рассвет» ФГБНУ ФРАНЦ. Условия вегетации пшеницы озимой мягкой по периодам роста и развития растений в годы исследований представлены в таблице 1.

Вегетационный период пшеницы озимой мягкой в среднем за сельскохозяйственные года 2005-2009 гг. (далее 1-й период) отличался высокой влагообеспеченностью в осенний период развития растений после посева. Период сентябрь-ноябрь характеризовался среднесуточной температурой воздуха 11,5 °С при 142,5 мм осадков (уход в зиму). В 2020-2023 гг. (далее 2-й период) среднесуточная температура, сумма температур и относительная влажность воздуха были почти равнозначны, а количество осадков в два раза сократилось (табл. 1).

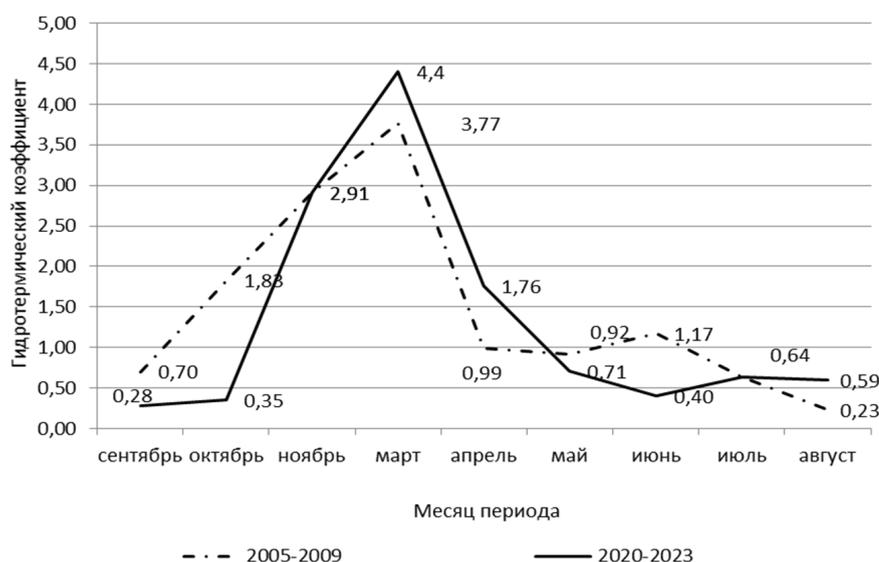
**Таблица 1. Сравнительная характеристика метеорологических условий периода вегетации пшеницы озимой мягкой за 2005-2009 и 2020-2023 гг.**

Период исследований, г.	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма температур воздуха, °С	Сумма атмосферных осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %	ГТК
сентябрь-ноябрь (посев-кущение)					
2005-2009	11,5	1045,2	142,5	74,8	1,36
2020-2023	11,1	1007,6	65,4	74,0	0,65
март-август (возобновление весенней вегетации-уборка)					
2005-2009	17,4	3200,2	285,0	63,0	0,89
2020-2023	16,8	3106,7	267,3	69,0	0,87
сельскохозяйственный год (при положительной температуре воздуха)					
2005-2009	4,3	4245,4	427,5	66,9	1,01
2020-2023	5,1	4114,3	332,7	70,6	0,81

Гидротермический коэффициент (ГТК) показал достаточный уровень тепловлагообеспеченности в первый период (1,36) и недостаточный - во второй (0,65). Рисунок 1 отражает, что в период выхода растений в трубку и колошения, которые считаются у этой культуры критическим по отношению к влаге, ГТК составил 0,92 и 0,71.

От возобновления весенней вегетации до уборки среднесуточная температура воздуха почти

не отличалась по месяцам, в то время как сумма осадков различалась на 24 % в пользу первого периода. В межфазный период от созревания до полной спелости зерна, который характеризовался во второй период как острозасушливый, количество осадков составило всего 26 мм, однако на урожайность пшеницы озимой эти условия уже не оказали негативного влияния (рис. 1).

**Рисунок 1. Изменение величины гидротермического коэффициента за 2005-2009 и 2020-2023 гг.**

В целом за сельскохозяйственный год сумма среднесуточных температур составила примерно равные значения (4245 и 4114 °С), сумма осадков снизилась с 427 до 332 мм, при большей относительной влажности воздуха во второй период (70 %

против 67 %). ГТК при этом составил в первый период 1,01, во второй – 0,81, что обусловлено засушливостью в начальный период вегетации растений пшеницы озимой мягкой.

Зима 2022-2023 годов не принесла такого количества осадков в виде снега, как предыдущая, это значит, что не произошло накопления необходимой для растений влаги. Большая часть зимы прошла с положительными температурами до +9,7 °С, а затем резкое снижение температуры до -11,3 °С, что

вызвало сильный стресс у растений озимой мягкой пшеницы. Такие амплитуды не благоприятствуют хорошей перезимовке озимых культур. Представленные в таблице 2 сорта хорошо перенесли перепады температуры и были устойчивы к низким отрицательным температурам в период 2020-2023 гг.

**Таблица 2. Устойчивость сортов к низким отрицательным температурам в период 2005-2009 и 2020-2023 гг., стеллажи, %**

Сорта	2005-2009 гг.	2020-2023 гг.
Дон 95, стандарт	85,0	78,8
Донской маяк	93,4	92,9
Зарница	93,2	92,7
Зерноградка10	91,6	93,6
1393/04	92,7	94,3
Пионерская	83,2	93,4
Знахидка Одесская	81,2	90,4
Лузановка Одесская	82,3	88,9
Донщина	80,3	88,7
Кирия	73,8	87,1
Samanta	71,0	81,0
Bersy	70,6	80,9
ECWD/14	69,7	81,2
HCP <sub>05</sub>	7,6	0,5

Сорта, устойчивые к стресс-факторам: Донской маяк – 92,9 %, Зарница – 92,7 %, Зерноградка10 – 93,6 %, 1393/04 – 94,3 %, Пионерская – 93,4 %, Знахидка Одесская – 90,4 %, Лузановка Одесская – 88,9 %, Донщина – 88,7 %, Кирия – 87,1 %, Samanta – 81,0 %, Bersy – 80,9 %, ECWD/14 – 81,2 %. Для сравнения, показаны результаты перезимовки стандартного сорта Дон 95, которые составляют 78,8 %,

что ниже на 2,1- 5,5 абсолютных процентов.

Запись электрофореграмм осуществляли с использованием генетического принципа записи аллелей (блоков) компонентов глиадинов, по которым определены данные сорта с аллельным составом глиадинов 1A3, 1A4, 1B1, 1B7, 1D7, 6A1, 6B1 и 6D1 [5], что показано в таблице 3.

**Таблица 3. Аллельный состав глиадинов у сортов озимой мягкой пшеницы, 2005-2009 гг. и 2020-2023 гг.**

Сорта	SDS седиментация	Глиадины						Оценка
		1A	1B	1D	6A	6B	6D	
Дон 95, стандарт	58	3	1	1	1	2	1	X
Донской маяк	60	3+4	1	2	1	2	1	X
Зарница	56	4	1	4	3	1	1	X+
Зерноградка 10	54	5	1	7	3	1	1	X+
1393/04	60	4	1+4	1	1	1	1	X
Пионерская	51	3+4	1	1	1	2	1	X
Знахидка Одесская	59	4	1	4	3	2	2	O

Продолжение таблицы 3

Лузановка Одесская	52	4	2	5	3	2	2	X-
Донщина	56	3	1	7	1	1	1	X+
Кирия	54	4	1	7+4	3	2	2	O
Samanta	51	12	4+1	1	1	1	1	X
Bersy	47	10	7+1	1	3	1	2	X
ECWD/14	48	3	7	7	1	2	1	X

По показателям SDS седиментации к первой группе качества относятся сорта: Донской маяк, Зарница, зерноградка 10, 1393/04, Пионерская, Лузановка Одесская, Донщина, Samanta, Bersy, ECWD/14 и ко второй группе качества ECWD/14. Сорта Кирия и Знахидка Одесская имеют отличную оценку, все остальные сорта и образцы - хорошую оценку [7].

В таблице 4 представлены сорта с высокими показателями урожайности, адаптированные к условиям Ростовской области, и могут использоваться, как генетический материал при создании новых, бо-

лее усовершенствованных сортов. Такие экотипы сохранили свои генетические свойства и превысили стандартный сорт Дон 95 урожайностью, которого составляет в годы изучения 2005-2009 – 0,58 кг/м<sup>2</sup> на 0,22 кг/м<sup>2</sup> – Донской маяк, 0,21 кг/м<sup>2</sup> – Донщина, 0,16 кг/м<sup>2</sup> – зерноградка 10, 0,22 кг/м<sup>2</sup> – 1393/04, 0,12 кг/м<sup>2</sup> – Пионерская, 0,20 кг/м<sup>2</sup> – Знахидка Одесская, 0,19 кг/м<sup>2</sup> – Любава Одесская, 0,16 кг/м<sup>2</sup> – Перлина, 0,12 кг/м<sup>2</sup> – Кирия, 0,15 кг/м<sup>2</sup> – Samanta, 0,11 кг/м<sup>2</sup> – ECWD/14.

**Таблица 4. Урожайность лучших сортов пшеницы озимой мягкой в сравнении за 2005-2009 и 2020-2023 гг. изучения, кг/м<sup>2</sup>**

Сорта	2005-2009	± к стандартному сорту Дон 95	2020-2023	± к стандартному сорту Дон 95
Дон 95, стандарт	0,58		0,57	
Донской маяк	0,80	0,22	0,81	0,23
Донщина	0,79	0,21	0,80	0,22
Зерноградка 10	0,75	0,16	0,76	0,18
Пионерская	0,70	0,12	0,71	0,13
Знахидка Одесская	0,78	0,20	0,79	0,22
Перлина	0,74	0,16	0,75	0,17
Кирия	0,70	0,12	0,74	0,16
Samanta	0,73	0,15	0,76	0,18
ECWD/14	0,70	0,11	0,73	0,15
НСР <sub>05</sub>	0,1		0,1	

В годы изучения 2020–2023 превысили по урожайности стандартный сорт Дон 95 со стабильным показателем урожайности – 0,57 кг/м<sup>2</sup> на 0,23 кг/м<sup>2</sup> – Донской маяк, 0,22 кг/м<sup>2</sup> – Донщина, 0,18 кг/м<sup>2</sup> – зерноградка 10, 0,13 кг/м<sup>2</sup> – Пионерская, 0,22 кг/м<sup>2</sup> – Знахидка Одесская, 0,17 кг/м<sup>2</sup> – Перлина, 0,16 кг/м<sup>2</sup> – Кирия, 0,18 кг/м<sup>2</sup> – Samanta, 0,15 кг/м<sup>2</sup> – ECWD/14. Эти сорта характеризуются стабильностью генетических особенностей поэтому, спустя многие годы сохранили свои высокие показатели по урожайности.

Электрофорез используется как метод определения гена устойчивости пшеницы к болезням для изучения компонентного состава глатина. Аллельный состав глатинов подтвердил наличие генов Lr, обеспечивающих устойчивость представленных в статье сортов пшеницы озимой мягкой. В 2005–2009 гг. выделены сорта, устойчивые к вредоносным болезням. В таблице 5 представлены данные за 2020–2023 гг. исследований, подтверждающие наличие генов устойчивости [4]. Так же устойчивость подтверждается и данными искусственной инфекцион-

ной нагрузки. Проявили себя, как устойчивые к бурой ржавчине за 2020–2023 гг. сорта Танаис – 1 %, Зерноградка10 – 1 %, Донской простор – 1 %, Дон 93 – 5 %, Зарница – 5 %, Нота – 5 %, Веда – 2 %, Лавина – 0 %, Волгоградская 23 – 0 %, Перлина – 5 %, Seri – 5 %, SANZAR – 5 %, стандартный сорт Дон 95 составляет 30 % повреждения данным патогеном. Полевая оценка у сортов Танаис – 0 % поражения возбудителем бурой ржавчины в поле и у остальных представленных сортов соответственно: Зерноградка 10 – 0 %, Донской простор – 1 %, Дон 93 5 %, Зарница – 5 %, Нота – 5 %,

Веда – 1 %, Лавина – 0 %, Волгоградская 23 – 0 %, Перлина – 5 %, Seri – 5, SANZAR – 0 %, при том, что стандартный сорт Дон 95 составляет 20 % повреждения данным патогеном.

Как известно, у пшеницы идентифицировано 70 генов устойчивости к жёлтой ржавчине. Один из таких генов – Yr5, проявляет устойчивость к большинству изолятов *P. striiformis* f. *Tritici*. В таблице 5 представлены сорта, которые имеют гены устойчивости, выявленные по результатам электрофореза проламиновых белков зерна [4].

**Таблица 5. Устойчивость к бурой и желтой ржавчине в сравнении с результатами за 2005-2009 гг. и 2020-2023 гг. (полевая оценка и инфекционный фон), %**

Сорта	Бурая ржавчина, %				Желтая ржавчина, %			
	полевая оценка, %		инфекционный фон, %		полевая оценка, %		инфекционный фон, %	
	2005-2009	2020-2023	2005-2009	2020-2023	2005-2009	2020-2023	2005-2009	2020-2023
Танаис	5	0	5	1	сл.	0	сл	0
Зерноградка10	5	0	5	1	5	0	5	0
Донской простор	5	1	10	1	0	0	сл	0
Дон 93	15	5	10	5	0	0	0	0
Зарница	5	5	15	5	сл.	0	сл	0
Нота	10	5	10	5	сл.	0	сл	0
Веда	10	1	15	2	сл.	0	сл	0
Лавина	1	0	сл.	0	0	0	0	0
Волгоградская 23	5	0	сл.	0	0	0	0	0
Перлина	5	5	10	5	сл.	0	сл	1
Seri	10	5	10	5	0	0	0	1
SANZAR	сл.	0	5	5	сл.	0	сл	0
Дон 95, стандарт	40	20	40	30	5	5	5	5

Примечание: сл. – следы повреждения бурой ржавчиной

По результатам искусственной инфекционной нагрузки отмечено, что представленные данные за 2005-2009 гг. подтверждаются исследованиями в 2020-2023 гг. и составляют процент поражения: Донской простор – 0 % поражения, Зерноградка 10 – 0 %, Танаис – 0 %, Дон 93 – 0 %, Зарница – 0 %, Лавина – 0 %, SANZAR – 0 %, Перлина – 1 %, Seri – 1 %, Нота – 0 %, Веда – 0 %, Волгоградская

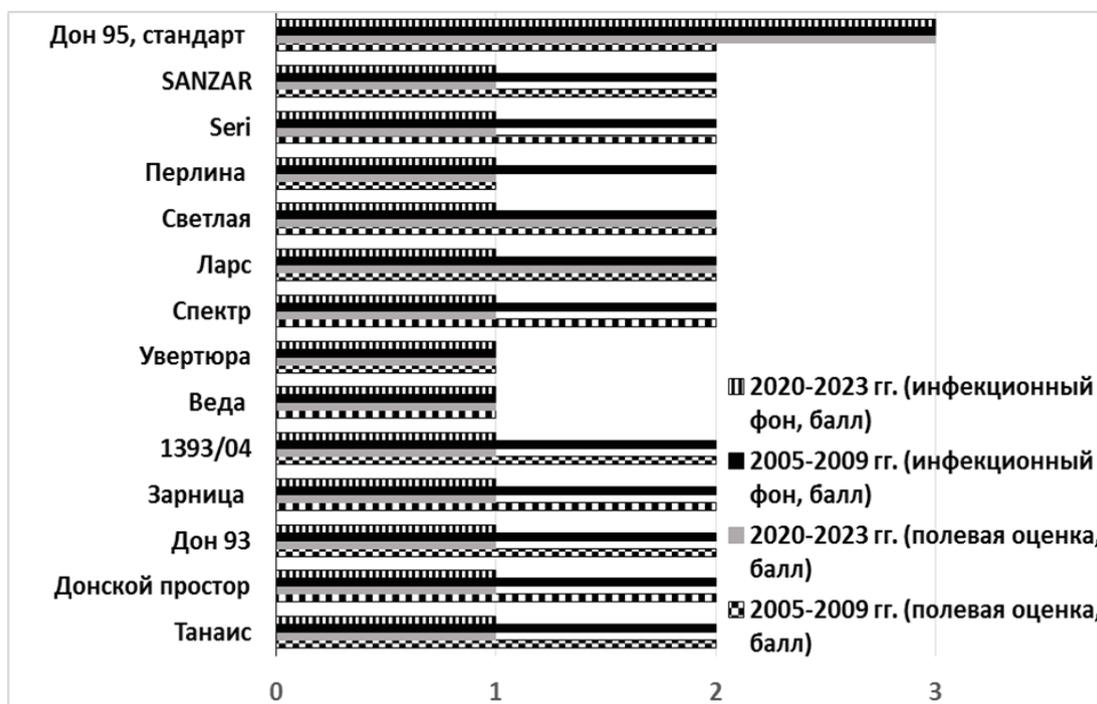
23 – 0 %, учитывая показатель 5 % поражения у стандартного сорта Дон 95. В поле проводилась оценка и отмечены данные у сорта Донской простор – 0 %, Зерноградка 10 – 0 %, Танаис – 0 %, Дон 93 – 0 %, Зарница – 0 %, Лавина – 0 %, SANZAR – 0 %, Перлина – 0 %, Seri – 0 %, Нота – 0 %, Веда – 0 %, Волгоградская 23 – 0 %, показатель стандартного сорта Дон 95 – 5 % поражения.

Рекомендуется использовать представленные сорта как источники хозяйственно ценных признаков в селекционных программах.

Определено наличие Rm-гена резистентности у сортов пшеницы озимой мягкой и в 2020-2023 годы исследований подтверждающие данные рисунка 2 по устойчивости с показателями на инфекционном фоне: Танаис – 1 балл поражения, Донской простор – 1 Дон 93 – 1, Зарница – 1, 1393/04 – 1, Веда

– 1, Увертюра – 1, Спектр – 1, Ларс – 1, Светлая – 1, Перлина – 1, Seri – 1, SANZAR – 1, учитывая, что поражение данным патогеном стандартного сорта Дон 95 составляет 3 балла (рис. 3).

Полевая оценка: Танаис – 1, Донской простор – 1, Дон 93 – 1, Зарница – 1, 1393/04 – 1, Веда – 1, Увертюра – 0, Спектр – 1, Ларс – 2, Светлая – 2, Перлина – 1, Seri – 1, SANZAR – 1, поражение стандартного сорта Дон 95 также 3 балла.



**Рисунок 2. Сорта пшеницы озимой мягкой с устойчивостью к поражению мучнистой росой за 2005-2009 и 2020-2023 гг., (полевая оценка и инфекционный фон), балл**

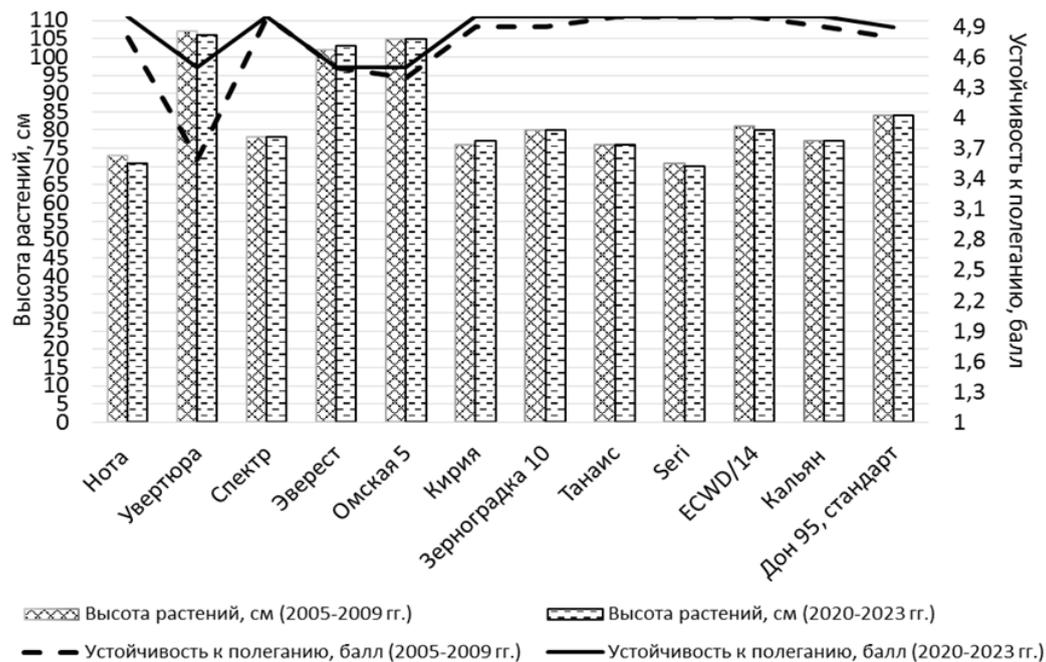
Представленные сорта проявили устойчивость к биотрофному грибному патогену и являются источниками по отдельным хозяйственно ценным признакам, могут использоваться в скрещиваниях, как доноры по данному показателю и в посевах сельскохозяйственного производства.

Выделенные источники по изученным болезням широко используются в качестве исходных форм в селекционных учреждениях юга России, подтверждены созданием сортов: Нива Ставрополя (Гарант × Донской простор), Армада (Муллат × Танаис), Паритет (Танаис × Уля), Статус (Зерноградка 10 × Подарок Дону) × Тристан, которые внесены в Госреестр селекционных достижений.

В 2005-2006 гг. выделились сорта, представленные на рисунке 3, с генетической устойчивостью к полеганию. Этот показатель сохранился и подтвержден в годы исследований с 2020 по 2023 гг.: сорт Нота при высоте растения 71 см проявил устойчивость к полеганию 5,0 баллов, сорт Увертюра – 106 см и со-

ответственно устойчивость к полеганию 4,5 баллов, сорт Спектр – 78 см и 5,0 баллов, сорт Эверест – 103 см и 4,5 баллов, сорт Омская 5 – 105 см и 4,5 баллов, сорт Кирия – 77 см и 5,0 баллов, сорт Зерноградка 10 – 80 см и 5,0 баллов, Танаис – 76 см и 5,0 баллов, Seri – 70 см и 5,0 баллов, ECWD/14 – 80 см и 5 баллов, Кальян – 77 см и 5,0 баллов. У сорта стандарта при высоте растения 84 см отмечена устойчивость к полеганию 4,9 баллов.

Исследуемые сорта обладают высокой устойчивостью к полеганию за счет морфо-биологической особенности: высота представленных сортов в среднем за годы исследований составляет от 73 до 81 см. Такие растения по градации относятся к полукарликам, они устойчивы к полеганию. Также представлены среднерослые сорта, которые все же склонны к полеганию во влажные годы, высота таких растений в среднем от 105 до 107 см. Устойчивость к полеганию сортов с данной высотой в среднем за годы изучения составляет от 3,6 до 4,5 балла.



**Рисунок 3. Высота растений сортов озимой мягкой пшеницы (см) и результаты оценки их устойчивости к полеганию (балл) за 2005-2009 и 2020-2023 гг.**

### Выводы

На основе результатов проведенных исследований установлено, что наблюдается стабильность в высоких показателях сортов, через 15 лет показатели ценных признаков стабильны, учитывая смену почвенно-климатических условий, что даёт возможность использовать сорта, как генетический материал в селекционных программах при создании новых усовершенствованных сортов:

- сорта с высокой урожайностью: Донской маяк, Донщина, Зерноградка 10, Пионерская, Знахидка Одесская, Перлина, Кирия, Samanta, ECWD/14;

- сорта с генетической устойчивостью к низким отрицательным температурам: Донской маяк, Зарница, Зерноградка 10, 1393/04, Пионерская, Знахидка Одесская, Лузановка Одесская, Донщина, Кирия, Samanta, Bersy, ECWD/14;

- сорта с генами резистентности Lr и Yr5:

Донской простор, Зерноградка 10, Танаис, Дон 93, Зарница, Лавина, SANZAR, Перлина, Seri, Нота, Веда, Волгоградская 23;

- сорта с Rm-генами резистентности: Танаис, Донской простор, Дон 93, Зарница, 1393/04, Веда, Увертюра, Спектр, Ларс, Светлая, Перлина, Seri, SANZAR;

- сорта с с генетической устойчивостью к полеганию: Нота, Увертюра, Спектр, Эверест, Омская, Кирия, Зерноградка 10, Танаис, Seri, ECWD/14, Кальян.

На основе представленных в статье сортов, которые были привлечены в скрещивания как родительские формы, созданы новые сорта, высоко адаптивные к различным почвенно-климатическим условиям юга России: Аскет, Изюминка, Нива Ставрополя, Ставка, Армада, Паритет, Статус, внесенные в Государственный реестр селекционных достижений.

### Литература

1. Алтухов, А.А. Хозяйственно-биологическая оценка устойчивых к листовым фитозаболеваниям сортов озимой пшеницы различного эколого-генетического происхождения на выщелоченных черноземах: дис.... канд. с.-х. наук. 06.01.09. – Ставрополь, 2004. – 225 с.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 5-е изд. – 351 с.
3. Зерно. Рынок зерновых и муки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://zerno.ru/node/15820...> (Дата обращения: 10.03. 2025).
4. Копусь, М.М. Эталонные электрофореграммы проламинов зерна в сортовой идентификации лабораторными методами / М. М. Копусь, А. П. Самофалов, А. Р. Маркарова, Н.Г. Игнатъева, А.В. Крохмаль, М.А. Фоменко, В.П. Нецветаев // Зерновое хозяйство России. – Зерноград: Аграрный научный центр «Донской», 2009. – № 2. – С. 21-27. – ID: 15192192 EDN: MULSOT.

5. Маркарова, А.Р. Связь морозостойкости с урожайностью и качеством зерна озимой мягкой пшеницы / А.Р. Маркарова // *Зерновое хозяйство России*. – Зерноград: Аграрный научный центр «Донской» (Зерноград), 2011. – № 4. – С. 53-57. – ID: 17050361 EDN: OJCYHD.
6. Маркарова, Ж. Р. Селекция на важнейшие хозяйственно-ценные признаки и свойства мягкой озимой пшеницы / Ж. Р. Маркарова, Р. А. Гуленок, Л. А. Черногор // *Рисоводство*. – 2023. – № 2(59). – С. 31-38. – DOI 10.33775/1684-2464-2023-59-2-31-38. – ID: 54254373EDN: VKMVDD DOI: 10.33775/1684-2464-2023-59-2-31-38.
7. Маркарова, Ж. Р. Морозостойкость и урожайность сортов и образцов озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области / Ж. Р. Маркарова // *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. – Новочеркасск: Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации (Новочеркасск), 2015. – № 2 (18). – С. 137-145. ID: 23775059 EDN: UAHABL.
8. Росстат: посевные площади под урожай 2022 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://поле.рф/journal/publication/919...> (Дата обращения: 10.03. 2025).
9. Ростовская область – регион с высоким индексом погодно-климатического риска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://dzen.ru/a/XkPcwYsg4HISBy9k...> (Дата обращения: 10.03. 2025).
10. Ростовская область в десятке лучших регионов по производству сельхозпродуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://priazove.ru/rostovskaya-oblast-v-desyatke-luchshih-regionov-po-proizvodstvu-selhoz-produktov/...> (Дата обращения: 10.03. 2025).
11. Семена полевых культур [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://agrobook.ru/news/87361/posevnaaya-ploshchad-pod-ozimoy-pshenicey-v-rf-sokratilas...> (Дата обращения: 10.03. 2025).
12. Стала ли зима в Ростове теплее [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.rostov.kr.ru/daily/21712091/4331670/...> (Дата обращения: 10.03. 2025).
13. Топ – 10 стран производителей пшеницы в мире (статистика) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://dzen.ru/a/YAC428rSIE1uWszo...> (Дата обращения: 10.03. 2025).
14. Шестаков, В. Ф. Рынок зерна и его роль в обеспечении продовольственной безопасности России / В.Ф. Шестаков // *Экономика и социум*. – Саратов: Издательский центр «Сириус», 2012. – №5 (5). – С. 939-944. ID: 26196618 EDN: WBGTYH.
15. Фоксфорд. Растениеводство мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [https://foxford.ru/wiki/geografiya/pastenievodstvo?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F...](https://foxford.ru/wiki/geografiya/pastenievodstvo?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F...) (Дата обращения: 10.03. 2025)
16. Kurt, Polat P. O. Stability Performance of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L) Lines / P. O. Kurt Polat, E. A. Cifci, K. Yagdi // *Journal of Agricultural Science and Technology*. – Iran: Publishing house « Civilica», 2016. – V. 18 (2). – P. 553-560. ID: 54654532.
17. Shewry, P. R. Wheat / *Journal of Experimental Botany*. – Great Britain: Lancaster University, 2009. –V. 60. – I. 6. – P. 1537-1553. – dx.doi.org/10.1093/jxb/erp058.
18. Smetanska, I. The influence of yeast extract and jasmonic acid on phenolic acids content of in vitro hairy root cultures of *Orthosiphon aristatus* / I. Smetanska, O. Tonkha, T. Patyka, D. Hunaefi, D. Mamdouh, M. Patyka, A. Bukin, M. Mushtruk, N. Slobodyanyuk, A. Omelian // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. – Slovakia: HACCP Consulting, 2021. – V. 15. –№ 1. – P. 1-8. – DOI: 10.5219/1508.

### References

1. Altukhov, A.A. Economic and biological assessment of winter wheat varieties of various ecological and genetic origin, resistant to leafy phytobases on leached chernozems: Ph.D. Thesis 06.01.09. – Stavropol. – 2004. – 225 p.
2. Dospelkov, B.A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results) / B.A. Dospelkov. – Moscow: Agropromizdat, 1985. – 5-th publ. – 351 p.
3. Grain. Grain and flour market [Electronic resource]. – Access mode: URL: <https://zerno.ru/node/15820...> (Date of access: 10.03. 2025).
4. Kopus, M.M. Standards of electrophorograms of grain prolamines in varietal identification by laboratory methods / M. M. Kopus, A. P. Samofalov, A. R. Markarova, N.G. Ignatieva, A.V. Krokhal, M.A. Fomenko, V.P. Netsvetaev // *Grain industry of Russia*. – Zernograd: Agricultural Research Center «Donskoy», 2009. – № 2. – P. 21-27. – ID: 15192192 EDN: MULSOT.
5. Markarova, A.R. The relationship of frost resistance with the yield and grain quality of winter soft wheat // *Grain industry of Russia*. – Zernograd: Agricultural Research Center «Donskoy», 2011. – № 4. –P. 53-57. – ID: 17050361 EDN: OJCYHD.
6. Makarova, Zh. R. Breeding for the most important economically valuable traits and properties of soft winter wheat / Zh. R. Makarova, R. A. Gulenok, L. A. Chernogor // *Rice growing*. –2023. – № 2(59). – P. 31-38. –

ID: 54254373 EDN: VKMVDD DOI: 10.33775/1684-2464-2023-59-2-31-38.

7. Makarova, Zh. R. Frost resistance and yield of winter soft wheat varieties and samples in the Rostov region / Zh. R. Markarova // Scientific Journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. – Novocherkassk: Russian Research Institute of Land Reclamation Problems (Novocherkassk), 2015. – № 2 (18). – P. 137-145. – ID: 23775059 EDN: UAHABL.

8. Rosstat: sown areas for the 2022 yield [Electronic resource]. – Access mode: URL: <https://поле.рф/journal/publication/919...> (Date of access: 10.03. 2025).

9. Rostov region is a region with a high index of weather and climate risk [Electronic resource]. – Access mode: URL: <https://dzen.ru/a/XkPcwySg4HISBy9k...> (Date of application: 10.03. 2025).

10. The Rostov region is among the top ten regions for the production of agricultural products [Electronic resource]. – Access mode: <https://priazove.ru/rostovskaya-oblast-v-desyatke-luchshih-regionov-po-proizvodstvu-selhozproduktov/...> (Date of application: 10.03. 2025).

11. Seeds of field crops [Electronic resource]. – Access mode: URL: <https://agrobook.ru/news/87361/posevnaya-ploshchad-pod-ozimoy-pshenicey-v-rf-sokratilas...> (Date of access: 10.03. 2025).

12. Has winter become warmer in Rostov [Electronic resource]. – Access mode: URL: <https://www.rostov.kp.ru/daily/21712091/4331670...> (Date of access: 10.03. 2025).

13. Top – 10 wheat producing countries in the world (statistics) [Electronic resource]. – Access mode: URL: <https://dzen.ru/a/YAC428rSIE1uWszo...> (Date of access: 10.03. 2025).

14. Shestakov, V. F. Grain market and its role in ensuring food security in Russia // Economics and society. – Saratov: Publishing Center «Sirius», 2012. – №5 (5). – P. 939-944. ID: 26196618 EDN: WBGTYH.

15. Foxford. Crop production of the world [Electronic resource]. – Access mode: URL: [https://foxford.ru/wiki/geografiya/pastenievodstvo?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F...](https://foxford.ru/wiki/geografiya/pastenievodstvo?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F...) (Date of access: 10.03. 2025).

16. Kurt, Polat P. O. Stability Performance of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L) Lines / P. O. Kurt Polat, E. A. Cifci, K. Yagdi // Journal of Agricultural Science and Technology. – Iran: Publishing house « Civilica», 2016. – V. 18 (2). – P. 553-560. ID: 54654532.

17. Shewry, P. R. Wheat / Journal of Experimental Botany. – Great Britain: Lancaster University, 2009. –V. 60. – I. 6. – P. 1537-1553. dx.doi.org/10.1093/jxb/erp058.

18. Smetanska, I. The influence of yeast extract and jasmonic acid on phenolic acids content of in vitro hairy root cultures of *Orthosiphon aristatus* / I. Smetanska, O. Tonkha, T. Patyka, D. Hunaefi, D. Mamdouh, M. Patyka, A. Bukin, M. Mushtruk, N. Slobodyanyuk, A. Omelian // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. – Slovakia: HACCP Consulting, 2021. – V. 15. –№ 1. – P. 1-8. DOI: 10.5219/1508.

**Жасмина Рональдовна Маркарова**

Старший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики сельскохозяйственных культур  
E-mail: Markarova81.81@mail.ru

**Zhasmina Ronaldovna Makarova**

Senior researcher of laboratory of breeding and genetics of agricultural crops  
E-mail: Markarova81.81@mail.ru

Все: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный государственный аграрный научный центр»  
346735 Россия, Ростовская область,  
Рассвет поселок, Институтская улица, 1

All: Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal State Agrarian Scientific Center",  
1, Institutskaya str., Rassvet settlement, Rostov region, 346735 Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2025-67-2-24-34  
УДК 631.81: 635.075

Ковалева Е.В.,  
Лазько В.Э., канд. с.-х. наук  
г. Краснодар, Россия

### ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ НОРМ УДОБРЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ СЕМЯН ТЫКВЫ МУСКАТНЫХ СОРТОВ

Применение минеральных удобрений - один из важных элементов агротехники для повышения семенной продуктивности растений тыквы. Полученные результаты опытов показывают, что при отсутствии осадков и высоких температурах в период вегетации тыквы применение разных норм удобрений по-разному влияли на реализацию биологического потенциала растений. У сорта Фундушок применение удобрений сдерживало развитие ассимиляционного аппарата, отрастание сырой биомассы и рост стеблей. У сорта Ромашечка при норме внесения удобрений 300 кг/га сформировалась максимальная площадь листьев в 2,1 раза больше, чем без внесения удобрений. В этом же варианте сырая биомасса превышала остальные варианты более чем в два раза. Существенной разницы по количеству семян в одном плоде не отмечено. Максимальное количество семян было получено при норме внесения удобрений 300 кг/га. При увеличении нормы внесения элементов минерального питания количество и масса семян в одном плоде заметно снижается. Максимальный урожай семян с обоих сортов собран на фоне внесения удобрений 300 кг/га; у сорта Фундушок в 3,9 раза больше (на 65 кг/га) и у сорта Ромашечка в 1,6 раза больше, чем с участков без применения удобрений. Максимальный урожай плодов сорта Фундушок собрали с растений на фоне внесения 300 кг/га, у сорта Ромашечка - при норме внесения 600 кг/га. При других нормах удобрений прибавка в урожае была незначительной. Влияние фактора внесения элементов минерального питания в почву для всех показателей было основным и составило 46,9 % и более. Применение повышенных норм удобрений из-за погодных условий не оказало существенного влияния на показатели семенной продуктивности и урожайности семян.

**Ключевые слова:** тыква, сорт, минеральные удобрения, урожайность, семена.

### FEATURES OF THE INFLUENCE OF FERTILIZER RATES ON THE YIELD FORMATION OF MUSCAT PUMPKIN SEEDS

The use of mineral fertilizers is one of the important elements of agricultural technology for increasing the seed productivity of pumpkin plants. The experimental results show that in the absence of precipitation and at high temperatures during the growing season of pumpkin, the use of different rates of fertilizers had different effects on the implementation of the biological potential of plants. In the variety Funduchok, the use of fertilizers inhibited the development of the assimilation apparatus, the regrowth of raw biomass and the growth of stems. In the variety Romashechka, with a fertilizer application rate of 300 kg/ha, the maximum leaf area was formed, which was 2.1 times bigger than without fertilizer application. In this variant, the raw biomass exceeded the other variants by more than two times. There is no significant difference in the number of seeds in one fruit between varieties. The maximum number of seeds was obtained with a fertilizer application rate of 300 kg/ha. With an increase in the application rate of mineral nutrients, the number and weight of seeds in one fruit decreases significantly. The maximum seed yield from both varieties was collected with fertilizer application of 300 kg/ha; Funduchok had seed yield 3.9 times more (by 65 kg/ha) and Romashechka - 1.6 times more than in plots without fertilizer application. The maximum yield of fruits of variety Funduchok was collected from plants with the application rate of 300 kg/ha, and of Romashechka - with the application rate of 600 kg/ha. With other fertilizer rates, the increase in yield was insignificant. The effect of the factor of introducing mineral nutrition elements into the soil was the main one for all indicators and amounted to 46.9 % or more. The use of increased fertilizer rates due to weather conditions did not have a significant effect on the indicators of seed productivity and seed yield.

**Key words:** pumpkin, variety, mineral fertilizers, yield, seeds.

#### Введение

Для повышения семенной продуктивности растений тыквы необходима максимально полная мобилизация их потенциальных возможностей в процессе формирования урожая [1]. Минеральное питание – один из важных и регулируемых факторов решения этой задачи. Для повышения продуктивности

агроценоза необходимо менять агрохимические характеристики почвы в сторону оптимума. При определении уровня рационального применения удобрений необходимо учитывать потребность культуры и возможности почвы. Требуется создать оптимальные условия питания растений и направить ход формирования урожая семян на получение максималь-

ного количества с высокими показателями посевных качеств [6, 24]. Хотя урожай семян определен генетическими особенностями растений тыквы, но внешние факторы – почвенные, агротехнические, погодные и другие – могут оказывать влияние на этот признак [21, 22, 25]. Чтобы выявить наилучшие условия формирования урожая семян тыквы, необходимо в каждом случае учитывать, как проходит этот процесс [20, 23].

У тыквы высокий темп нарастания вегетативной массы, в результате чего потребность в элементах минерального питания повышена. На образование 1 тонны урожая плодов в среднем потребляется 1,6 кг азота, 2,6 кг фосфора и 2,6 кг калия. На черноземных почвах средняя норма внесения минеральных удобрений  $N_{90-120} P_{100-140} K_{50-70}$  по действующему веществу [20]. Нормы минеральных удобрений устанавливаются в зависимости от планируемого урожая и от содержания элементов минерального питания в почве [17]. Биологический потенциал тыквы мускатной сортов Фундучок и Ромашечка при благоприятных погодных условиях без полива составляет от 30 т/га и выше [7, 4, 5]. Для того, чтобы получить такой урожай только азота необходимо растению получить из почвы не менее 48 кг/га.

Следствием недостатка или переизбытка элементов минерального питания является угнетенное состояние растений и значительное снижение урожайности. Кроме нарушения питания могут быть другие причины, влияющие на рост и продуктивность растений: засуха, кислотность или засоление почвы, переувлажнение, ухудшение дыхания корней из-за высокой плотности пахотного слоя и т.д. [13, 14]. Для того, чтобы определить оптимальную норму внесения удобрений при семеноводстве тыквы с учетом плодородия почвы и климата Центральной зоны Краснодарского края необходимо проведение экспериментов и разработка на основании полученных результатов рекомендаций производству.

#### **Цель исследований**

Выявить влияние разных фонов минерального питания на рост и семенную продуктивность растений тыквы мускатной сортов Фундучок и Ромашечка.

#### **Материалы и методы**

Исследования проводили в 2024 году на селекционно-семеноводческом участке отдела овощекартофелеводства ФГБНУ «ФНЦ риса», который расположен в южной части Центральной зоны Краснодарского края. Почвы на селекционно-опытном участке ФГБНУ «ФНЦ риса» представлены западно-предкавказскими сверхмощными малогумусными выщелоченными черноземами. Механический состав их преимущественно глинистый. Содержание физической глины колеблется – 70–72 %, а илистых частиц – 28–30 %, рН – 6,7, гумус – 2,27 %, содержание азота: легкогидролизированного – 14,5, нитратного – 3,10 мг/100 г почвы, подвижного фос-

фора – 22,75 мг/100 г почвы; обменных: кальция – 30,0, магния – 7,5 мг-экв./100 г почвы [2]. Климат Центральной зоны Краснодарского края умеренно-континентальный (КУ–0,35). По среднегодовому количеству осадков в год (612 мм) он находится в зоне неустойчивого увлажнения с ГТК (гидротермический коэффициент) – 0,9...1,2. Однако бывают засушливые годы и реже избыточно влажные. В целом по основным климатическим факторам, определяющим условия роста и развития растений, зона благоприятна для выращивания бахчевых культур на богаре.

Объект исследований: мускатные тыквы, сорт Фундучок с плодами округлой формы массой от 1,0 до 2,5 кг, включенный в Государственный реестр в 2023 году и сорт Ромашечка с сильно сплюснутыми, глубоко сегментированными плодами массой от 5,0 кг и выше, включенный в реестр в 2015 году. Оба сорта универсального использования с длительным периодом хранения [7].

Схема опыта: нормы внесения сложного удобрения нитроаммофоски  $N_{17} P_{17} K_{17}$  – 300, 450 и 600 кг/га в физическом весе, в пересчете на действующее вещество – 51, 75 и 102 кг/га. Контрольный вариант без внесения удобрений. Удобрение вносили перед посевом. Посев проводили в третью декаду апреля ручным способом, в предварительно нарезанные борозды маркером. Схема посева 2,0x1,0 м, площадь питания одного растения 2,0 м<sup>2</sup>. Площадь опытной делянки 45 м<sup>2</sup>. Повторность в опыте 3<sup>x</sup> кратная. Расположение делянок систематическое. Учеты, наблюдения, математический анализ и статистическая обработка результатов проводили в соответствии с общепринятыми методиками и ГОСТ 28676.2-90 (Семена овощных, бахчевых и кормовых культур семейства тыквенных. Сортовые и посевные качества. Технические условия) [8, 9, 11, 12, 15, 16].

В ходе исследований проводили следующие учеты и наблюдения:

- фенологические наблюдения и учеты морфо-биометрических показателей растений тыквы по фазам: шатрик (3-4 настоящих листа), цветение и созревание;
- учет семенной продуктивности одного плода и растения;
- учет урожая плодов и семян;
- определяли в мякоти плодов содержание сухих растворимых веществ (СРВ) по Brix, %;
- проводили анализ посевных качеств семян.

Агротехника выращивания и защитные мероприятия на опытных участках выполнялась в соответствии с разработанными рекомендациями для региона [19].

#### **Результаты и обсуждение**

Погодные условия в период вегетации 2024 года были контрастными по температурному режиму и водному балансу, существенно отличались от сред-

немноголетних показателей. Начиная с третьей декады мая и по октябрь, дневная температура воздуха была выше среднеемноголетних значений на 1,5...4,8 °С. В итоге сумма активных температур (>10 °С) за период вегетации тыквы составила 4022 °С, что на 20 % выше среднегодовой нормы (3379 °С). Водный баланс был очень ограниченным. В период от посева

до созревания осадков выпало 184 мм, что на 42 % ниже от среднеемноголетней нормы 317 мм (рис. 1, 2). Погодные условия периода вегетации по гидротермическому коэффициенту (ГТК) - 0,46 характеризуются, как засушливые.

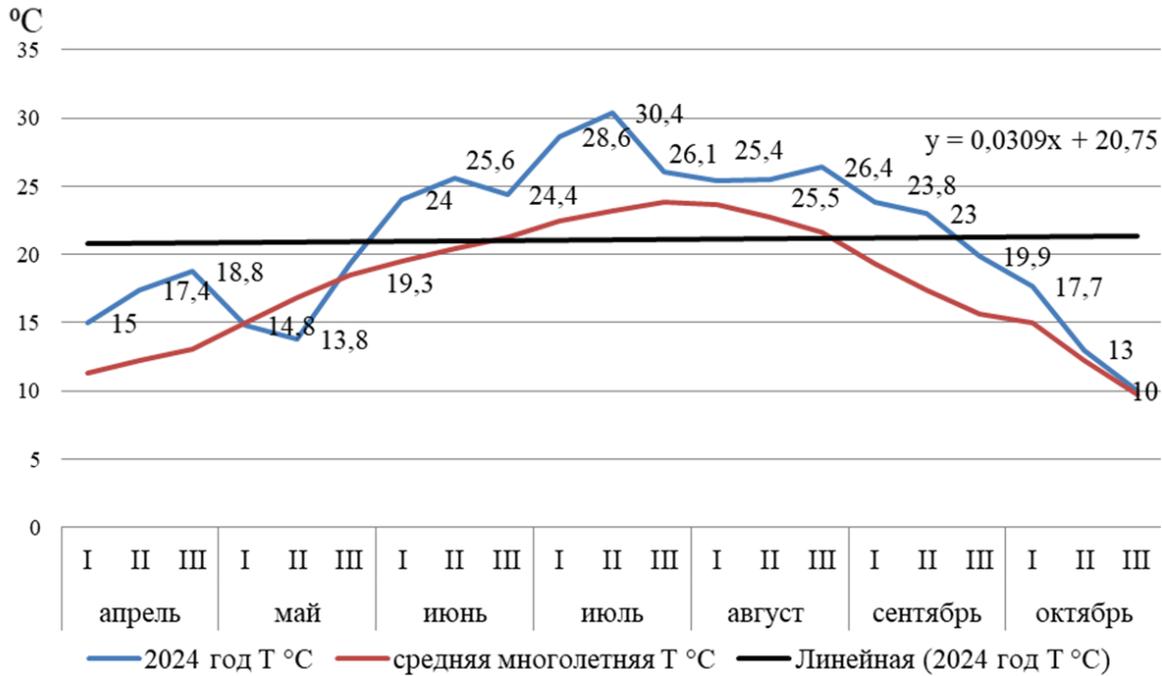


Рисунок 1. Температурные показатели, 2024 год

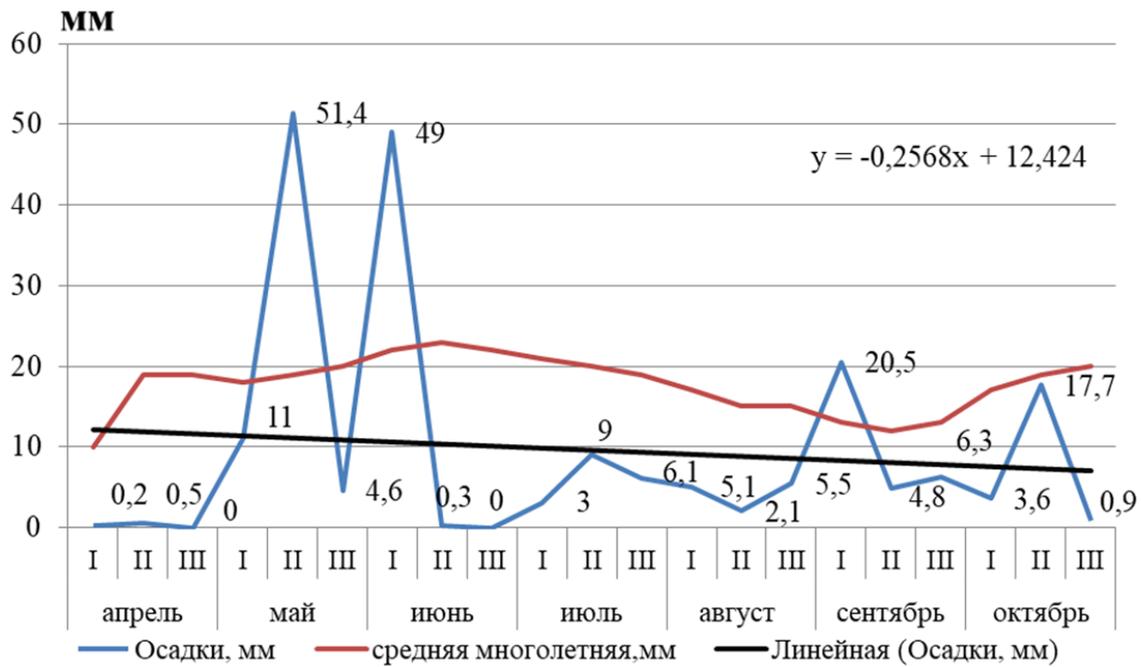


Рисунок 2. Количество осадков, 2024 год

Для определения оптимальных условий минерального питания растений был заложен опыт с разными нормами внесения удобрений на двух сортах мускатной тыквы. Данные морфо-биометрического анализа растений тыквы показали, что подвижность и доступность основных элементов минерального питания на фоне недостаточного обеспечения влагой и высоких температур отразились на росте и развитии растений при выращивании на богаре.

Для получения высокого урожая растению необходима развитая ассимилирующая поверхность, которая позволяет эффективно использовать другие внешние факторы, в том числе и элементы минерального питания [3, 10]. Удобрения вносили в створ посевного ряда. Отмечена тенденция, что при дефиците влаги и увеличении количества макроэлементов в зоне отрастания корневой системы наблюдалось сдерживание формирования ассимиляционного аппарата на растениях тыквы. Особенно это было заметно на ранних фазах роста растений. Фазу «шатрика» на тыкве сорта Фундучок площадь

листовой поверхности у растений в вариантах применения удобрений была ниже в 1,2...1,7 раза, чем в контроле. У сорта Ромашечка площадь ассимилирующей поверхности была меньше, чем в варианте без внесения удобрений и разница составляла 3,0...7,7 раза. В фазу цветения на фоне внесения удобрений у сорта Фундучок площадь листьев увеличилась в 1,5...2,6 раза. В тоже время у сорта Ромашечка внесение удобрений сдерживало увеличение ассимиляционной поверхности. К моменту созревания плодов сорта Фундучок внесение элементов минерального питания не вызвало существенного увеличения площади листьев и оставалась меньше в 1,4...1,6 раза, чем без внесения удобрений. Перед уборкой плодов сорта Ромашечка площадь листьев в вариантах внесения 300 кг/га и 600 кг/га превышала вариант без внесения удобрений в 2,1 и 1,5 раза соответственно. Доля влияния внесения удобрений на формирование ассимиляционного аппарата составила 67,2 % (табл. 1).

**Таблица 1. Динамика формирования ассимиляционной поверхности и сырой биомассы одного растения при разных нормах внесения удобрений (среднее), 2024 г.**

Вариант, кг/га (фактор В)	Площадь листьев, м <sup>2</sup>			Сырая биомасса, кг		
	шатрика	цветения	созревание	шатрика	цветения	созревание
Фундучок (фактор А)						
Контроль	0,54	0,67	2,59	0,59	1,34	2,31
300	0,34	1,54	1,61	0,38	1,18	1,50
450	0,46	1,76	1,80	0,30	1,19	1,76
600	0,31	1,01	1,57	0,32	1,21	2,11
Ромашечка (фактор А)						
Контроль	0,63	1,28	1,59	0,40	1,24	1,73
300	0,21	0,61	3,30	0,55	0,76	3,48
450	0,08	0,57	1,25	0,08	0,58	1,50
600	0,13	0,19	2,35	0,16	0,25	1,33
Для площади листьев: Фактор (А) F ф. 0,64 < F т. 4,41 Фактор (В) F ф. 21,57 > F т. 3,55 Взаимодействие (АВ) F ф. 1,26 < F т. 3,55						НСР <sub>0,5</sub> - 0,61
Для сырой биомассы: Фактор (А) F ф. 0,84 < F т. 4,41 Фактор (В) F ф. 23,53 > F т. 3,55 Взаимодействие (АВ) F ф. 0,87 < F т. 3,55						НСР <sub>0,5</sub> - 0,57

У сорта Фундучок внесение удобрений сдерживало рост сырой биомассы растений в течение всего периода вегетации. Если в фазу шатрика и цветения видно только тенденцию к сдерживанию, то перед уборкой плодов в вариантах внесения 300 кг/га и 450 кг/га разница существенная. Сырая биомасса растений этих вариантов была в 1,3...1,5 раза меньше, чем в варианте без внесения удобрений.

Внесение элементов минерального питания при посеве тыквы сорта Ромашечка также сдерживало формирование сырой биомассы растений. Особенно существенная разница была в фазу цветения между вариантами при норме внесения 450 кг/га и 600 кг/га и контролем. К уборке урожая биомасса растений значительно больше была при внесении 300 кг/га. Превышение составило в 2,0...2,6 раза. При других

нормах удобрений сырая биомасса была на уровне контроля. Накопление сырой биомассы растений в большей степени зависело от применения удобрений, доля влияния которых составила 69,6 %.

По интенсивности роста стеблей тыквы в период вегетации видна реакция растений на доступность и обеспеченность элементами минерального питания. Внесение удобрений при посеве сорта Фундучок не оказало существенного влияния на рост основного стебля в начале вегетации. Средняя длина стебля по вариантам опыта такая же, как и у растений в контроле. Отмечено незначительное отставание в варианте внесения удобрения при норме 300 кг/га.

При этой же норме внесения туков, отставание в росте основного стебля сохранилось в фазу цветения. К моменту уборки плодов длина основного стебля растений тыквы при внесении 300 кг/га и 450 кг/га удобрений существенно уступала контролю – в 1,3 раза. Самый длинный основной стебель, почти четыре метра, вырос у растений в варианте внесения удобрений 600 кг/га. На длину основного стебля в большей степени повлияло применение удобрений, доля влияния которых составила – 86,8 %. Влияние генотипа сортов на темпы роста главного побега было менее одного процента (табл. 2).

**Таблица 2. Влияние применения разных норм удобрений на длину стеблей одного растения (среднее), 2024 г.**

Вариант опыта, кг/га (фактор В)	Длина стебля, см				
	основного в фазу онтогенеза			в фазу созревания	
	шатрика	цветение	созревание	2-го порядка	3-го порядка
Фундучок (фактор А)					
Контроль	65	142	312	158	26
300	39	91	249	92	20
450	72	169	242	123	28
600	71	164	396	167	29
Ромашечка (фактор А)					
Контроль	109	204	387	213	41
300	68	151	383	199	33
450	25	140	344	67	15
600	56	81	285	159	37
Для основного стебля: Фактор (А) F ф. 0,84 < F т. 4,41 Фактор (В) F ф. 66,76 > F т. 3,55 Взаимодействие (АВ) F ф. 0,75 < F т. 3,55 HCP <sub>0,5</sub> - 55,4					
Для стебля 2-го порядка: Фактор (А) F ф. 0,50 < F т. 4,41 Фактор (В) F ф. 2,23 < F т. 3,55 Взаимодействие (АВ) F ф. 0,43 < F т. 3,55					
Для стебля 3-го порядка: Фактор (А) F ф. 0,79 < F т. 4,41 Фактор (В) F ф. 5,22 > F т. 3,55 Взаимодействие (АВ) F ф. 0,63 < F т. 3,55 HCP <sub>0,5</sub> - 18,9					

К уборке плодов внесение удобрений закономерного влияния на длину побегов 2-го и 3-го порядка не оказало. По всем вариантам опыта длина стеблей 2-го и 3-го порядка была практически одинаковой, разница в пределах ошибки опыта. Только при норме внесения удобрений 450 кг/га на тыкве сорта Ромашечка побеги 3-го порядка были существенно короче, чем у растений в контрольном варианте и при норме внесения 600 кг.

Существенной разницы по количеству семян в одном плоде между сортами не отмечено. У сортов тыквы Фундучок и Ромашечка максимальное количество семян в плодах получено при внесении удобрений в норме 300 кг/га. С увеличением нормы внесения удобрения количество семян в одном плоде у сорта Фундучок заметно снижается. Повышение доз удобрений не оказало влияние на количество семян в плодах сорта Ромашечка. Между сортами отмечена

существенная разница по массе семян в одном плоде, так как семена у сорта Фундучок значительно меньше по размеру, чем у сорта Ромашечка. По сортам наибольшей масса семян в плодах была при норме внесения удобрений 300 кг/га. Дальнейшее увеличение доз удобрений привело к значительному снижению массы семян в одном плоде у обоих сортов.

На одном растении на обоих сортах было получено максимальное количество семян при внесении удобрений в норме 300 кг/га. На сорте Фундучок увеличение доз удобрений привело к снижению количества семян, но их было заметно больше, чем в контрольном варианте. Применение удобрений в дозе 450 и 600 кг/га на сорте Ромашечка не привело к заметному увеличению количества семян. По массе семян с одного растения по сортам лучший вариант внесения удобрений в норме 300 кг/га. Для сорта Фундучок на этом фоне было получено семян в 3,9 раза больше чем без удобрений. Видно тенденцию увеличения выхода семян с одного растения при применении больших доз удобрений. У сорта Ромашечка по всем вариантам опыта разница не

существенная. При внесении удобрений доля влияния генотипа сортов на количество и массу семян с одного растения была незначительной, в большей степени реакция растений была на применение удобрений.

Урожайность семян на сорте Фундучок зависела от применения и норм внесения удобрений. В сравнении с контролем минимальная прибавка была получена при внесении удобрений 600 кг/га (на 65 кг больше). Больше всего собрано семян при норме внесения туков – 300 кг/га, где урожайность превышала контроль в 3,9 раза и остальные варианты в 1,6... 2,5 раза. У сорта Ромашечка максимальный урожай был получен при норме внесения удобрений 300 кг/га, что превышало контроль в 1,6 раза. При других нормах внесения туков урожайность семян была на уровне варианта без применения удобрений. В большей степени на увеличение урожайности семян сортов тыквы влиял фактор применения удобрений - 44,4 %. В меньшей степени урожайность зависела от генотипа сортов и взаимодействии этих двух факторов (табл. 3).

**Таблица 3. Влияние разных норм внесения удобрений на семенную продуктивность и урожайность семян (среднее), 2024 г.**

Вариант опыта, кг/га (фактор В)	Семян				урожайность семян, кг/га
	в одном плоде		на одном растении		
	количество, шт.	масса, г	количество, шт.	масса, г	
Фундучок (фактор А)					
Контроль	230,1	16,5	322,0	23,1	115,5
300	316,6	28,1	1013,1	89,9	449,5
450	213,1	17,4	703,2	57,4	287,0
600	183,8	13,9	477,9	36,1	180,5
Ромашечка (фактор А)					
Контроль	281,0	49,8	337,2	59,7	59,7
300	420,2	71,7	546,3	92,4	92,4
450	267,5	46,4	321,0	55,7	55,7
600	299,1	51,5	388,8	66,9	66,9
Для количества семян в одном плоде: Фактор (А) F ф. 1,34 < F т. 4,41 Фактор (В) F ф. 18,57 > F т. 3,55 Взаимодействие (АВ) F ф. 0,31 < F т. 3,55					HCP <sub>0,5</sub> - 110,79
Для массы семян в одном плоде: Фактор (А) F ф. 32,67 > F т. 4,41 Фактор (В) F ф. 14,02 > F т. 3,5 Взаимодействие (АВ) F ф. 2,17 < F т. 3,55					HCP <sub>0,5</sub> - 11,51 HCP <sub>0,5</sub> - 16,27
Для количества семян: Фактор (А) F ф. 5,20 > F т. 4,41 Фактор (В) F ф. 5,54 > F т. 3,55 Взаимодействие (АВ) F ф. 0,72 < F т. 3,55					HCP <sub>0,5</sub> - 287,61 HCP <sub>0,5</sub> - 406,74
Для массы семян: Фактор (А) F ф. 0,61 < F т. 4,41 Фактор (В) F ф. 7,45 > F т. 3,55 Взаимодействие (АВ) F ф. 0,31 < F т. 3,55					HCP <sub>0,5</sub> - 41,18

Применение удобрений оказало существенное влияние на количество плодов на одном растении тыквы сорта Фундучок. При внесении удобрений в норме 300 и 450 кг/га плодов было в 2,3 раз больше, чем в контроле. При внесении 600 кг/га разница с вариантом без обработки была меньше и составила 1,9 раза. Разница по количеству плодов между сортами оказалась существенной. Доля влияния генотипа более 26 %, доля влияния удобрений на количество плодов на растении более 42 %. Применение удобрений на сорте Ромашечка не оказало существен-

ного влияния на количество плодов. Самые крупные плоды у сорта Фундучок получились при внесении 300 кг/га удобрений, в остальных вариантах опыта масса плодов была такой же, как в контроле. На сорте Ромашечка с увеличением нормы внесения удобрений увеличивалась масса плодов, однако только на фоне 600 кг/га масса плодов существенно больше, чем в остальных вариантах. Доля влияния генотипа сортов на массу плодов составила 44,9 %, удобрений – 31,7 % и взаимодействие обоих факторов – 20,3 % (табл. 4).

**Таблица 4. Показатели продуктивности и урожайность плодов при разных нормах внесения удобрений (среднее), 2024 г.**

Вариант опыта, кг/га (фактор В)	Масса плода, кг	Количество плодов на одном растении, шт.	Урожайность плодов, т/га	СРВ, %
Фундучок (фактор А)				
Контроль	0,87	1,4	6,09	6,6
300	1,42	3,2	22,72	7,5
450	0,92	3,3	15,18	5,3
600	0,88	2,6	11,44	7,4
Ромашечка (фактор А)				
Контроль	3,51	1,2	21,06	8,4
300	3,75	1,3	24,38	6,1
450	3,93	1,2	23,58	7,2
600	4,78	1,3	31,07	8,5
Для массы плода, кг: Фактор (А) F ф. 263,57 > F т. 4,41 Фактор (В) F ф. 93,12 > F т. 3,55 Взаимодействие (АВ) F ф. 59,61 > F т. 3,55				HCP <sub>0,5</sub> - 0,4 HCP <sub>0,5</sub> - 0,56 HCP <sub>0,5</sub> - 0,56
Для количества плодов, шт.: Фактор (А) F ф. 19,38 > F т. 4,41 Фактор (В) F ф. 15,72 > F т. 3,55 Взаимодействие (АВ) F ф. 2,82 < F т. 3,55				HCP <sub>0,5</sub> - 0,49 HCP <sub>0,5</sub> - 0,69
Для урожайности плодов, т/га: Фактор (А) F ф. 20,27 > F т. 4,41 Фактор (В) F ф. 24,68 > F т. 3,55 Взаимодействие (АВ) F ф. 8,84 > F т. 3,55				HCP <sub>0,5</sub> - 5,41 HCP <sub>0,5</sub> - 7,65 HCP <sub>0,5</sub> - 7,65
Для СРВ, %: Фактор (А) F ф. 0,17 < F т. 4,41 Фактор (В) F ф. 13,45 > F т. 3,55 Взаимодействие (АВ) F ф. 0,61 < F т. 3,55				HCP <sub>0,5</sub> - 1,85

Урожайность плодов тыквы сорта Фундучок была в 1,9...3,7 раза больше, чем без внесения удобрений и существенно зависела от нормы внесения туков. Максимальная урожайность была получена при внесении 300 кг/га нитроаммофоски. Применение удобрений на сорте Ромашечка дало незначительную

прибавку урожайности плодов. Только при внесении 600 кг/га было получено значительно больше плодов в сравнении с контролем и другими вариантами. В большей степени на увеличение урожайности плодов и семян сортов тыквы влиял фактор применения удобрений - 46,9 %. В меньшей степени урожайность

зависела от генотипа сортов и взаимодействия этих двух факторов. На количество СРВ в мякоти плодов тыквы Фундучок применение разных норм внесения удобрений не оказало существенного влияния в сравнении с контролем. Незначительно уступает варианту без применения удобрений и существенно другим вариантам только при внесении туков в норме 450 кг/га. Применение удобрений на сорте Ромашечка так же не вызвало значительных изменений качества мякоти плодов, только при внесении 300 кг/га содержание СРВ было значительно меньше.

Анализ посевных качеств семян показал, что у сорта Фундучок максимальная масса 1000 семян была при внесении туков в норме 300 кг/га. Увеличение нормы внесения удобрений способствовало снижению массы семян, которая при норме 600 кг/га была ниже, чем в контроле на 10 г. Масса 1000 семян у сорта Ромашечка почти в два раза больше,

чем у сорта Фундучок. Применение удобрений так же отразилось на массе семян у сорта Ромашечка. При норме внесения туков 300 и 450 кг/га семена на 10 г легче, чем в варианте без внесения удобрений. Одинаковая масса семян с контролем была при норме внесения 600 кг/га. Применение удобрений оказало влияние на энергию прорастания семян, которая была значительно ниже, чем в контрольном варианте: у сорта Фундучок - на 18...23 %, у сорта Ромашечка - на 2...14 %. Всхожесть семян при внесении разных норм удобрений оказалась ниже, чем в варианте без внесения удобрений у сорта Фундучок - на 15...21 %, у сорта Ромашечка на 2...14 % и не соответствовала ГОСТ 28676.2-90 (Семена овощных, бахчевых и кормовых культур семейства тыквенных. Сортосеменные качества. Технические условия) от 80-95 %. Только семена сорта Ромашечка, выращенные на фоне внесения 600 кг/га туков, имели всхожесть 100 % (табл. 5).

**Таблица 5. Влияние разных норм внесения удобрений на показатели посевных качеств семян, 2024 г.**

Вариант опыта, кг/га	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Фундучок			
Контроль	70	99	99
300	80	78	79
450	70	81	84
600	60	76	78
Ромашечка			
Контроль	160	100	100
300	150	86	86
450	150	98	98
600	160	98	100

### Выводы

Отсутствие осадков и высокие температуры воздуха в период вегетации тыквы оказали существенное влияние на реализацию биологического потенциала растений на фоне разных норм применения удобрений.

Для получения максимальных урожаев растения должны иметь достаточно большую ассимилирующую поверхность. Внесение удобрений на ранних этапах роста тыквы сдерживало развитие листовой поверхности. К моменту уборки сорта Фундучок на фоне удобрений площадь листьев уступала контролю в 1,4...1,6 раза. У сорта Ромашечка у растений в вариантах внесения 300 кг/га и 600 кг/га ассимиляционная поверхность была выше в 2,1 и 1,5 раза, чем в варианте без внесения удобрений. Доля влияния внесения удобрений на формирование ассимиляци-

онного аппарата составила 67,2 %.

На фоне недостаточного обеспечения влагой и высоких температур применение удобрений на тыкве сорта Фундучок сдерживало отрастание сырой биомассы растений и рост стеблей. У тыквы сорта Ромашечка только при норме внесения 300 кг/га сформировалась биомасса растений, превышающая остальные варианты в 2,0...2,6 раза. Доля влияния удобрений на накопление сырой биомассы растений составила 69,6 %, а на рост стеблей 86,8 % и в меньшей степени зависела от генотипа сортов.

По количеству семян в одном плоде между сортами нет существенной разницы. При норме внесения 300 кг/га в плодах сортов тыквы получено максимальное количество семян. С увеличением нормы внесения удобрения количество и масса семян в одном плоде заметно снижается. Доля влияния ге-

нотипа сортов на количество и массу семян с одного растения была незначительной, в большей степени реакция растений была на применение удобрений.

Максимальный урожай семян был получен на обоих сортах на фоне внесения удобрений в норме 300 кг/га. У сорта Фундушок разница с контролем составила 3,9 раза (на 65 кг/га больше). У сорта Ромашечка было собрано в 1,6 раза больше семян, чем с участков без применения удобрений. На увеличение урожайности семян в 44,4 % случаев повлияли удобрения.

Больше всего было собрано плодов у сорта Фундушок при внесении 300 кг/га нитроаммофоски. Максимальный урожай плодов у сорта Ромашечка был собран при норме внесения 600 кг/га туков. При других нормах удобрений прибавка в урожае была незначительной. Влияние фактора внесения элементов минерального питания в почву составило

46,9 %. На количество СРВ в мякоти плодов тыквы применение разных норм внесения удобрений почти во всех вариантах не оказало влияния.

Применение удобрений оказало влияние на показатели посевных качеств семян. Максимальная масса 1000 семян у сорта Фундушок была при внесении туков в норме 300 кг/га. У сорта Ромашечка одинаковая масса семян с контролем была при норме внесения 600 кг/га, в остальных вариантах семена были на 10 г легче. Применение удобрений снизило энергию прорастания семян у сорта Фундушок на 18...23 %, у сорта Ромашечка на 2...14 %. Всхожесть семян при внесении разных норм удобрений оказалась ниже, чем в варианте без внесения удобрений: у сорта Фундушок - на 15...21 %, у сорта Ромашечка на 2...14 %. Только семена сорта Ромашечка, выращенные на фоне внесения 600 кг/га туков, имели всхожесть 100 %.

### Литература

1. Благородова, Е.Н. Основы семеноводства бахчевых культур / Е.Н. Благородова, В.Э. Лазько. Краснодар: КубГАУ, 2021. - 148 с.
2. Вальков, В.Ф. Почвоведение (почвы северного Кавказа): учеб. для вузов/ В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, В.И. Тюльпанов. – Краснодар: Сов. Кубань, 2002. – 728 с.: ил.
3. Верховодов, П.А. Пособие по бахчеводству/ П.А. Верховодов – Ростов-на-Дону, 2009. – 100 с.
4. Гиш, Р.А. Перспективы развития производства мускатной тыквы кубанских сортов/ Труды Кубанского аграрного университета/ Р.А. Гиш, А.И. Петенко, В.Э. Лазько – Краснодар: КубГАУ. – 2015. - № 6 (57). – С. 67-70.
5. Гиш, Р.А. Новые, перспективные сорта тыквы, адаптированные для условий Юга России/ Труды Кубанского аграрного университета/ Р.А. Гиш, А.И. Петенко, В.Э. Лазько – Краснодар: КубГАУ. – 2015. - № 6 (57). – С. 71-77.
6. Гончаров, А.В. Новое в селекции и технологии выращивания тыквы в России и за рубежом / А.В. Гончаров // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2007. -№ 2. – С 35-38.
7. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание) – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. – 504 с.
8. Дзюба, В.А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных/В.А. Дзюба //Методическое пособие. Краснодар, 2007. - 76 с.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для высш. учеб. заведений/ Б. А. Доспехов – изд. 5-е, доп. и перераб. стер. изд.–М.: Альянс, 2014. –351 с.
10. Лазько, В. Э. Применение регуляторов роста-антистрессоров в комплексе с универсальными биоактивными удобрениями в семеноводстве бахчевых культур/ В. Э. Лазько, Е. Н. Благородова, О. В. Якимова, Е. В. Ковалева, А. А. Попова //Овощи России. – 2023. – №. 1. – С. 30-37.
11. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве/ С.С. Литвинов – М.: Россельхозакадемия, 2011. - 648 с.
12. Лудилов, В.А. Семеноводство овощных и бахчевых культур/ В.А. Лудилов - М., 2000, Глобус, 248 с.
13. Медведев, Г.А. Бахчеводство / Г.А. Медведев, А.Н. Цепляев. Эл. дан. СПб. Лань, 2014. 192 с.
14. Медведев, Г.А. Практикум по бахчеводству: учебное пособие / Г.А. Медведев [и др.]. СПб. Лань, 2014. 112 с.: ил.+ вклейка, - 8 с.
15. Методика полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами. - М.: Наука, 1967. - 183 с.
16. Методические указания по селекции бахчевых культур. - Ленинград, 1988. 80 с.
17. Суров, Н.В. Влияние норм расхода препарата на развитие болезней и реализацию продуктивного потенциала тыквы / Н.В. Суров, Р.Ш. Биктеева, В.С. Рагулин, А.П. Глинушкин, Г.К. Дускаев // Сб. мат-лов. – Изд-во: Плыгун Сергей Анатольевич, -С. 15-23.
18. Тыквенные: тыква, кабачки, патиссоны, арбуз, дыня / Сост. Т.Е. Луцин. Мн.: Книжный дом, 2001. - 80 с.
19. Цыбулевский, Н.И. Бахчевые культуры/ Н.И. Цыбулевский, Е.М. Кулиш, Л.А. Шевченко (рекомендации) – Краснодар – 2009. – 34 с.

20. Шеуджен, А.Х. Агрехимические основы применения удобрений / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизинек - Майкоп: ОАО Полиграф-ЮГ, 2013. 572 с.
21. Atta-Aly, M.A. Chemical regulation of growth and sex expression in squash plants/ M.A. Atta-Aly// *Am. agr. Sc.* - 1992. - Vol. 37. - № 1.- P. 173–180.
22. Grumet, R. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops / Rebecca Grumet, James D McCreight, Cecilia McGregor, Yiqun Weng, Michael Mazourek, Kathleen Reitsma, Joanne Labate, Angela Davis, Zhangjun Fei // *Genes*. - 2021. - 12(8). - P. 12 - 22. doi.org/10.3390/genes12081222.
23. Kurtar, E.S. Modelling the effect of temperature on seed germination in some cucurbits/ E.S. Kurtar // *African journal of Biotechnology*. - 2010. - 9(9). - P. 1343-1353. – P. 1343–1353. doi: 10.5897/ajb2010.000-3016.
24. Neeson, R. Organic pumpkin production / R. Neeson // *Agriculture*. - 2003 – P. 1–8. <http://www.agric.nsw.gov.au/reader/organic/organic-pumpkin-production.pdf>.
25. Rudich, J. Increase in femaleness of three cucurbits by treatment with ethrel, an ethylene releasing compound / J. Rudich, A.H. Halevy, N. Kedal // *Planta*. - 1969.- Bd. 86. - H. 1. - P. 69–76.

### References

1. Blagorodova, E.N. Fundamentals of seed production of melons / E.N. Blagorodova, V.E. Lazko. Krasnodar: KubSAU, 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. Tyulpanov. - Krasnodar: Sov. Kuban, 2002. - 728 p.: ill.
3. Verkhovodov, P.A. Handbook of melon growing / P.A. Verkhovodov - Rostov-on-Don, 2009. - 100 p.
4. Gish, R.A. Prospects for the development of production of Kuban varieties of nutmeg pumpkin / Proceedings of the Kuban State Agrarian University / R.A. Gish, A.I. Petenko, V.E. Lazko - Krasnodar: KubSAU. - 2015. - № 6 (57). - P. 67-70.
5. Gish, R.A. New, promising varieties of pumpkin adapted to the conditions of the South of Russia / Proceedings of the Kuban State Agrarian University / R.A. Gish, A.I. Petenko, V.E. Lazko - Krasnodar: KubSAU. - 2015. - № 6 (57). - P. 71-77.
6. Goncharov, A.V. New in breeding and technology of pumpkin cultivation in Russia and abroad / A.V. Goncharov // *Vegetable growing and greenhouse economy*. - 2007. - № 2. – P. 35-38.
7. State register of breeding achievements approved for use. T. 1. «Plant varieties» (official publication) - M.: FSBSI «Rosinformagrotech», 2023. - 504 p.
8. Dzyuba, V.A. Multifactorial experiments and methods of biometric analysis of experimental data / V.A. Dzyuba // *Methodological manual*. - Krasnodar, 2007. - 76 p.
9. Dospikhov, B.A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results): textbook for higher educational institutions / B.A. Dospikhov - 5th ed., revised and enlarged – M.: Alliance, 2014. – 351 p.
10. Lazko, V. E. Application of growth regulators-antistressors in combination with universal bioactive fertilizers in seed production of melons / V. E. Lazko, E. N. Blagorodova, O. V. Yakimova, E. V. Kovaleva, A. A. Popova // *Vegetables of Russia*. - 2023. - № 1. - P. 30-37.
11. Litvinov, S.S. Methodology of field experiment in vegetable growing / S.S. Litvinov - M.: Russian Agricultural Academy, 2011. - 648 p.
12. Ludilov, V.A. Seed production of vegetable and melon crops / V.A. Ludilov. - M., 2000, Globus, 248 p.
13. Medvedev, G. A. Melon Growing / G. A. Medvedev, A. N. Tsepelyaev. El. dan. SPb. Lan, 2014. - 192 p.
14. Medvedev, G. A. Melon Growing Workshop: Textbook / G. A. Medvedev [et al.]. SPb. Lan, 2014. 112 p.: ill. + insert, - 8 p.
15. Methodology of Field and Vegetation Experiments with Fertilizers and Herbicides. - M.: Nauka, 1967. - 183 p.
16. Methodical Guidelines for Breeding Melon Crops. - Leningrad, 1988. - 80 p.
17. Surov, N.V. Influence of the preparation consumption rates on the development of diseases and the implementation of the productive potential of pumpkin / N.V. Surov, R.Sh. Bikteeva, V.S. Ragulin, A.P. Glinushkin, G.K. Duskaev // *Coll. of materials*. – Publisher: Plygun Sergey Anatolyevich. -P. 15-23.
18. Cucurbitaceae: pumpkin, zucchini, squash, watermelon, melon / Compiled by T.E. Lushchin. Minsk: Knizhny Dom, 2001. - 80 p.
19. Tsybulevsky, N.I. Melons / N.I. Tsybulevsky, E.M. Kulish, L.A. Shevchenko (recommendations) - Krasnodar - 2009 - 34 p.
20. Sheudzhen, A.Kh. Agrochemical principles of fertilizer application / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva, S.V. Kizinek - Maykop: OJSC Polygraph-YUG, 2013. 572 p.
21. Atta-Aly, M.A. Chemical regulation of growth and sex expression in squash plants/ M.A. Atta-Aly// *Am. agr. Sc.* - 1992. - Vol. 37. - № 1.- P. 173–180.

22. Grumet, R. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops / Rebecca Grumet, James D McCreight, Cecilia McGregor, Yiqun Weng, Michael Mazourek, Kathleen Reitsma, Joanne Labate, Angela Davis, Zhangjun Fei // *Genes*. - 2021. - 12(8). - P. 12 - 22 doi.org/10.3390/genes12081222.

23. Kurtar, E.S. Modelling the effect of temperature on seed germination in some cucurbits/ E.S. Kurtar // *African journal of Biotechnology*. - 2010. - 9(9). - P. 1343-1353. – PP. 1343–1353. doi: 10.5897/ajb2010.000-3016.

24. Neeson, R. Organic pumpkin production / R. Neeson // *Agriculture*. - 2003 – P. 1–8. <http://www.agric.nsw.gov.au/reader/organic/organic-pumpkin-production.pdf>.

25. Rudich, J. Increase in femaleness of three cucurbits by treatment with ethrel, an ethylene releasing compound / J. Rudich, A.H. Halevy, N. Kedal // *Planta*. - 1969. - Bd. 86. - H. 1. - P. 69–76.

**Екатерина Викторовна Ковалева**

Научный сотрудник лаборатории бахчевых и луковых культур

E-mail: evik22041976@mail.ru

**Ekaterina V. Kovaleva**

Researcher of the laboratory of melons and onions

E-mail: evik22041976@mail.ru

**Виктор Эдуардович Лазько**

Ведущий научный сотрудник лаборатории бахчевых и луковых культур, кандидат сельскохозяйственных наук

E-mail: lazko62@mail.ru

**Victor E. Lazko**

Leading researcher of the laboratory of melon and onion crops, PhD in agriculture

E-mail: lazko62@mail.ru

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»

350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

All: FSBI «Federal Scientific Rice Centre»

3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2025-67-2-35-41  
УДК 632.934.1

**Брагина О.А.**, канд. биол. наук,  
**Говердовская М.Д.**,  
**Радько Д.П.**,  
**Егорова Т.А.**,  
**Сегеда Е.С.**,  
**Морозов Д.А.**  
г. Краснодар, Россия

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЯ МУЛЬТИМОЛИГ МАРКИ А В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ РИСА И ЕГО УСТОЙЧИВОСТИ К ЗАБОЛЕВАНИЯМ**

*Пирикулярриоз, вызываемый грибом *Pyricularia oryzae*, является главной проблемой для рисоводов Краснодарского края и серьезно угрожает стабильности и качеству урожая. Фитопатологические исследования показывают, что наряду с другими болезнями (фузариоз, аскохитоз, альтернариоз, гелиминтоспориоз) пирикулярриоз доминирует в посевах риса. Распространению этой болезни способствуют современные агротехнические приемы, такие как использование интенсивных сортов, избыточное азотное питание и загущенные посевы, а также нарушения в технологии возделывания. Хотя агротехнические методы частично сдерживают развитие болезни, для эффективной защиты посевов необходимо применение препаратов, обладающих фунгицидным действием. В условиях высокого естественного инфекционного фона пирикулярриоза (69,4 %) на посевах риса сорта Клавдий проведена оценка биологической и хозяйственной эффективности органоминерального удобрения Мультимолиг Марки А. Исследовано три схемы применения препаратов с целью контроля над заболеванием. Установлено, что применение Мультимолиг Марки А, в частности в комбинации с Фуджи 1, КЭ обеспечивает повышение урожайности (максимальное значение 44,4 ц/га в варианте 2) и снижение пораженности посевов пирикулярриозом на 27 % относительно контроля. Результаты свидетельствуют о перспективности использования препаратов для повышения устойчивости агроэкосистемы и обеспечения стабильного производства риса.*

**Ключевые слова:** пирикулярриоз, риса, микроудобрение, биологическая и экономическая эффективность.

### **EFFICIENCY OF MULTIMOLIG MICRO-FERTILIZATION IN INCREASING RICE PRODUCTIVITY AND DISEASE RESISTANCE**

*Blast caused by the fungus *Pyricularia oryzae* is the main problem for rice growers in the Krasnodar Region and seriously threatens the stability and quality of the crop. Phytopathological studies show that along with other diseases (fusarium, ascochyosis, alternaria, helminthosporiosis) blast dominates in rice crops. The spread of this disease is facilitated by modern agricultural practices, such as the use of intensive varieties, excessive nitrogen nutrition and dense crops, as well as violations in cultivation technology. Although agricultural methods partially restrain the development of the disease, for effective protection of crops it is necessary to use preparations with fungicidal action. Under conditions of high natural infectious background of blast (69.4 %) on rice crops of the variety Claudius, the biological and economic efficiency of the organomineral fertilizer Multimolig Brand A was assessed. Three schemes of application of the preparation for the purpose of disease control were studied. It was established that the use of Multimolig Brand A, in particular in combination with Fuji 1, KE, provides an increase in yield (the maximum value of 44.4 c/ha in option 2) and a decrease in the incidence of blast in crops by 27 % as compared to control. These results indicate the prospects for using these preparations to increase the sustainability of the agroecosystem and ensure stable rice production.*

**Key words:** blast, rice, microfertilizer, biological and economic efficiency.

#### **Введение**

Производство риса на Кубани было и остается важным стратегическим направлением развития экономики АПК: рис является наиболее высокопродуктивной культурой из всех зерновых. Однако в условиях интенсивного развития рисоводства болезни становятся значительной проблемой, приводящей к снижению урожайности [6, 9]. Это связано с тем, что

новые сорта риса, хотя и обладают высоким потенциалом урожайности, часто менее устойчивы к распространенным заболеваниям. Известно более 80 заболеваний риса, вызванных грибами, бактериями и вирусами. Однако наиболее серьезной болезнью, поражающей рис в России и других рисосеющих странах, является пирикулярриоз, вызываемый аскомицетным грибом *Pyricularia oryzae* Cav. Этот патоген

представляет собой серьезную угрозу в мире, приводя к потерям урожая до 30 % в мировом масштабе [3]. Вредоносность пирикулярриоза заключается в снижении всхожести семян и количества зерна в колосках, гибели всходов, выпадении отдельных растений во время вегетации, а также в формировании недоразвитых или щуплых семян [1, 2].

В условиях Краснодарского края пирикулярриоз риса является наиболее вредоносным заболеванием, требующим значительных финансовых вложений в химическую защиту посевов. Однако использование фунгицидов оказывает негативное воздействие на экологическое состояние агроэкосистем. В связи с этим актуальным является разработка стратегий, направленных на минимизацию применения химических препаратов или сокращения норм их применения в рисоводстве. Практическая реализация такого подхода возможна за счет применения альтернативы химическим препаратам.

#### Цель исследований

Изучить влияние микроудобрения Мультимолиг Марки А на урожайность и устойчивость риса к пирикулярриозу.

#### Материалы и методы

В 2024 г. проводили испытания микроудобрения Мультимолиг Марка А (универсальное органоминеральное

удобрение на основе переработки лигнина хвойных пород, с микроэлементами в хилатной форме). Исследования осуществляли в условиях ЭСОС «Красная» Красноармейского района по предшественнику люцерна 2<sup>х</sup> лет на естественном высоком инфекционном фоне. Сорт риса Клавдий – интенсивный сорт с потенциальной урожайностью 90-100 ц/га, но восприимчивый к пирикулярриозу. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, содержание гумуса 3,2 %, pH 5,8. Основное удобрение: N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. Препарат Фуджи 1, КЭ – фунгицид на основе тебуконазола (250 г/л), расход рабочего раствора 300 л/га, внесение опрыскивателем. Площадь делянки 18 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная, норма высева 7 млн всхожих семян/га. Контроль развития болезни на посевах риса осуществляли согласно общепринятым фитопатологическим и микробиологическим методикам [3]. Учеты поражения растений риса проводили по десятибалльной шкале Международного института риса [7]. Схема опыта представлена в таблице 1.

#### Результаты и обсуждение

Метеорологические условия 2024 года, характеризующиеся высокой температурой и дефицитом осадков, оказали влияние на развитие пирикулярриоза (табл. 2). Первые проявления заболевания

Таблица 1. Схема опыта

Вариант	Микроудобрение	Норма расхода препарата, л/га	Сроки внесения
Контроль		-	без обработки
1	Мультимолиг Марки А	2,0	первые симптомы пирикулярриоза в фазу кущения (6-7 листьев)
			в фазу выметывание-цветение
2	Мультимолиг Марки А	2,0	первые симптомы пирикулярриоза в фазу кущения (6-7 листьев)
	Фуджи 1, КЭ	1,5	в фазу выметывание-цветение
3	Фуджи 1, КЭ	1,5	первые симптомы пирикулярриоза в фазу кущения (6-7 листьев)
		1,5	в фазу выметывание-цветение

в виде единичных поражений были отмечены во второй декаде июля. Интенсивное развитие пирикулярриоза наблюдалось в августе-сентябре, когда резкие перепады ночной и дневной температуры воздуха вызвали выпадение обильной росы (продолжительность росяного периода 7-10 часов). Этот период выпал на формирование метелки, что отрицательно повлияло на урожай риса.

Интенсивность развития и распространенность пирикулярриоза риса представлена в таблице 3. Учет пораженности растений риса перед первой обработкой фунгицидами (16 июля) показал, что интенсивность развития листовой формы болезни на контрольном варианте составила 44,5 %. При последнем учете интенсивность развития метельчатой формы в контрольном варианте составила 69,4 %,

**Таблица 2. Метеорологические данные периода вегетации 2024 г. (метеостанция РПЗ «Красноармейский»)**

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С		Осадки, мм		Относительная влажность воздуха, %
		средняя многолетняя	2024 год	средние многолетние	2024 год	
Май	1	15,0	14,8	18,0	10,0	65
	2	16,8	14,4	19,0	5,8	74
	3	18,5	20,2	20,0	9,6	68
Июнь	1	19,5	25,4	22,0	0	69
	2	20,4	26,4	23,0	18,8	75
	3	21,3	24,8	22,0	0	65
Июль	1	22,5	29,8	21,0	2,4	60
	2	23,2	30,1	20,0	1,4	50
	3	23,8	26,4	19,0	7,6	68
Август	1	23,7	25,8	17,0	22,8	74
	2	22,7	25,2	15,0	0	61
	3	21,6	26,8	15,0	8,0	67
Сентябрь	1	19,3	23,4	13,0	62,4	75
	2	17,4	23,6	12,0	7	62
	3	15,6	17,6	13,0	63	51

на делянках, обработанных препаратами по схеме опыта вариант 1 – 50,0 %; вариант 2 – 42,4 %; вариант 3 – 44,4 %.

На рисунке 1 представлена интенсивность развития пирикулярриоза риса в вариантах опыта по трем схемам обработки препаратами.

В таблице 4 представлена хозяйственная эффективность испытываемых фунгицидов на посевах сорта риса Клавдий.

При урожайности зерна риса в контроле 26,2 ц/га величина сохраненного урожая в первом варианте при использовании органоминерального

**Таблица 3. Интенсивность развития и распространенность пирикулярриоза риса, ЭСОС «Красная», мелкоделяночный опыт, 2024 г.**

Вариант	Интенсивность развития болезни, %		
	15.07 листовая форма	8.08 метельчатая форма	3.09 метельчатая форма
Контроль	44,5	64,8	69,4
1	34,8	55,5	50,0
2	28,9	50,0	42,4
3	33,3	51,1	44,4

удобрения Мультимолиг Марка А в качестве фунгицида составила 3,2 ц/га; во втором варианте при использовании баковой смеси (Мультимолиг Марки А + Фуджи 1, КЭ) – 18,2 ц/га, в третьем варианте при использовании химического препарата Фуджи 1, КЭ – 13,1 ц/га.

В результате по трем схемам опыта получили следующие данные:

- первая – обработка посевов при появлении первых симптомов Мультимолиг Марки А – 2,0 л/га, и в фазу выметывание-цветение повторная обработка Мультимолиг Марки А – 2,0 л/га; интенсивность



**Рисунок 1. Интенсивность развития пирикулярриоза риса на вариантах опыта по трем схемам обработки препаратами (1, 2, 3 и контроль)**

развития метельчатой формы пирикулярриоза в этой схеме – 50,0 %, урожайность – 29,4 ц/га;

- вторая – обработка посевов при появлении единичных пятен заболевания баковой смесью органоминерального удобрения Мультимолиг Марки А – 2,0 л/га + фунгицид Фуджи 1, КЭ-1,5 л/

га, и в фазу выметывание-цветение повторная обработка по той же схеме; интенсивность развития метельчатой формы пирикулярриоза в этой схеме – 42,4 %, урожайность – 44,4 ц/га;

- третья – обработка посевов при появлении единичных пятен заболевания эталоном фунгицидом

**Таблица 4. Сравнительная и хозяйственная эффективность испытуемых препаратов, ЭСОС «Красная», мелкоделяночный опыт, 2024 г.**

Вариант	Средняя урожайность, ц/га	Величина сохраненного урожая, ц/га	Прибавка урожая к контролю, %	НСР <sub>05</sub>
Контроль	29,0	-	-	-0,1924
1	29,0	3,2	12,2	0,0258
2	44,0	18,2	41,0	0,0789
	39,0			
3	26,0	13,1	33,3	0,0878

Фуджи 1, КЭ-1,5 л/га и в фазу выметывание-цветение повторная обработка по той же схеме. Интенсивность развития метельчатой формы пирикулярриоза в этой схеме – 44,4 %, урожайность – 39,3 ц/га.

В контрольном варианте (без обработки) метельчатой формой пирикулярриоза было поражено 69,4 % растений, урожайность составила 26,2 ц/га.

В таблице 5 представлена экономическая эффективность применения органоминерального удобрения Марки А. При сравнении вариантов применения препаратов экономически более эффективным является второй вариант с использованием комбинации Мультимолиг Марки А и Фуджи 1, КЭ. Вариант демонстрирует оптимальное

соотношение производственных затрат и получаемого экономического эффекта. Несмотря на то, что уровень рентабельности во втором варианте (81,06 %) ниже по сравнению с первым (90,04 %), он остается достаточно высоким и оправданным с точки зрения масштабного производства. Более низкий показатель рентабельности объясняется относительно высокими производственными затратами (91957,8 руб/га), которые полностью компенсируются за счет достижения максимальных показателей урожайности и чистого дохода.

Второй вариант обеспечивает наибольшую стоимость валовой продукции (166500 руб/га) и максимальный чистый доход (74542,2 руб/га). Полученная прибавка урожая в размере 18,2 ц/га генерирует дополнительный доход, существенно превышающий затраты на препараты. Высокая урожайность 44,4 ц/га позволяет наиболее эффективно использовать земельные ресурсы и обеспечивать стабильное производство риса высокого качества. Таким образом, комплексное применение Мультимолиг Марки А фунгицидом представляет собой оптимальное

**Таблица 5. Экономическая эффективность применения Мультимолиг Марки А, в схемах посева на сорте риса Клавдий, «ЭСОС Красная», 2024 г.**

Вариант	Норма расхода, л/га	С*, руб/га	ПЗ*, руб/га	ЧД*, руб/га	УР*, %
1	2,0 2,0	110250	58012,8	52237,2	90,04
2	2,0 1,5	166500	91957,8	74542,2	81,06
	2,0 1,5				
3	1,5 1,5	147375	85671,6	61703,4	72,02

Примечание - С\* - стоимость валовой продукции, руб/га;  
ПЗ\* - производственные затраты, руб/га;  
ЧД\* - чистый доход, руб/га;  
УР\* - уровень рентабельности, руб/га.

решение для интегрированной системы защиты рисовых посевов, сочетающее высокую продуктивность, экономическую целесообразность и экологическую безопасность агроэкосистемы.

#### Выводы

Органоминеральное удобрение Мультимолиг Марки А являются перспективным микроудобрением для защиты посевов риса от возбудителя пирикулярриоза (*Pyricularia oryzae* Cav.) при комплексном использовании – в качестве фунгицида и в баковых смесях с пестицидами. Несмотря на то, что опыт был заложен на высоком инфекционном фоне с интенсивным развитием пирикулярриоза применение микроудобрения Мультимолиг Марки А в качестве

фунгицида при индивидуальном использовании с дозировкой 2 л/га показало неплохой результат с прибавкой урожая 12 %.

Таким образом, применение микроудобрения Мультимолиг Марки А в баковой смеси с фунгицидом обеспечивает увеличение урожайности риса, прибавка составила 41 %, (максимальная прибавка к контролю – 18,2 ц/га). Экономический анализ подтверждает высокую эффективность данного решения, с чистым доходом 74542,2 руб/га. Микроудобрение Мультимолиг Марки А представляет собой оптимальный выбор для интегрированной системы защиты посевов риса, сочетая высокую продуктивность и экономическую целесообразность.

#### Литература

1. Брагина, О.А. Устойчивость сортов риса к возбудителю пирикулярриоза в различных агроэкологических условиях Краснодарского края / О.А. Брагина, А.М. Оглы // Труды КубГАУ. – Краснодар, 2020. – № 84. – С. 95-99.
2. Григулецкий, В. Г. Методика оценки эффективности применения органических удобрений на посевах риса / В. Г. Григулецкий // Рисоводство. – 2024. – Т. 23. - № 1(62). – С. 94-100. – DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-94-100.
3. Зеленский, Г. Л. Иммунологическая защита сельскохозяйственных культур от болезней: теория и практика / Г.Л. Зеленский // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Н. И. Вавилова. – Большие Вяземы. – 2012. – С. 427-440.

4. Рекомендации по комплексной защите сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорной растительности в Краснодарском крае на 2006-2012 гг. - Краснодар, 2006. - С. 198.
5. Методические указания по оценке устойчивости сортов риса к возбудителю пирикулярриоза. - М., ВАСХНИЛ, 1988. - 30 с.
6. Методические указания по выявлению, учету и методам разработки мер борьбы с болезнями риса. - Краснодар, ВНИИ риса, 1981. - 20 с.
7. Лабораторный экспресс-метод оценки сортовой устойчивости риса к пирикулярриозу. - Большие Вяземы, ФНЦФ, 1990. - 11 с.
8. International Rice Research Institute (IRRI). Rice Policy-World Rice Statistics (WRS), 2009.
9. Kim, W. Rice Production and Nitrogen Use Efficiency by Diverse Forms of Fertilization in Rice-Based Crop Rotation Systems / W. Kim, M.-S. Lee, J. Sung // *Agronomy*. - 2024. - Vol. 14. - № 11. - Art. no. 2663. - DOI: 10.3390/agronomy14112663.
10. Tovohery, Rakotoson Effects of fertilizer micro-dosing in nursery on rice productivity in Madagascar / Rakotoson Tovohery, Sehen Rinasoa, Aina Andriantsiorimanana, Marie-Paule Razafimanantsoa, Tantely Razafimbelo, Lilia Rabeharisoa, Yasuhiro Tsujimoto, Matthias Wissuwa // *Plant Production Science*. - 2020. - DOI: 10.1080/1343943X.2020.1828947.

#### References

1. Bragina, O. A. Resistance of rice varieties to the causative agent of blast in various agroecological conditions of Krasnodar region/ O. A. Bragina, A. M. Ogly // *Proceedings of KubSAU*. - Krasnodar, 2020. - № 84. - P. 95-99.
2. Griguletsky, V. G. Methodology for assessing the effectiveness of organic fertilizers on rice crops / V. G. Griguletsky // *Rice growing*. - 2024. - Vol. 23. - № 1 (62). - P. 94-100. - DOI 10.33775/1684-2464-2024-62-1-94-100.
3. Zelensky, G. L. Immunological protection of agricultural crops from diseases: theory and practice / G. L. Zelensky // *Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 125th anniversary of N. I. Vavilov*. - Bol'shiye Vyazemy. - 2012. - P. 427-440.
4. Recommendations for the comprehensive protection of agricultural crops from pests, diseases and weeds in Krasnodar region for 2006-2012. - Krasnodar, 2006. - P. 198.
5. Guidelines for assessing the resistance of rice varieties to the blast pathogen. - M., VASKhNIL, 1988. - 30 p.
6. Guidelines for identification, recording and developing measures to combat rice diseases. - Krasnodar, All-Russian Rice Research Institute, 1981. - 20 p.
7. Laboratory express method for assessing rice varietal resistance to blast. - Bol'shiye Vyazemy, FNTsF, 1990. - 11 p.
8. International Rice Research Institute (IRRI). Rice Policy-World Rice Statistics (WRS), 2009.
9. Kim, W. Rice Production and Nitrogen Use Efficiency by Diverse Forms of Fertilization in Rice-Based Crop Rotation Systems / W. Kim, M.-S. Lee, J. Sung // *Agronomy*. - 2024. - Vol. 14. - № 11. - Art. no. 2663. - DOI: 10.3390/agronomy14112663.
10. Tovohery Rakotoson, Sehen Rinasoa, Aina Andriantsiorimanana, Marie-Paule Razafimanantsoa, Tantely Razafimbelo, Lilia Rabeharisoa, Yasuhiro Tsujimoto, Matthias Wissuwa. Effects of fertilizer micro-dosing in nursery on rice productivity in Madagascar // *Plant Production Science*. — 2020. — DOI: 10.1080/1343943X.2020.1828947.

#### **Олеся Анатольевна Брагина**

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

#### **Olesya Anatolyevna Bragina**

Leading Researcher at the Laboratory of Immunity and Plant Protection  
E-mail: olesya.bragina.1984@mail.ru

#### **Мария Дмитриевна Говердовская**

Младший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений  
E-mail: shagina-95@mail.ru

#### **Maria Dmitrievna Goverdovskaya**

Junior scientist at the Laboratory of Immunity and Plant Protection  
E-mail: shagina-95@mail.ru

#### **Диана Павловна Радько**

Младший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений  
E-mail: rdp\_vniir@mail.ru

#### **Diana Pavlovna Radko**

Junior scientist at the Laboratory of Immunity and Plant Protection  
E-mail: rdp\_vniir@mail.ru

**Екатерина Сергеевна Сегеда**

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

**Татьяна Алексеевна Егорова**

Младший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений  
E-mail: Putintseva73@yandex.ru

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

**Денис Анатольевич Морозов**

Главный технолог ООО «Мультимолиг»

195272, Россия, г. Санкт-Петербург, пр-кт Кондратьевский, дом 72 литера А, помещ. 102-Н, офис 620/8

**Ekaterina Sergeevna Segeda**

Junior scientist at the Laboratory of Immunity and Plant Protection  
E-mail: gudoshnikovak@mail.ru

**Tatiana Alekseevna Egorova**

Junior scientist at the Laboratory of Immunity and Plant Protection  
E-mail: Putintseva73@yandex.ru

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

**Denis Anatolyevich Morozov**

Chief Technologist of Multimolig Ltd.

office 620/8, room.102-N, Building A, Building 72,  
Kondratievsky Ave., Saint Petersburg, 195272, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2025-67-2-42-49  
УДК 632.934.1

Сегеда Е. С.,  
Егорова Т. А.,  
Брагина О.А., канд. биол. наук,  
Верещагина С. А.,  
Радько Д. П.,  
Говердовская М. Д.  
г. Краснодар, Россия

### АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОФУНГИЦИДОВ ПРОТИВ ПАТОКОМПЛЕКСА СЕМЯН РИСА

В статье приводится анализ эффективности применения биофунгицидов для защиты семян риса от патогенных микроорганизмов и их влияния на развитие пирикулярриоза в лабораторных условиях. Для проведения исследования был выбран сорт риса Клавдий. В ходе эксперимента использованы методы проращивания семян и фитоэкспертиза — комплекс лабораторных методов, позволяющих определить степень заражённости посевного материала патогенными микроорганизмами. В процессе исследования семена были обработаны биологическими фунгицидами — препаратами биологического происхождения, предназначенными для защиты растений от болезней. Эти препараты содержат полезные микроорганизмы, которые подавляют развитие патогенов и предотвращают заражение растений. Результаты исследования показали, что обработка семян биофунгицидами способствует повышению энергии прорастания и всхожести. Увеличение этих показателей свидетельствует о том, что препараты помогают семенам лучше противостоять болезням и более эффективно прорасти. Результаты подтверждают перспективность применения биологических препаратов для защиты посевного материала риса от болезней. Использование биофунгицидов может стать эффективным методом профилактики заболеваний и повышения урожайности риса. Это особенно важно в условиях, когда традиционные химические пестициды могут быть неэффективными или вызывать нежелательные побочные эффекты. Дальнейшие исследования в этой области могут включать более детальное изучение оптимальных доз и сроков обработки биофунгицидами. Например, необходимо определить, какие концентрации препаратов наиболее эффективны для защиты семян и какие сроки обработки (до посева, во время посева или после посева) обеспечивают наилучший результат. Также важно разработать комплексные схемы защиты посевов риса от болезней с использованием биологических препаратов, которые могут включать чередование различных видов биофунгицидов для повышения их эффективности.

**Ключевые слова:** биофунгициды, патоконплекс, пирикулярриоз, фитоэкспертиза, биологическая эффективность.

### ANALYSIS OF THE BIOLOGICAL EFFICIENCY OF BIOFUNGICIDES AGAINST THE RICE SEED PATHOCOMPLEX

The article analyzes the efficiency of using biofungicides to protect rice seeds from pathogenic microorganisms and their effect on the development of blast in the laboratory conditions. The rice variety Claudius was selected for the study. During the experiment, the methods of seed germination and phytoexamination were used — a set of laboratory methods to determine the degree of infection of the seed material with pathogenic microorganisms. During the study, the seeds were treated with biological fungicides, preparations of biological origin designed to protect plants from diseases. These preparations contain beneficial microorganisms that inhibit the development of pathogens and prevent infection of plants. The results of the study showed that seed treatment with biofungicides increases the germination energy. The increase in these indicators shows that these preparations help seeds to better resist diseases and germinate more efficiently. These results confirm the prospects of using biological preparations to protect rice crops from diseases. The use of biofungicides can become an effective method of preventing diseases and increasing rice yields. This is especially important in conditions where traditional chemical pesticides may be ineffective or cause undesirable side effects. Further research in this area may include a more detailed study of optimal doses and timing of biofungicide treatment. For example, it is necessary to determine which concentrations are most effective for protecting seeds and which treatment periods (before sowing, during sowing or after sowing) provide the best result. It is also important to develop comprehensive schemes for protecting rice crops from diseases using biological preparations, which may include alternating different types of biofungicides to increase their efficiency.

**Key words:** biofungicides, pathocomplex, blast, phytoexamination, biological efficiency.

### Введение

Рис - важная сельскохозяйственная культура, которая занимает одно из первых мест в обеспечении населения Земли продовольствием, возделывается более чем в 100 странах на площади 169 млн га.

Выращивание данной культуры сопряжено с различными рисками, которые могут оказать влияние на объем урожая, качество получаемой продукции и финансовую устойчивость фермеров. Одними из основных угроз являются погодные условия, качество почвы, зависимость от водных ресурсов, вредители, болезни и т. д. [1, 5, 6, 8].

Поражение посевного материала фитопатогенами может привести к снижению всхожести, задержке роста и развития растений, а также к снижению урожайности и качества зерна. Это, в свою очередь, может негативно сказаться на продовольственной безопасности и экономике регионов, занимающихся рисоводством.

Кроме того, поражённые семена могут стать источником инфекции для других растений в поле или для семян следующего урожая, если они будут использованы для посева. Это может привести к распространению болезней на больших территориях и вызвать эпифитотии — массовые вспышки заболеваний растений [1, 6, 9, 11].

По своему химическому составу семена представляют собой полноценную питательную среду для различных бактерий и грибов. Проросток является наиболее уязвимой стадией развития растения: если он ослаблен, это приводит к снижению плотности стояния растений, активному развитию корневой гнили и значительному снижению урожайности. Для предотвращения заболеваний растений в полевых условиях важно исследовать семена, которые являются одним из первоисточников инфекции. Патогены, сохраняющиеся в семенном материале, могут вызывать значительные потери урожая и ухудшение качества зерна.

Фитозэкспертиза семян, которая включает проращивание семян с последующим микроскопическим анализом и идентификацией фитопатогенных грибов, позволяет выявить как видовой, так и количественный состав инфекции, а также оценить интенсивность заражения и степень патологического процесса. Подготовка семенного материала, а также выбор правильного протравителя дает возможность не допустить развития болезни в поле и получить хорошие здоровые всходы [2, 4, 7].

Использование биологических и биотехнологических достижений считается одним из наиболее эффективных способов развития аграрных технологий и решения проблем, возникающих в ходе современного сельскохозяйственного производства [1, 5].

Производство биопродуктов представляет собой одно из ключевых направлений биотехнологической

сферы, которая охватывает как научную, так и коммерческую деятельность, направленную на хозяйственное применение живых организмов и продуктов их жизнедеятельности. Хотя химические пестициды демонстрируют высокую эффективность в борьбе с вредными организмами, они также оказывают негативное воздействие на полезные нецелевые виды. Это может приводить к развитию резистентности у фитофагов и фитопатогенов, что, в свою очередь, вызывает необходимость увеличения норм их применения. Накопление синтетических химических средств защиты растений в почве, водоемах и растительной продукции имеет отрицательные последствия для здоровья человека и животных.

Значение биологического метода защиты растений не ограничивается его непосредственным применением. Гораздо важнее его интеграция с другими методами в рамках комплексной системы защитных мероприятий, особенно в сочетании с химическим методом [1, 3, 5, 10].

### Цель исследований

Провести оценку эффективности биофунгицидов против патокомплекса семян риса и определить их влияние на развитие пирикулярриоза в лабораторных условиях.

### Материалы и методы

Материалом исследования служил сорт риса Клавдий. Для определения зараженности риса отсчитывали 3 рабочие пробы по 100 семян и проращивали их в чашках Петри на двух слоях увлажненной фильтровальной бумаги в течение 10 суток при температуре 28 °С. Чашки Петри, фильтровальная бумага применяемые для анализа, должны быть стерильными [3, 12].

Оценку и учет проросших семян при определении энергии прорастания и всхожести проводили на 3 и 7 сутки, фитозэкспертизу семян - на 10 сутки.

По каждой из трех проб подсчитывали количество семян, зараженных каждой болезнью, и общее количество зараженных семян [3, 12].

Зараженность семян ( $X_4$ ) в процентах вычисляют по формуле:

$$X_4 = \frac{N_1}{n} \times 100\%, \text{ где}$$

$N_1$  — суммарное количество зараженных семян в четырех пробах, шт.;

$n$  — общее количество семян, взятых для анализа, шт.

Для защиты посевного материала была исследована эффективность биопрепаратов: Биофунгицид 1 – 0,2 л/га (*Bacillus subtilis* 1010 КОЕ/мл), Биофунгицид 2 – 150 г/га (*Trichoderma lignorum*, *T. viride*, *T. harzianum* 1010 КОЕ/мл), Биофунгицид 3 – 0,2 л/га (*Pseudomonas fluorescens* 1010 КОЕ/мл), Биофунгицид 4 – 0,3 л/га (*Bacillus subtilis* 1010 КОЕ/мл), Биофунгицид 5 – 12 г/т (*Methylobacterium*

extorguens NVD ВКМ В-2879D 1010 КОЕ/мл, *Streptomyces hygrosopicus* subsp. «limoneus» ВКПМ АС- 1966-300 г/кг, *Bacillus subtilis* ВКПМ В-2918 1010 КОЕ/мл), эталон 2 л/т (тиаметоксам 262,5 г/л + дифеноконазол 25 г/л + флудиоксонил 25 г/л).

Определение биологической эффективности препаратов проводили методом двойных (встречных) культур на морковно-сахарозном агаре (МСА). Культуры инкубировали в течение 14 дней при температуре + 25-27 °С. Контроль – чистая культура патогенного гриба без препарата. Учеты проводили на 5<sup>-е</sup>, 7<sup>-е</sup>, 14<sup>-е</sup> сутки. Отмечали характер взаимоотношений гриба и препаратов: наличие или отсутствие зоны ингибирования, их размер, толщину и направления роста мицелия патогена [4, 11].

Степень ингибирования роста мицелия патогена определяли по формуле:

$$И = (1 - (A/B)) \times 100, \text{ где}$$

И – ингибирование, %;

А – рост гриба в варианте, см;

В – рост гриба в контроле, см [4].

#### Результаты и обсуждение

Определение всхожести и энергии прорастания необходимо для оценки качества посевного материала сельскохозяйственных культур.

Всхожесть (процент семян, которые проросли в определённых условиях за определённый период времени) показывает, какая доля семян обладает жизнеспособностью и может дать начало новому растению. Всхожесть является важным показателем качества семян.

Энергия прорастания — это скорость прорастания семян, то есть время, за которое появляется определённый процент проросших семян. Этот показатель отражает активность семян, их способность быстро начать рост.

Всхожесть влияет на количество растений, которые могут появиться из определённого количества семян. Чем выше всхожесть, тем больше вероятность, что семена дадут жизнь здоровым растениям. Низкая всхожесть может привести к тому, что из посеянных семян прорастёт недостаточное количество растений, что снизит урожайность или декоративность посадок.

Энергия прорастания влияет на сроки появления всходов. Быстрая энергия прорастания означает, что растения начнут расти быстрее, что может быть важно для определённых культур или условий выращивания. Медленная энергия прорастания может задержать появление всходов, что приведет к снижению урожайности или повлияет на качество растений.

Оба показателя важны для определения качества семян и планирования сельскохозяйственных и садоводческих работ. Они помогают выбрать оптимальные сроки посева, рассчитать необходимое количество семян и оценить перспективы выращивания культуры.

Результаты энергии прорастания и всхожести семян риса в контрольном варианте и вариантах с применением биологических фунгицидов представлены в таблице 1.

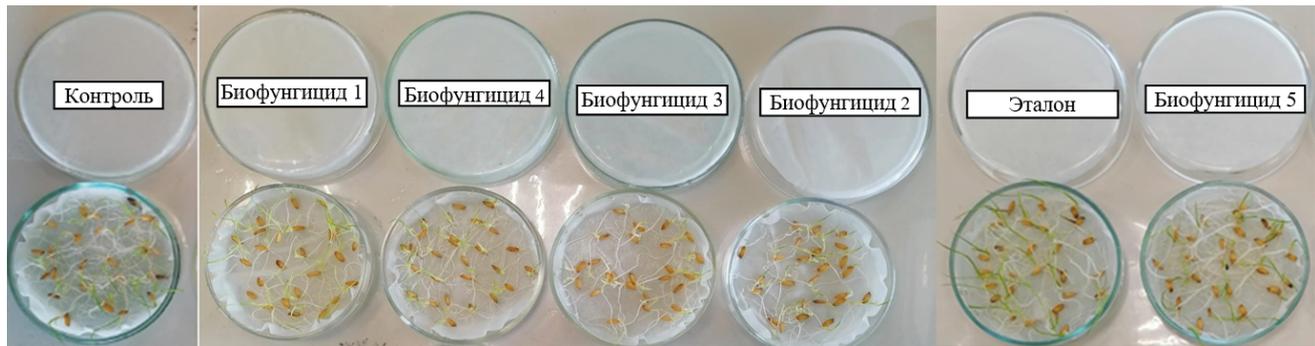
Таблица 1. Энергия прорастания и всхожесть семян риса

Показатель \ Вариант	Результаты анализа						
	Контроль	Биофунгицид 1 (0,2 л/га)	Биофунгицид 2 (150 г/га)	Биофунгицид 3 (0,2 л/га)	Биофунгицид 4 (0,3 л/га)	Биофунгицид 5 (12 г/т)	Эталон (2 л/т)
Энергия прорастания, %	84,3	97,0	91,7	95,3	93,0	90,5	87,7
Всхожесть, %	89,0	98,7	99,0	95,7	96,6	99,0	97,3
НСР <sub>05</sub>	10,6						

Данные биофунгициды содержат биологически активные вещества, которые стимулируют прорастание семян, улучшая их всхожесть. Это приводит к более высокому проценту всходов по сравнению с необработанными семенами.

Лучшие показатели по всхожести были зафиксиро-

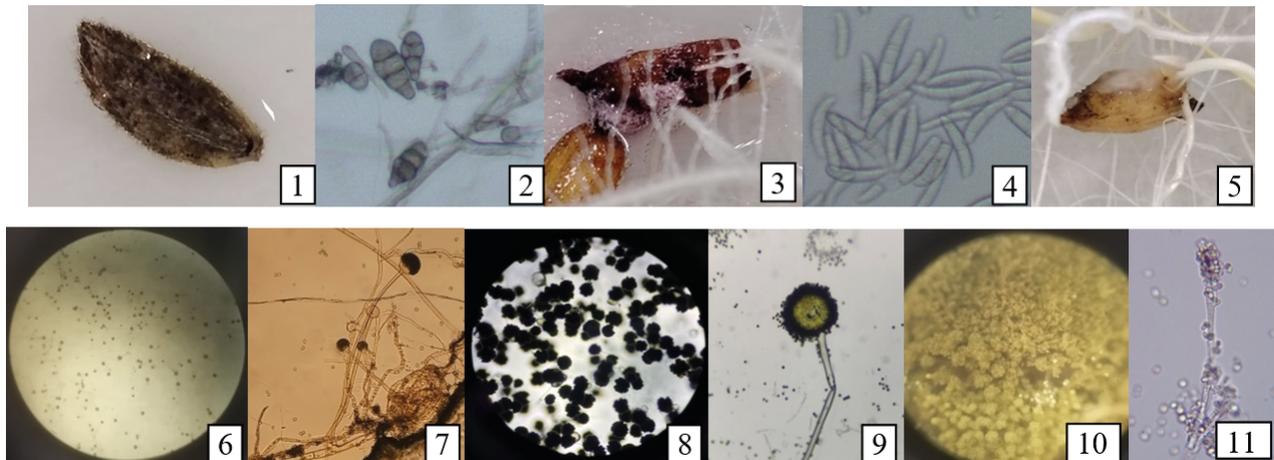
рованы в вариантах с применением биофунгицидов «Биофунгицид 2» в дозировке 150 г/га и «Биофунгицид 5» в дозировке 12 г/т, составив 99,0 %. В контрольном варианте энергия прорастания составляла 84,3 %, всхожесть – 89 %. Наименьшая существенная разница (НСР<sub>05</sub>) составила 10,6 % (рис. 1).



**Рисунок 1. Всхожесть семян риса в вариантах с применением биофунгицидов в сравнении с контролем**

На 10<sup>-е</sup> сутки было проведено определение наличия семенной инфекции, а также количественного и видового состава патогенов.

В результате фитоэкспертизы семенного материала были выявлены фитопатогены: р. *Alternaria*, р. *Fusarium*, р. *Penicillium*, р. *Mucor*, р. *Aspergillus*, бактериоз (рис. 2).



**Рисунок 2. Патоконкомплекс семян риса:  
1, 2 – р. *Alternaria*; 3, 4 – р. *Fusarium*; 5 – бактериоз; 6, 7 – р. *Mucor*;  
8, 9 – р. *Aspergillus*; 10, 11 – р. *Penicillium* (ориг.)**

Инфицирование семян фитопатогенами может привести к их гибели до прорастания. Это обусловлено тем, что микроорганизмы вызывают гниение или другие патологические процессы, которые делают невозможным прорастание семени. Даже, если семена не погибают, инфекция может замедлить их прорастание, что связано с тем, что патогены могут нарушать процессы, необходимые для активации роста зародыша. Семена, заражённые

фитопатогенами, могут так же передавать инфекцию растениям после прорастания, что может привести к развитию болезней и снижению урожайности на ранних стадиях роста.

Для защиты семян от фитопатогенов используются химические и биологические фунгициды.

Результаты биологической эффективности исследуемых биологических препаратов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Биологическая эффективность биофунгицидов

Показатель  Вариант	Результаты фитозэкспертизы, %							
	Альтернариоз (р. <i>Alternaria</i> )		Фузариоз (р. <i>Fusarium</i> )		Плесневение (р. <i>Penicillium</i> , р. <i>Mucor</i> , р. <i>Aspergillus</i> )		Бактериоз	
	Поражение семян, %	Биологическая эффективность, %	Поражение семян, %	Биологическая эффективность, %	Поражение семян, %	Биологическая эффективность, %	Поражение семян, %	Биологическая эффективность, %
Контроль	39,0	-	3,0	-	10,0	-	5,0	-
Биофунгицид 1 (0,2 л/га)	17,7	54,6	-	100	-	100	1,0	80
Биофунгицид 2 (150 г/га)	36,0	7,7	1,0	66,7	2,0	80	-	100
Биофунгицид 3 (0,2 л/га)	28,7	26,4	-	100	5,0	50	3,0	40
Биофунгицид 4 (0,3 л/га)	31,0	20,5	1,0	66,7	5,0	50	1,0	80
Биофунгицид 5 (12 г/т)	37,8	3,1	-	100	-	100	1,0	80
Эталон (2 л/т)	11,3	71,0	-	100	-	100	0,5	90

Доминирующим патогеном был р. *Alternaria*, распространение которого в контрольном варианте составило 39,0 %. От 2 до 10 % семян были инфицированы патогенами из р. *Penicillium*, р. *Mucor*, р. *Aspergillus*. Отмечалось присутствие единичных семян, пораженных фузариозом (1-3 %) и бактериозом (0,5-5 %).

Наиболее высокую эффективность по отношению к альтернариозу продемонстрировали Биофунгицид 1 с нормой расхода 0,2 л/га (*Bacillus subtilis* 1010 КОЕ/мл) и Эталон — 2 л/т (тиаметоксам 262,5 г/л + дифеноконазол 25 г/л + флудиоксонил 25 г/л). Их биологическая эффективность составила 54,6 % и 71,0 % соответственно.

Высокую биологическую эффективность против фузариоза показали препараты Биофунгицид 1, 3, 5 и Эталон. Их эффективность составила 100 %.

Эффективность Биофунгицидов 1, 5 и эталона в отношении плесневых грибов составила 100 %. Высокую эффективность против бактериозов показал Биофунгицид 2 (100 %) и превысил показатели Эталона.

Результаты исследования биологической активности препаратов в борьбе с пирикулярриозом риса (*Pyricularia oryzae* Br. & Cav.) представлены в таблице 3.

Из данных, приведенных в таблице 3, видно, что на 7-е сутки эксперимента все исследуемые фунгициды подавляли развитие патогена на уровне 44,4 – 88,9 % (рис. 3).

Таблица 3. Результаты биологической эффективности препаратов против пирикулярриоза риса

Вариант опыта	Ингибирование роста мицелия, см			Биологическая эффективность, %
	7 сутки	14 сутки	21 сутки	
Контроль	0,9	2,2	3,6	-
Биофунгицид 1 (0,2 л/га)	0,1	0,3	0,5	86,1
Биофунгицид 2 (150 гр./га)	0,3	0,7	1,0	72,2
Биофунгицид 3 (0,2 л/га)	0,1	0,2	0,6	83,3
Биофунгицид 4 (0,3 л/га)	0,2	1,1	1,5	58,3
Биофунгицид 5 (12 г/т)	0,5	1,3	1,8	50,0
Эталон (2 л/т)	0,1	0,3	0,4	88,9

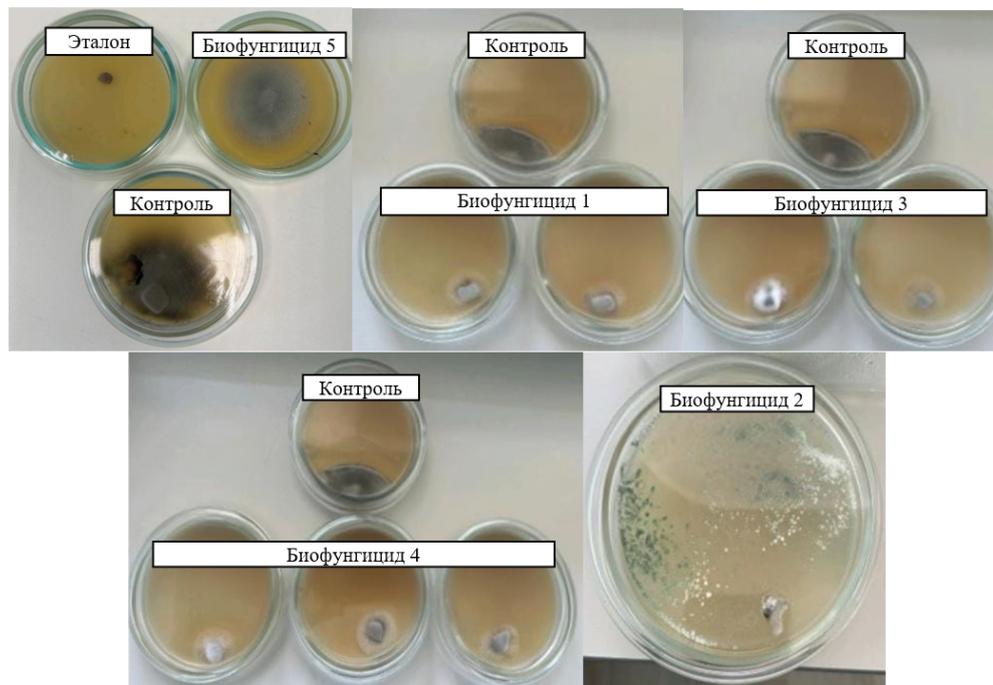


Рисунок 3. Антифунгальная активность биопрепаратов (ориг.).

В результате проведенной оценки антифунгальной активности биопрепаратов по отношению к пирикулярриозу на 14 сутки ингибирующая активность вариантов 1 и 3 показала высокую эффективность - 86,4 % и 90,9 % соответственно. На 21 сутки ингибирующая активность препаратов составила: Эталон (2 л/т) – 88,9 %, Биофунгицид 1 (0,2 л/га) – 86,1 %, Биофунгицид 3 (0,2 л/га) – 83,3 %, Биофунгицид 2 (150 гр./га) – 72,2 %, Биофунгицид 4 (0,3 л/га) – 58,3 %, Биофунгицид 5 (12 г/т) – 50,0 %. Можно сделать вывод, что Биофунгицид 2, 4 и 5 не эффективны против данного патогена.

#### Выводы

1. В результате проведенного анализа было установлено, что семена риса, обработанные биологическими препаратами, имеют всхожесть:

Биофунгицид 3 - 95,7 %, Биофунгицид 4 – 96,6 %, Биофунгицид 1 – 98,7 %, Биофунгицид 2 и Биофунгицид 5 – 99,0 %, в контрольном варианте составила 89,0 %.

2. Фитоэкспертиза семян показала фитопатогены: р. *Alternaria*, р. *Fusarium*, р. *Penicillium*, р. *Mucor*, р. *Aspergillus*, бактериозы.

3. Все биологические препараты в качестве протравителя показали низкую биологическую эффективность против альтернариоза (54,6 % – Биофунгицид 1; 26,4 % – Биофунгицид 3; 20,5 % – Биофунгицид 4; 7,7 % – Биофунгицид 2; 3,1 % – Биофунгицид 5). В варианте с применением Эталона – 71,0 %. Биологическая эффективность против фузариоза: варианты 1, 3, 5 и эталон – 100 %, варианты 2 и 4 – 66,7 %.

4. Оценка антифунгальной активности био-препаратов по отношению к *Pyricularia oryzae* Br. & Cav., выявила высокую эффективность препаратов Биофунгицид 1 (0,2 л/га) и Бифунгицид 3 (0,3 л/га), составившая 86,1 % и 83,3 % соответственно.

Наименьшую эффективность показали Бифунгицид 5 (50,0 %) и Бифунгицид 4 (58,3 %). Биофунгицид 1, 3 рекомендуются для дальнейшего изучения в полевых условиях против патогена *Pyricularia oryzae* Br. & Cav.

#### Литература

1. Баштовой, И. Н. Посевные качества семян как фактор, определяющий урожайность риса (обзор) / И. Н. Баштовой, Р. Р. Джамирзе, А. С. Слабченко // Рисоводство. - 2023. - №1 (58). - С. 77-81.
2. Бондаренко, Н. В. Биологическая защита растений. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1986. — 278 с.
3. ГОСТ 12044-93. Группа C09. Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями.
4. Минаева, О. М. Биопрепараты для защиты растений: оценка качества и эффективности: учеб. пособие. / О. М. Минаева, Е. Е. Акимова, Т. И. Зюбанова, Н. Н. Терещенко – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. – 130 с.
5. Пыльнев, В. В. Частная селекция полевых культур: учебник / В. В. Пыльнев, Ю. Б. Коновалов, Т. И. Хупацария, О. А. Буко. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 544 с.
6. Тешева, С. А. Эффективность предпосевной обработки семян в повышении продуктивности риса / С. А. Тешева, Д. А. Пищенко, В. И. Полищук, Е. В. Егорова // Рисоводство. - 2023. - №3 (60). - С. 32-37.
7. Федоренко, В. Ф. Современные технологии производства пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения: науч. аналит. обзор / В. Ф. Федоренко, Н. П. Мишуров, Л. Ю. Коноваленко – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 124 с.
8. Хохряков, М. К. Определитель болезней растений / Хохряков М. К., Доброзракова Т. Л., Степанов К. М., Летова М. Ф. — СПб.: Издательство «Лань», 2003. – 592 с.
9. Dossou, B. Rice pathogens intercepted on seeds originating from 11 African countries and from the USA / B. Dossou, D. Silue // Seed Science and Technology. - 2017. - № 46(1). - P. 31-40.
10. Mahmud, H. In-vitro Tests to Determine the Efficacy of Plant Extracts, BAU-Biofungicide and Fungicides on the Inhibitory Effects on Some Important Rice Pathogen / H. Mahmud, I. Hossain, M.. U. Ahmad // Current research journal of biological sciences, 2017. - № 46(1). - P. 31-40.
11. Chen, W.-C. The Control of Rice Blast Disease by the Novel Biofungicide Formulations / W.-C. Chen, T.-Y. Chiou, Delgado, L. Aileen, Chien-Sen // Sustainability. - 2019. - № 11 - P. 1-9.
12. О фитоэкспертизе посевного материала и её роли в получении здорового урожая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosselhocenter.ru/ob-uchrezhdenii/filialy/tsentralnyy-okrug/voronezhskaya-oblast/fitoekspertiza-posevnogo-materiala-i-eye-rol-v-poluchenii-zdorovogo-urozhaya/>

#### References

1. Bashtovoy, I. N. Seed quality as a factor determining rice yield (review) / I. N. Bashtovoy, R. R. Dzhamirze, A. S. Slabchenko // Rice growin. - 2023 - №1 (58). - P. 77-81.
2. Bondarenko, N. V. Biological protection of plants. — 2nd ed, revised and enlarged— М.: Agropromizdat, 1986. — 278 p.
3. GOST 12044-93. Group C09. Interstate standard. Seeds of agricultural crops. Methods for determining infection with diseases.
4. Minaeva, O. M. Biological products for plant protection: assessment of quality and effectiveness: textbook / O. M. Minaeva, E. E. Akimova, T. I. Zybanova, N. N. Tereshchenko – Tomsk: Publishing House of Tomsk State University, 2018. – 130 p
5. Pylnev, V. V. Private breeding of field crops: textbook / V. V. Pylnev, Yu. B. Konovalov, T. I. Khupatsaria, O. A. Booko. — St. Petersburg: Lan, 2022. — 544 p.
6. Tesheva, S. A. The effectiveness of pre-sowing seed treatment in increasing rice productivity / S. A. Tesheva, D. A. Pishchenko, V. I. Polishchuk, E. V. Egorova // Rice growing. - 2023. - №3 (60). - P. 32-37.
7. Fedorenko, V. F. Modern technologies for the production of pesticides and agrochemicals of biological origin: scientific and analytical review / V. F. Fedorenko, N. P. Mishurov, L. Yu. Konovalenko, Moscow: Rosinformagrotech, 2018, 124 p.
8. Khokhryakov, M. K. Determinant of plant diseases / Khokhryakov M. K., Dobrderakona T. L., Stepanov K. M., Letova M. F. — St. Petersburg: Lan Publishing House, 2003. – 592 p.
9. Dossou, B. Rice pathogens intercepted on seeds originating from 11 African countries and from the USA / B. Dossou, D. Silue // Seed Science and Technology. - 2017. - № 46(1). - P. 31-40.

10. Mahmud, H. In-vitro Tests to Determine the Effectiveness of Plant Extracts, BAU-Biofungicide and Fungicides on the Inhibitory Effects on Some Important Rice Pathogen / H. Mahmud, I. Hossain, M. U. Ahmad // Current research journal of biological sciences, 2017. - № 46(1). - P. 31-40.

11. Chen, W.-C. The Control of Rice Blast Disease by the Novel Biofungicide Formulations / W.-C. Chen, T.-Y. Chiou, Delgado, L. Aileen, Chien-Sen // Sustainability. - 2019. - № 11. - P. 1-9.

12. On phytoexpertize of seed material and its role in obtaining a healthy harvest [Electronic resource]. – Access mode: <https://rosselhocenter.ru/ob-uchrezhdenii/filialy/tsentralnyy-okrug/voronezhskaya-oblast/fitoekspertiza-posevnogo-materiala-i-eye-rol-v-poluchenii-zdorovogo-urozhaya/>

**Екатерина Сергеевна Сегеда**

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

**Ekaterina Sergeevna Segeda**

Junior scientist at the Laboratory of Immunity and Plant Protection  
E-mail: gudoshnikovak@mail.ru

**Татьяна Алексеевна Егорова**

Младший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений  
E-mail: Putintseva73@yandex.ru

**Tatiana Alekseevna Egorova**

Junior scientist at the Laboratory of Immunity and Plant Protection  
E-mail: Putintseva73@yandex.ru

**Олеся Анатольевна Брагина**

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

**Olesya Anatolyevna Bragina**

Leading Researcher at the Laboratory of Immunity and Plant Protection  
E-mail: olesya.bragina.1984@mail.ru

**Светлана Андреевна Верещагина**

Научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений  
E-mail: svetlana.vereshagina2013@yandex.ru

**Svetlana Andreevna Vereshchagina**

Scientist at the Laboratory of Immunity and Plant Protection  
E-mail: svetlana.vereshagina2013@yandex.ru

**Диана Павловна Радько**

Младший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений  
E-mail: rdp\_vniir@mail.ru

**Diana Pavlovna Radko**

Junior scientist at the Laboratory of Immunity and Plant Protection  
E-mail: rdp\_vniir@mail.ru

**Мария Дмитриевна Говердовская**

Младший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений  
E-mail: shagina-95@mail.ru

**Maria Dmitrievna Goverdovskaya**

Junior scientist at the Laboratory of Immunity and Plant Protection  
E-mail: shagina-95@mail.ru

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

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

DOI 10.33775/1684-2464-2025-67-2-50-59  
УДК 004.89:635.1:631.676

**Федосов А.Ю.,**  
**Меньших А.М.,** канд. с.-х. наук,  
**Васючков И.Ю.,** канд. с.-х. наук,  
**Иванова М.И.,** д-р с.-х. наук, проф. РАН  
Московская область, Раменский район,  
д. Верея, Россия

### **ФЕРТИГАЦИЯ И КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ ЛУКА РЕПЧАТОГО (ОБЗОР)**

Представлен обзор влияния фертигации и капельного орошения на лук репчатый. В современном сельском хозяйстве всё большую популярность приобретает капельное орошение – передовая технология, особенно ценная в регионах с ограниченным доступом к водным ресурсам. Внимания заслуживает фертигация – инновационный метод выращивания сельскохозяйственных культур, при котором удобрения подаются непосредственно к корням растений вместе с поливной водой через систему капельного полива. Это позволяет существенно повысить эффективность использования удобрений и увеличить урожайность. Ключевое преимущество микроорошения заключается в рациональном использовании водных ресурсов. При таком способе полива потребление воды снижается на 30-70 %, а продуктивность культур возрастает на 10-60 %. Особенно впечатляющие результаты демонстрирует применение капельной фертигации при выращивании лука репчатого: при неизменном расходе воды урожайность может увеличиться втрое. Эти показатели делают технологию капельного орошения с фертигацией перспективным решением для современного сельскохозяйственного производства. Лук репчатый более чувствителен к дефициту питательных веществ, чем большинство овощей, из-за неглубокой и минимально разветвленной корневой системы, в основном сосредоточенной в верхнем (0-30 см) слое почвы. Прямостоячий габитус растения и воскообразная поверхность листьев лука репчатого затрудняют внекорневую подкормку, но возможна капельная фертигация. Исследование подчеркивает важность эффективного капельного орошения и фертигации для максимизации урожайности лука и эффективности использования воды. Предоставляет ценные данные для оценки потенциальных преимуществ урожайности лука при точном орошении в исследуемой области. Оптимизация глубины полива может значительно повысить урожайность лука репчатого и эффективность использования воды в полузасушливых регионах.

**Ключевые слова:** фертигация, капельное орошение, экономия поливной воды, лук репчатый, урожайность.

### **FERTIGATION AND DRIP IRRIGATION OF ONION (REVIEW)**

The article presents an overview of fertigation and drip irrigation of onions. In modern agriculture, drip irrigation – an advanced technology that is especially valuable in regions with limited access to water resources – is becoming increasingly popular. Special attention should be paid to fertigation – an innovative method of growing agricultural crops, in which fertilizers are supplied directly to the roots of plants along with irrigation water through a drip irrigation system. This allows significantly increasing the efficiency of fertilizer use and increasing crop yields. The key advantage of micro-irrigation is the rational use of water resources. With this method of irrigation, water consumption is reduced by 30-70%, and crop productivity increases by 10-60%. The use of drip fertigation in growing onions demonstrates particularly impressive results: with constant water consumption, the yield can increase threefold. These indicators make the technology of drip irrigation with fertigation a promising solution for modern agricultural production. Onions are more sensitive to nutrient deficiencies than most vegetables due to their shallow and minimally branched root system. The study highlights the importance of efficient drip irrigation and fertigation to maximise onion yield and water use efficiency. It provides valuable data to assess the potential onion yield benefits of precision irrigation in the study area. Optimising irrigation depth can significantly improve onion yield and water use efficiency in semi-arid regions. stem, mostly concentrated in the upper (0-30 cm) soil layer. The upright habit of the plant and the waxy surface of the leaves of onions make foliar fertilizing difficult, but drip fertigation is possible.

**Key words:** fertigation, drip irrigation, saving irrigation water, onions, crop yields.

#### **Введение**

Фертигация – эффективный и агрономически обоснованный метод обеспечения растений растворимыми питательными веществами непосредственно

в активной корневой зоне растения. Она обеспечивает высокую эффективность внесения удобрений за счет равномерного и правильного распределения поливной воды в почве, гибкость соотношений

питательных веществ также позволяет избежать улетучивания азота с поверхности почвы. Фертигация не только повышает эффективность внесенных удобрений и воды, но и сокращает их количество. Это в свою очередь снижает себестоимость производства, а также уменьшает вероятность загрязнения водоносных горизонтов, которое приводит к экологическим нарушениям и рискам для здоровья из-за вымывания удобрений и накопления нитратов в грунтовых водах. Внедрение передового и эффективного метода внесения воды и удобрений через систему капельного орошения будет иметь большое значение для экономии производственных затрат и реализации повышения производительности [9, 15, 16].

#### **Цель исследований**

Изучить информацию об эффективном управлении водными и питательными ресурсами при выращивании лука репчатого, как чувствительной овощной культуры к дефициту питательных веществ, что имеет значение при разработке методов ведения сельского хозяйства, принятия обоснованных решений и улучшения управления водными ресурсами

#### **Материалы и методы**

Литература для составления этого обзора была получена из исследовательских или обзорных статей и глав книг, опубликованных в журналах (индексированных SCOPUS, Web of Science, SCIE и ESCI) или издательствами (например, Elsevier). Сначала был создан пул литературы из всех соответствующих работ, связанных с областью обзора из отечественных авторитетных источников, таких как Elibrary.ru, КиберЛенинка, Библиотека РФФИ, Академия Google, PsyJournals и т.д.

#### **Результаты и обсуждение**

Сельскохозяйственный сектор является крупнейшим потребителем воды. Традиционная система орошения напуском имеет крайне низкий показатель эффективности и колеблется от 25 до 40 %. Общая эффективность системы полива дождеванием находится в диапазоне 50-70 % с учетом всех потерь (на испарение и снос ветром 10-15 %, в жаркие и ветреные часы: до 30 % и более) и недополива участков (для машин кругового действия). Внедрение микроорошения может помочь сэкономить значительное количество воды и повысить качество и количество продукции. Микроорошение – это лишь один из многих инструментов технологии орошения и управления водными ресурсами, но это инструмент, который имеет ряд преимуществ. Одно из главных – поливы могут быть точно настроены таким образом, чтобы подавать воду и питательные вещества точно в срок, для избежания стресса растений [20].

Важными преимуществами использования микроорошения являются высокая эффективность использования поливной воды, создание условий для дружного роста и повышение урожайности растений, снижение опасности засоления, повышение

эффективности удобрений и других химикатов, ограничение роста сорняков в междурядьях, снижение потребности в энергии и совершенствование методов ведения культуры.

Микроорошение снижает чувствительность большинства культур к условиям засоленности почвы благодаря поддержанию высоких уровней влажности в корневой зоне. Частый полив водой непрерывно пополняет влагу, вынесенную растением, и выносит соли от растения к краям корневой зоны. Эти соли осаждаются из воды на краю увлажнённого периметра [34].

Капельное орошение заслуженно заняло свое место в современном сельском хозяйстве и является одной из последних инноваций для подачи воды в места производства, расположенные на большом расстоянии от источников водоснабжения, особенно в районах с недостаточным количеством воды. Технология позволяет значительно экономить воду, т.к. подача производится довольно точно и непосредственно в корневую зону, не смачивая другие участки почвы, не занятые культурой. Эта технология не только наиболее эффективно использует каждую каплю воды, но и обеспечивает хороший рост культуры и повышение урожайности благодаря стабильному содержанию влаги, которое всегда поддерживается в корневой зоне культуры за счет частого полива с более короткими интервалами [17-19].

В системе капельного орошения увлажняется только часть поверхности почвы, обычно от 15 до 60 %. Ранее капельное орошение считалось новой технологией, применение которой ограничивалось некоторыми особыми культурами. Преимущества капельного орошения включают в себя лучшую приживаемость культур, минимальную изменчивость урожайности и улучшение качества получаемой продукции. Несколько экспериментов показало положительную реакцию большинства сельскохозяйственных культур на частое применение капельного орошения малыми дозами [38].

Капельное орошение обладает потенциалом для устранения проблемы двух наиболее распространенных негативных факторов, способствующих вымыванию азота, т.е. чрезмерного внесения удобрений и чрезмерного орошения. Капельное орошение за многие годы использования доказало свое превосходство над другими методами решения этой проблемы. Благодаря непосредственному внесению воды в корневую зону капельное орошение может играть жизненно важную роль в максимальном повышении эффективности использования воды и удобрений.

Использование системы микроорошения приводит к экономии воды на 30-70 % при выращивании овощных культур, при увеличении урожайности на 10-60 % по сравнению с традиционным методом орошения. Капельное орошение часто предпочти-

тельнее других технологий полива из-за его высокой эффективности вследствие снижения потерь при транспортировке воды к растениям, от испарения с поверхности и глубокого просачивания воды. Из-за частого полива концентрация солей в зоне корнеобразования остается контролируемой [13].

Хорошо спроектированная система капельного орошения приносит пользу окружающей среде, экономя воду и удобрения. Правильно установленная и настроенная система может сэкономить до 80 % воды, по сравнению с объемом используемым в других типах ирригационных систем. Вода распределяется более равномерно и точно по всему полю, что устраняет необходимость проводить орошение дольше и большими нормами для увлажнения всего поля.

Фертигация – это внесение водорастворимых удобрений с помощью дождевателей или капельного орошения. Это эффективный и агрономически обоснованный метод обеспечения растений растворимыми питательными веществами непосредственно в активной корневой зоне растения. Увеличение площадей фертигации культур предоставляет прекрасную возможность для изучения новых сбалансированных программ питания для растений, которые могут улучшить состояние растений в течение вегетации и повысить урожайность и качество продукции. Фертигация позволяет повысить эффективность орошения и использования питательных веществ, а также снизить затраты на внесение. Это улучшает динамику роста растений и усвоение питательных веществ, а также ограничивает потери питательных веществ. Внесение удобрений через систему капельного орошения имеет ряд преимуществ:

- питательные вещества можно вносить в любое время в течение сезона и в соответствии с потребностями растения;
- размещение подвижных питательных веществ, таких как азот, может регулироваться в профиле почвы количеством вносимой воды;
- применяемые питательные вещества легко доступны для быстрого усвоения растениями;
- питательные вещества равномерно вносятся по полю непосредственно в зону растений;
- ущерб урожаю при внесении удобрений сводится к минимуму.

За исключением, возможно, некорневых опрыскиваний (подкормок), фертигация является одним из самых быстрых способов устранения существующего дефицита питательных веществ, особенно для макроэлементов, которые требуются в наибольшем количестве. Листовая пластинка растений может быть обожжена, если макроэлементы вносятся в больших количествах при опрыскивании листьев.

Фертигация повышает общую активность корней; улучшает подвижность питательных элементов и их усвоение, а также снижает загрязнение поверхностных и подземных вод. Для фертигации использова-

ние полностью водорастворимого удобрения признано безопасным для защиты капельной системы от засорения в долгосрочной перспективе [16].

Правильно спроектированная система фертигации через капельное орошение обеспечивает подачу воды и питательных веществ с заданной скоростью, продолжительностью и частотой, чтобы максимизировать поглощение воды и питательных веществ растениями, сводя к минимуму вымывание питательных веществ и химикатов от зоны корней возделываемой культуры.

При капельном орошении движение воды и ее распределение в почве зависит от многих параметров, таких как тип почвы, скорость инфильтрации, гидравлическая проводимость, скорость расхода эмиттера ленты, количество эмиттеров на площади, количество вносимой воды, предшествующая влажность почвы, глубина залегания грунтовых вод и определенные климатические факторы. Норма полива при капельном поливе является важным фактором, определяющим распределение влаги в профиле почвы. Высокая скорость может привести к глубоким потерям при просачивании, в то время как очень низкая скорость может способствовать потерям на испарение. Частота полива и норма полива в капельной системе не только определяют размер поверхности увлажненной почвы, но также и геометрию (профиль) увлажненной зоны. Частота полива влияет на протяженность испаряющейся поверхности, а норма определяет зону корневой активности и эффективность выбранного режима.

Распределение воды в почве (по объему) в профилях при всех капельных и фертигационных обработках указывало на то, что вблизи эмиттера оно было относительно выше и уменьшалось по мере увеличения расстояния от точки выброса. Частые поливы при капельном орошении поддерживали большую часть почвы в корневой зоне растений в хорошо аэрируемом состоянии и с содержанием влаги в почве в оптимальном диапазоне, не происходило колебаний между переувлажненными и сухими крайними критическими состояниями.

Движение воды в почве зависит от характеристик почвы и расхода капельницы. Выявлено влияние высоких норм внесения на быстроту распределения фронта смачивания как в радиальном, так и в вертикальном направлениях. Увеличение вносимого объема воды значительно увеличивало глубину смачивания, но мало влияло на смачиваемый участок в горизонтали. Это может быть связано с тем, что радиус насыщения воды приближается к постоянному значению через определенное время около 3,5 часов. Увеличение времени полива позволяет большему количеству воды распределяться в горизонтальном направлении, в то время как уменьшение времени - в вертикальном направлении при заданном объеме [31]. Тип почвы, объем воды, подаваем-

мой в почву, и скорость сброса эмиттера являются основными факторами, влияющими на геометрию зоны увлажнения [23].

Характер увлажнения поверхности почвы был круговым, а профиль почвы - эллиптическим под действием одного эмиттера. При использовании сдвоенных излучателей характер увлажнения поверхности почвы имеет тенденцию становиться эллиптическим, когда по мере продвижения фронта влаги в профиле меняется от трехмерного до почти двумерного после того, как фронт влаги двух эмиттеров соприкасается друг с другом. Схема распределения влаги в почве при капельном орошении имеет форму луковицы [41]. Содержание влаги в почве было выше вблизи капельницы (0-30 см) и уменьшалось с увеличением бокового расстояния от излучателя. Точно так же он был выше в поверхностном слое (0-15 см) и имел тенденцию к уменьшению с глубиной. Равномерное содержание почвенной влаги распределялось в корнеобитаемом слое поля, что указывает на оптимальные условия доступности почвенной влаги для культуры [39]. Это означает, что капельная система может поддерживать идеальный режим влажности для оптимальных условий роста урожая и, таким образом, обеспечивает экономию воды или повышение эффективности ее использования.

При капельном поливе с увеличением времени полива влажность почвы увеличивалась по горизонтали и вертикали. Горизонтальное распределение влажности при норме расхода 4 л/ч при капельном поливе за 1 час и 2 часа составило 0,3 м и 0,6 м соответственно на поверхности почвы. Глубина, достигаемая краем профиля влажности в легком грунте, была наименьшей по сравнению с тяжелыми и средними типами почвы в течение 1 часа и 2 часов. Содержание влаги находилось в диапазоне от 71 до 100 % от наименьшей влагоемкости при капельном орошении [24].

Развитие корней при капельном поливе ограничено объемом почвы, смачиваемой эмиттерами. С уменьшением длины корня уменьшается глубина почвы, которая используется растением. Корни более сосредоточены вблизи источника воды на ежедневно орошаемых участках, причем 75 % корней находится в пределах 50 см полусферы у отверстия эмиттера. Напротив, корни более равномерно удалены по бокам на участках с еженедельным орошением, причем 63 % из них находятся в пределах 50 см от излучателя. Что касается длины корней, то на ежедневно орошаемых участках корни сильно сконцентрированы в поверхностных слоях, причем 64 % приходится на верхние 45 см, и плотность заметно снижается ниже 75 см. Информация о строении и функциях корневых систем сельскохозяйственных культур имеет важное значение для согласования конструкции и управления системой орошения с потребностями возделываемых сельскохозяйственных культур.

При капельном орошении наибольшее снижение содержания  $N-NO_3$  в почве наблюдалось на глубине от 30 до 60 см, в то время как наибольшее снижение содержания калия в почве отмечено на глубине от 0 до 30 см, и капельное орошение не влияло на рН почвы. Капельная фертигация с более высокой дозой азота (74 кг/га) приводит к более высоким показателям электропроводности почвы (ЕС), с растворенными фосфором, калием и  $N-NO_3$  в почве по сравнению с более низкими дозами азота (39 и 58 кг/га) [26]. Больше количество доступного фосфора было ограничено верхним слоем размером 0-15 см непосредственно под эмиттером. Концентрация доступного фосфора снижалась с увеличением глубины почвенного профиля независимо от способа полива и глубины увлажнения [27]. Имеющееся содержание азота было ограничено максимумом непосредственно под эмиттером и смещалось в поперечном направлении до 15 см и вертикально до 15-25 см, а затем уменьшалось. Подвижность фосфора была самой высокой непосредственно под зоной выброса, перемещалась в поперечном и вертикальном направлениях на расстояние до 5 см и затем уменьшалась. Что касается имеющегося калия, то он смещался как в сторону, так и по вертикали до 15 см, а затем содержание его уменьшалось [25].

Фертигация с большей продолжительностью внесения распределяет нитраты более равномерно по всей корневой зоне. Изучено влияние стратегии фертигации и типа почвы на потенциал выщелачивания (вымывания) нитратов в различных системах микроорошения. Было обнаружено, что фертигация в начале цикла орошения имеет тенденцию к увеличению выщелачивания нитратов. Напротив, фертигация в конце оросительного цикла снижает вероятность выщелачивания нитратов [28].

Лук репчатый — это культура с поверхностной корневой системой; глубина проникновения корней составляет около 0,18 м, поэтому она не может поглощать влагу из глубоких почв. Корневая система луковых растений делают их восприимчивыми к колебаниям влажности почвы, что приводит к снижению урожайности. Поэтому крайне важно поддерживать достаточную влажность почвы на поверхности, чтобы способствовать оптимальному развитию луковиц. В орошаемом земледелии выращивание лука считается значительным потребителем воды. Сезонные потребности лука в воде сильно варьируют в зависимости от агроклимата, местоположения и стадии роста, а также коэффициентов урожая ( $K_c$ ) в диапазоне от 0,4 до 0,7 (начальная стадия), от 0,85 до 1,05 (средняя стадия развития) и от 0,6 до 0,75 (конечная стадия), сезонные потребности в орошении могут варьировать от 225 до 1040 мм для получения урожайности от 10 до 77 т/га. Наиболее чувствительными к водному стрессу стадиями роста являются всходы, пересадка и формирование луковиц [35].

Кроме того, избыточное количество воды может негативно повлиять на качество конечного урожая. Большое количество оросительной воды может привести к низкой производительности воды из-за относительно высокой глубинной фильтрации, в основном на песчаных почвах. Поэтому эффективная технология орошения, которая может предотвратить водный стресс растений и минимизировать глубокую фильтрацию, будет играть решающую роль в сохранении воды и улучшении производительности воды.

Лук репчатый более чувствителен к нехватке питательных веществ, чем большинство овощных культур, из-за его мочковатой корневой системы. Для него, в отличие от других культур, характерна невысокая интенсивность усвоения питательных веществ, особенно в начале роста [12].

Капельная фертигация лука репчатого привела к 60 %-ной экономии удобрений для достижения того же уровня урожайности по сравнению с традиционным методом при окупаемости в 5,28 кг NPK на 1 кг луковиц [32].

Более высокие значения высоты растения, числа листьев и параметры урожайности могут быть связаны с повышенным усвоением основных питательных веществ и большим производством сухого вещества [29]. Это также может быть связано с тем, что происходит лучшее использование питательных веществ культурой из-за меньшего эффекта выщелачивания, а благодаря капельному орошению потребность растений в воде будет полностью удовлетворяться, что способствует лучшему росту. Интенсивный рост лука наблюдался из-за производства большего количества листьев с более широким размером, что помогло синтезу большего количества фотосинтатов и, таким образом, привело к увеличению накопления углеводов и метаболитов, которые в итоге определили размер и вес луковиц. Аналогичные результаты также получены в исследованиях на луке [30, 36, 37, 40].

Применение 3,4 кг/га мочевины при ежедневной фертигации привело к максимальной урожайности лука (29,2 т/га) с наименьшим количеством вымывания  $N-NO_3$  (23%) [33].

Производственный ресурс регионов России по производству лука репчатого существенно различается и всецело зависит как от природно-климатических факторов и технологических приемов, так и от рынка и потребления этой продукции населением. Так, при орошении по бороздам урожайность его изменялась от 16 до 28 т/га, при дождевании – от 30 до 45 т/га и только при капельной фертигации и химической защите растений удалось повысить урожайность до 100-140 т/га и более в отдельно взятых регионах [3, 11, 14].

При капельной фертигации питательный раствор держится у корней дольше, чем при других способах орошения, поэтому она больше подходит для

растений с неглубокой корневой системой, таких, как лук репчатый. В Российской Федерации влияние фертигации на урожайность лука репчатого в однолетней культуре изучено на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья, на каштановых почвах Волгоградской области, каштановых почвах Ставропольского края, черноземах обыкновенных Ростовской области, на аллювиальных луговых почвах Московской области [1, 2, 4, 5, 8, 22].

В условиях Волгоградской области в Волго-Донском междуречье на светло-каштановых тяжелосуглинистых почвах проводили опыты по оптимизации минерального питания гибридов лука репчатого. Полив проводили системой капельного орошения системы Нетафим. Водный режим заключался в поддержании в слое 0,5 м дифференцированного предполивного порога влажности почвы 80 % НВ – от посева до начала созревания луковиц и 70 % НВ – в период созревания – технической спелости луковицы. Максимальная число листьев (13,5 шт.), масса луковицы (136,5 г), урожайность (116,2 т/га) гибрида Сабросо F<sub>1</sub> получена при фертигации аммиачной селитрой до фазы начала образования луковицы (от 1 до 4 удобрительных полива), далее нитратом кальция и нитратом калия, начиная с фазы начала образования луковицы + одна листовая подкормка  $N_{20}P_{20}K_{20}$  + микроэлементы (0,3 % раствор, 300 л/га) в фазу образования 3-5 листьев + одна листовая подкормка  $N_{12}P_6K_{36}$  + Mg + S + микроэлементы в фазу начала образования луковицы [10].

В условиях приазовской зоны Ростовской области на черноземных почвах максимальная урожайность лука репчатого Олимпос F<sub>1</sub> от применения минеральных удобрений достигнута на варианте с внесением под предпосевную культивацию  $N_{280}P_{280}K_{280}$  – 105,2 т/га.  $N_{160}P_{160}K_{160}$  при внесении весной под культивацию и фертигацией обеспечила урожайность 102,4 т/га, при фертигации – 97,9 т/га против 89,6 т/га в контроле (без удобрений) [7].

На черноземах обыкновенных Ростовской области урожайность лука репчатого в варианте фертигации  $N_{100}P_{90}$  составила 32,4 т/га, при  $N_{120}P_{120}$  – 43,9 т/га, при  $N_{140}P_{150}$  – 51,5 т/га против 25,0 т/га без применения удобрений [1].

В условиях засушливой зоны Ставропольского края на каштановых почвах урожайность лука репчатого была выше на 22,5–30,0 % в варианте  $N_{200}P_{160}K_{160}$  (основное  $N_{48}P_{48}K_{48}$ , припосевное  $N_{32}P_{32}K_{32}$ , подкормки (суммарно)  $N_{120}P_{80}K_{80}$ ), чем без подкормок –  $N_{80}P_{80}K_{80}$  (основное  $N_{48}P_{48}K_{48}$ , припосевное  $N_{32}P_{32}K_{32}$ ) [8].

На аллювиальных луговых почвах Нечерноземной зоны на луке репчатом распределённое внесение азота ( $N_{110}P_{110}K_{110}$ ) предпосевное + ( $Ca_{40}N_{20} + K_{40}N_{40} + K_{40}N_{40}$ ) в процессе вегетации с капельной фертигацией достоверно оказалось более эффективным, чем предпосевное ( $N_{160}P_{160}K_{160}$ ) + ( $Ca_{40}N_{20} + K_{40}N_{20} + K_{40}N_{20}$ ) с капельной фертигацией в процессе вегетации [6].

**Выводы**

Из приведенного обзора хорошо видно, что при капельном орошении требуется меньше поливной воды при повышенной эффективности полива и равномерном распределении воды и удобрений по сравнению с традиционными методами. Фертигация также повышает эффективность использования удобрений, что приводит к увеличению урожайности и рентабельности производства. Правильное сочетание воды и питательных веществ является ключевым фактором для высокой урожайности и качества продукции. Фертигация обладает потенциалом для обеспечения того, чтобы правильная комбинация воды и питательных веществ была доступна в корневой зоне, удовлетворяя общую

и временную потребность растений в этих двух факторах. Лук репчатый более чувствителен к дефициту питательных веществ, чем большинство овощных культур, из-за неглубокой и минимально разветвленной корневой системы, в основном сосредоточенной в верхнем (0-30 см) слое почвы. Прямостоячий габитус растения и воскообразная поверхность листьев лука затрудняют внекорневую подкормку, но возможна капельная фертигация. График фертигации может быть оптимизирован в соответствии с этапами роста и развития растений лука репчатого, поскольку это может привести к снижению внесения удобрений и увеличению прироста для фермеров.

**Литература**

1. Бабичев, А.Н. Влияние минерального питания на урожайность лука репчатого / А.Н. Бабичев, А.А. Рубцов, А.А. Бабенко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. - Новочеркасск, 2020. - № 4(80). - С. 141-144.
2. Борисов, В.А. Продуктивность и качество репчатого лука при использовании минеральных удобрений, биокомпостов и регуляторов роста / В.А. Борисов, А.А. Коломиец, И.Ю. Васючков, А.Р. Бебрис // Овощи России. - ВНИИССОК, 2021. - № 5. - С. 39-43.
3. Денисов, К.Е. Урожайность и водный баланс лука репчатого в Нижневолжском регионе / К.Е. Денисов, Н.Ю. Петров, А.П. Солодовников, В.А. Иванов, Б.К. Болаев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - Волгоград, 2024. - № 3(75). - С. 23-29.
4. Зайцева, Н.А. Урожайность лука репчатого в условиях светло-каштановых почв Нижнего Поволжья в зависимости от вносимых удобрений / Н.А. Зайцева, И.И. Климова, Е.В. Ячменёва, А.С. Дьяков, С.В. Зайцев // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. - Москва, 2021. - № 4(50). - С. 18-21.
5. Ирков, И.И. Оптимизация элементов технологии производства лука-репки в однолетней культуре в условиях Нечерноземья / И.И. Ирков, М.Г. Ибрагимбеков, А.Н. Заплаткин, Р.А. Багров. // Картофель и овощи. - Москва, 2021. - № 3. - С. 25-28.
6. Ирков, И.И. Эффективность распределённого внесения азота на луке репчатом (*Allium cepa* L.) в однолетней культуре / И.И. Ирков, О.Н. Успенская, Н.И. Берназ // Овощи России. - ВНИИССОК, 2023. - № 3. - С. 88-92.
7. Ким, В.О. Оптимизация минерального питания лука репчатого при выращивании на черноземе обыкновенном в условиях Ростовской области / В.О. Ким, Р.А. Каменев, В.В. Турчин, В.К. Каменева // Вестник Донского государственного аграрного университета. - Новочеркасск, 2023. - № 3 (49). - С. 35-40.
8. Лобанкова, О.Ю. Влияние минеральной подкормки на продуктивность лука репчатого в условиях орошения в засушливой зоне / О.Ю. Лобанкова, К.Б. Исмаилов, М.В. Селиванова // Вестник АПК Ставрополя. - Ставрополь, 2021. - № 4(44). - С. 32-36.
9. Меньших, А.М. Интеллектуальная система полива: цифровые решения в овощеводстве / А.М. Меньших, А.Ю. Федосов, В.А. Янченко, В.А. Фартуков, М.И. Иванова // Рисоводство. - Краснодар, 2024. - Т. 23. - № 2 (63). - С. 76-84.
10. Павленко, В.Н. Применение удобрений при выращивании лука на капельном орошении / В.Н. Павленко, В.А. Зайцев // Орошаемое земледелие. - Волгоград, 2024. - № 1(44). - С. 21-25.
11. Разин, А.Ф. Эффективность российского овощеводства открытого грунта в условиях санкций / А.Ф. Разин, М.В. Шатилов, М.И. Иванова, О.А. Разин, Н.А. Дацковская, Т.Н. Сурихина, Г.А. Телегина // Аграрная Россия. - Москва, 2019. - № 4. - С. 42-48.
12. Успенская, О.Н. Минеральные удобрения для лука репчатого: обзор / О.Н. Успенская, А.Ю. Федосов, А.М. Меньших, И.Ю. Васючков // Овощи России. - ВНИИССОК, 2023. - № 6. - С. 52-60.
13. Фартуков, В.А. Принципы управления орошением овощных культур / В.А. Фартуков, М.И. Зборовская, А.Ю. Федосов, А.М. Меньших, Д.М. Васильев // Инновации и инвестиции. - Москва, 2022. - № 11. - С. 262-268.
14. Федорова, В.А. Оптимизация овощных севооборотов Северного Прикаспия (Лук репчатый в Нижнем

Поволжье) [Текст] / В.А. Федорова, Н.И. Матвеева, М.Ю. Пучков, В.П. Зволинский, Е.В. Калмыкова, Ю.Н. Петров - Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2018. - 188 с.

15. Федосов, А.Ю. Инновационные технологии орошения овощных культур [Текст] / А.Ю. Федосов, А.М. Меньших, М.И. Иванова, А.А. Рубцов. - Москва, Изд-во Ким Л.А., 2021. - 306 с.

16. Федосов, А.Ю. Оценка водного следа овощных культур / А.Ю. Федосов, А.М. Меньших, М.И. Иванова // Овощи России. – ВНИИССОК, 2021. - № 4. - С. 57-64.

17. Федосов, А.Ю. Дефицитное орошение овощных культур / А.Ю. Федосов, А.М. Меньших, М.И. Иванова // Овощи России. – ВНИИССОК, 2022. - № 3. - С. 44-49.

18. Федосов, А.Ю. Управление фертигацией в овощеводстве / А.Ю. Федосов, А.М. Меньших, В.С. Соснов // Картофель и овощи. – Москва, 2022. - № 11. - С. 14-18.

19. Федосов, А.Ю. Применение искусственного интеллекта при оптимизации орошения и применении гербицидов / А.Ю. Федосов, А.М. Меньших, В.А. Фартуков, М.И. Зборовская, Д.М. Васильев // Экономика строительства. – Москва, 2023. - № 2. - С. 42-51.

20. Федосов, А.Ю. Роль кальция в системе питания лука репчатого (обзор) / А.Ю. Федосов, И.Ю. Васючков, М.И. Иванова, А.М. Меньших // Аграрная Россия. – Москва, 2024. - № 9. - С. 39-43.

21. Филин, В.И. Эффективность разных систем применения удобрений при капельном орошении лука репчатого / В.И. Филин, О.П. Казаченко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – Волгоград, 2012. - № 1(25). - С. 42-47.

22. Янченко, Е.В. Сроки лежкости и реализации лука репчатого в зависимости от системы питания / Е.В. Янченко, А.Р. Бебрис // Овощи России. – ВНИИССОК, 2021. - № 4. - С. 83-93.

23. Amin, M.S.M. Numerical Simulation of Soil moisture under Subsurface tape Drip Irrigation / M.S.M. Amin, M. Ekhmaj // In: 7th International Micro irrigation Congress, Sep. 10-16, 2006. PWTC, Kuala Lumpur.

24. Arulkar, K.P. Wetting pattern and salt distribution in drip and micro sprinkler irrigation / K.P. Arulkar, S.C. Sarode, R.C. Bhuyar // Agricultural Science Digest. – 2008. - № 28. – P. 124-126.

25. Bangar, A.R. Nutrient mobility in soil, uptake, quality and yield of Suru sugarcane as influenced by drip fertigation in medium vertisols / A.R. Bangar, B.C. Chaudhary // J. Indian Soc. Soil Sci. – 2004. - № 52 (2). – P. 164-171.

26. Bar-Yosef, B. Advances in fertigation / B. Bar-Yosef // Adv. Agron. – 1999. - № 65. – P. 1–77.

27. Bharambe, P.R. Effect of soil moisture regimes with drip on spatial distribution of moisture, salts, nutrient availability and water use efficiency of banana / P.R. Bharambe, M.S. Mungal, D.K. Shelke [et al.] // J. Ind. Soc. Soil Sci. – 2001. - № 49. – P. 658-665.

28. Gardenas, A.I. Two-dimensional modeling of nitrate leaching for various fertigation scenarios under micro-irrigation / A.I. Gardenas, J.W. Hopmans, B.R. Hanson [et al.] // Agric. Water Manag. – 2005. - № 74 (3). – P. 219-242.

29. Jeevitha, D. Effect of different spacing and different levels of fertigation on quality parameters and cost economics of onion (*Allium cepa* L.) hybrid Arka Lalima / D. Jeevitha, K.R. Manohar, U. Chimmalagi // Int. J. Chem. Stud. – 2018. - № 26(6). – P. 445-448.

30. Kahsa, Y.Y. Effect of intra row spacing on plant growth and yield of onion varieties / Y.Y. Kahsa, D. Belew, F. Abay // Afric. J. Agric. Res. – 2010. - № 9(10). – P. 931-940.

31. Li, J. Wetting patterns and nitrogen distributions as affected by fertigation strategies from a surface point source / J. Li, J. Zhang, M. Rao // Agricultural Water Management. - 2004. - V. 67. - Is. 2. - P. 89-104.

32. Patel, N. Effect of fertigation frequency on onion (*Allium cepa*) yield and soil nitrate-nitrogen / N. Patel, T. Rajput // The Indian Journal of Agricultural Sciences. – 2005. - № 75(11). – P. 725-730.

33. Patel, R.S. Effect of irrigation and nitrogen on growth and yield of brinjal under drip system / R.S. Patel, P.G. Patel, J.C. Patel [et al.] // J Maharashtra Agri Univ. – 2006. - № 31. – P. 173-175.

34. Patel, N. Simulation and Modelling of Water Movement in Potato (*Solanum tuberosum*) / N. Patel, T.P.S. Rajput // Ind. J. Agr. Sci. – 2011. - № 81(1). – P. 15–25.

35. Pérez Ortolá, M. Water relations and irrigation requirements of onion (*Allium cepa* L.): a review of yield and quality impacts / M. Pérez Ortolá, J.W. Knox // Experimental Agriculture. – 2015. - № 51(2). – P. 210–231.

36. Sankar, V. Effect of micro irrigation practices on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) var. G. 41 / V. Sankar, K.E. Lawande, P.C. Tripathi // J. Spi. Aromatic crops. – 2008. - № 17(3). – P. 230-234.

37. Savitha Paramaguru, B. Effect of drip fertigation on growth yield of onion / B. Savitha Paramaguru, L. Pugalendhi // Indian J Hort. – 2010. - № 67. – P. 334-336.

38. Segal, E. Water availability and yield response to high-frequency microirrigation in sunflowers / E. Segal, A. Ben-Gal, U. Shani // In Proc. the Sixth International Micro-Irrigation Congress on 'Micro-Irrigation Technology for Developing Agriculture, conference papers. - South Africa, 2000. - 22-27 October.

39. Suganya, S. Moisture and nutrient distribution system under drip fertigation systems / S. Suganya, A. Anitha, K. Appavu // In: Third International Ground Water Conference on "Water, Environment and Agriculture - Present problems and future challenges". February 7-10. 2007.
40. Yadav, G.B. Response of onion (*Allium cepa* L.) to irrigation schedules and nitrogen levels under micro-irrigation system / G.B. Yadav, U.M. Khodke, S.B. Jadhav // *Int J. Agril. Engg.* – 2010. - № 3(1). – P. 59-61.
41. Zhang, S. Effects of Different Irrigation Methods on Environmental Factors, Rice Production, and Water Use Efficiency / S. Zhang, G. Rasool, G.X. Cao [et al.] // *Water.* – 2020. - № 12. – P. 2239.

### References

1. Babichev, A.N. The influence of mineral nutrition on the yield of onions / A.N. Babichev, A.A. Rubtsov, A.A. Babenko // *Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture.* Novochoerkassk, 2020. - № 4 (80). - P. 141-144.
2. Borisov, V.A. Productivity and quality of onions when using mineral fertilizers, biocomposts and growth regulators / V.A. Borisov, A.A. Kolomiets, I.Yu. Vasyuchkov, A.R. Bebris // *Vegetables of Russia.* - VNISSOK, 2021. - № 5. - P. 39-43.
3. Denisov, K.E. Yield and water balance of onions in the Lower Volga region / K.E. Denisov, N.Yu. Petrov, A.P. Solodovnikov, V.A. Ivanov, B.K. Bolaev // *News of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education.* - Volgograd, 2024. - № 3 (75). - P. 23-29.
4. Zaitseva, N.A. Onion yield in light chestnut soils of the Lower Volga region depending on the fertilizers applied / N.A. Zaitseva, I.I. Klimova, E.V. Yachmeneva, A.S. Dyakov, S.V. Zaitsev // *Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex.* - Moscow, 2021. - № 4 (50). - P. 18-21.
5. Irkov, I.I. Optimization of elements of onion production technology in an annual crop in the Non-Black Earth Region / I.I. Irkov, M.G. Ibragimbekov, A.N. Zaplatkin, R.A. Bagrov. // *Potatoes and vegetables.* - Moscow, 2021. - № 3. - P. 25-28.
6. Irkov, I.I. Efficiency of distributed nitrogen application on onions (*Allium cepa* L.) in an annual crop / I.I. Irkov, O.N. Uspenskaya, N.I. Bernaz // *Vegetables of Russia.* - VNISSOK, 2023. - № 3. - P. 88-92.
7. Kim, V.O. Optimization of mineral nutrition of onions when grown on ordinary chernozem in the Rostov Region / V.O. Kim, R.A. Kamenev, V.V. Turchin, V.K. Kameneva // *Bulletin of the Don State Agrarian University.* - Novochoerkassk, 2023. - № 3 (49). - P. 35-40.
8. Lobankova, O.Yu. The influence of mineral fertilizers on the productivity of onions under irrigation in the arid zone / O.Yu. Lobankova, K.B. Ismailov, M.V. Selivanova // *Bulletin of the AIC of Stavropol.* - Stavropol, 2021. - № 4 (44). - P. 32-36.
9. Menshikh, A.M. Intelligent irrigation system: digital solutions in vegetable growing / A.M. Menshikh, A.Yu. Fedosov, V.A. Yanchenko, V.A. Fartukov, M.I. Ivanova // *Rice growing.* - Krasnodar, 2024. - V. 23. - № 2 (63). - P. 76-84.
10. Pavlenko, V.N. Application of fertilizers in growing onions with drip irrigation / V.N. Pavlenko, V.A. Zaitsev // *Irrigated agriculture.* - Volgograd, 2024. - № 1 (44). - P. 21-25.
11. Razin, A.F. Efficiency of Russian open-ground vegetable growing under sanctions / A.F. Razin, M.V. Shatilov, M.I. Ivanova, O.A. Razin, N.A. Datskovskaya, T.N. Surikhina, G.A. Telegina // *Agrarnaya Rossiya.* - Moscow, 2019. - № 4. - P. 42-48.
12. Uspenskaya, O.N. Mineral fertilizers for onions: a review / O.N. Uspenskaya, A.Yu. Fedosov, A.M. Menshikh, I.Yu. Vasyuchkov // *Vegetables of Russia.* - VNISSOK, 2023. - № 6. - P. 52-60.
13. Fartukov, V. A. Principles of irrigation management of vegetable crops / V.A. Fartukov, M.I. Zborovskaya, A. Yu. Fedosov, A. M. Menshikh, D. M. Vasiliev // *Innovations and Investments.* - Moscow, 2022. - № 11. - P. 262-268.
14. Fedorova, V.A. Optimization of vegetable crop rotations in the Northern Caspian region (Onions in the Lower Volga region) [Text] / V.A. Fedorova, N.I. Matveeva, M.Yu. Puchkov, V.P. Zvolinsky, E.V. Kalmykova, Yu.N. Petrov - Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2018. - 188 p.
15. Fedosov, A. Yu. Innovative technologies for irrigation of vegetable crops [Text] / A.Yu. Fedosov, A.M. Menshikh, M. I. Ivanova, A.A. Rubtsov. - Moscow, Publishing House Kim L.A., 2021. - 306 p.
16. Fedosov, A.Yu. Assessment of the water footprint of vegetable crops / A.Yu. Fedosov, A.M. Menshikh, M.I. Ivanova // *Vegetables of Russia.* - VNISSOK, 2021. - № 4. - P. 57-64.
17. Fedosov, A. Yu. Fertigation management in vegetable growing / A.Yu. Fedosov, A.M. Menshikh, V.S. Sosnov // *Potatoes and vegetables.* - Moscow, 2022. - № 11. - P. 14-18.
18. Fedosov, A.Yu. Deficient irrigation of vegetable crops / A.Yu. Fedosov, A.M. Menshikh, M.I. Ivanova // *Vegetables of Russia.* - VNISSOK, 2022. - № 3. - P. 44-49.
19. Fedosov, A.Yu. Application of artificial intelligence in irrigation optimization and herbicide application / A.Yu. Fedosov, A.M. Menshikh, V.A. Fartukov, M.I. Zborovskaya, D.M. Vasiliev // *Construction economics.* - Moscow, 2023. - № 2. - P. 42-51.

20. Fedosov, A.Yu. The role of calcium in the nutrition system of onions (review) / A.Yu. Fedosov, I.Yu. Vasyuchkov, M.I. Ivanova, A.M. Menshikh // *Agrarnaya Rossiya*. - Moscow, 2024. - № 9. - P. 39-43.
21. Filin, V.I. Efficiency of different systems of fertilizer application under drip irrigation of onions / V.I. Filin, O.P. Kazachenko // *News of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. - Volgograd, 2012. - № 1 (25). - P. 42-47.
22. Yanchenko, E.V. Shelf life and sale of onions depending on the nutrition system / E.V. Yanchenko, A.R. Bebris // *Vegetables of Russia*. - VNISSOK, 2021. - № 4. - P. 83-93.
23. Amin, M.S.M. Numerical Simulation of Soil moisture under Subsurface tape Drip Irrigation / M.S.M. Amin, M. Ekhmaj // In: 7th International Microirrigation Congress, Sep. 10-16, 2006. PWTC, Kuala Lumpur.
24. Arulkar, K.P. Wetting pattern and salt distribution in drip and micro sprinkler irrigation / K.P. Arulkar, S.C. Sarode, R.C. Bhuyar // *Agricultural Science Digest*. - 2008. - № 28. - P. 124-126.
25. Bangar, A.R. Nutrient mobility in soil, uptake, quality and yield of Suru sugarcane as influenced by drip fertigation in medium vertisols / A.R. Bangar, B.C. Chaudhary // *J. Indian Soc. Soil Sci.* - 2004. - № 52 (2). - P. 164-171.
26. Bar-Yosef, B. Advances in fertigation / B. Bar-Yosef // *Adv. Agron.* - 1999. - № 65. - P. 1-77.
27. Bharambe, P.R. Effect of soil moisture regimes with drip on spatial distribution of moisture, salts, nutrient availability and water use efficiency of banana / P.R. Bharambe, M.S. Mungal, D.K. Shelke [et al.] // *J. Ind. Soc. Soil Sci.* - 2001. - № 49. - P. 658-665.
28. Gardenas, A.I. Two-dimensional modeling of nitrate leaching for various fertigation scenarios under micro-irrigation / A.I. Gardenas, J.W. Hopmans, B.R. Hanson [et al.] // *Agric. Water Manag.* - 2005. - № 74 (3). - P. 219-242.
29. Jeevitha, D. Effect of different spacing and different levels of fertigation on quality parameters and cost economics of onion (*Allium cepa* L.) hybrid Arka Lalima / D. Jeevitha, K.R. Manohar, U. Chimmalagi // *Int. J. Chem. Stud.* - 2018. - № 26(6). - P. 445-448.
30. Kahsa, Y.Y. Effect of intra row spacing on plant growth and yield of onion varieties / Y.Y. Kahsa, D. Belew, F. Abay // *Afric. J. Agric. Res.* - 2010. - № 9(10). - P. 931-940.
31. Li, J. Wetting patterns and nitrogen distributions as affected by fertigation strategies from a surface point source / J. Li, J. Zhang, M. Rao // *Agricultural Water Management*. - 2004. - V. 67. - Is. 2. - P. 89-104.
32. Patel, N. Effect of fertigation frequency on onion (*Allium cepa*) yield and soil nitrate-nitrogen / N. Patel, T. Rajput // *The Indian Journal of Agricultural Sciences*. - 2005. - № 75(11). - P. 725-730.
33. Patel, R.S. Effect of irrigation and nitrogen on growth and yield of brinjal under drip system / R.S. Patel, P. G. Patel, J.C. Patel [et al.] // *J. Maharashtra Agri Univ.* - 2006. - № 31. - P. 173-175.
34. Patel, N. Simulation and Modeling of Water Movement in Potato (*Solanum tuberosum*) / N. Patel, T.P.S. Rajput // *Ind. J. Agr. Sci.* - 2011. - № 81(1). - P. 15-25.
35. Pérez Ortolá, M. Water relations and irrigation requirements of onion (*Allium cepa* L.): a review of yield and quality impacts / M. Pérez Ortolá, J.W. Knox // *Experimental Agriculture*. - 2015. - № 51(2). - P. 210-231.
36. Sankar, V. Effect of micro irrigation practices on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) var. G. 41 / V. Sankar, K.E. Lawande, P.C. Tripathi // *J. Spi. Aromatic crops*. - 2008. - № 17(3). - P. 230-234.
37. Savitha Paramaguru, B. Effect of drip fertigation on growth yield of onion / B. Savitha Paramaguru, L. Pugalendhi // *Indian J Hort.* - 2010. - № 67. - P. 334-336.
38. Segal, E. Water availability and yield response to high-frequency microirrigation in sunflowers / E. Segal, A. Ben-Gal, U. Shani // In Proc. the Sixth International Micro-Irrigation Congress on 'Micro-Irrigation Technology for Developing Agriculture, conference papers. - South Africa, 2000. - 22-27 October.
39. Suganya, S. Moisture and nutrient distribution system under drip fertigation systems / S. Suganya, A. Anitha, K. Appavu // In: Third International Ground Water Conference on "Water, Environment and Agriculture - Present problems and future challenges". February 7-10. 2007.
40. Yadav, G.B. Response of onion (*Allium cepa* L.) to irrigation schedules and nitrogen levels under micro-irrigation system / G.B. Yadav, U.M. Khodke, S.B. Jadhav // *Int J. Agrill. Engg.* - 2010. - № 3(1). - P. 59-61.
41. Zhang, S. Effects of Different Irrigation Methods on Environmental Factors, Rice Production, and Water Use Efficiency / S. Zhang, G. Rasool, G.X. Cao [et al.] // *Water*. - 2020. - № 12. - P. 2239.

**Александр Юрьевич Федосов**

Младший научный сотрудник сектора земледелия  
E-mail: fffed@rambler.ru

**Alexander Yuryevich Fedosov**

Junior Researcher in the Agriculture Sector  
E-mail: fffed@rambler.ru

**Александр Михайлович Меньших**

Ведущий научный сотрудник сектора земледелия  
E-mail: soulsunnet@yandex.ru

**Alexander Mikhailovich Menshikh**

Leading Researcher in the Agriculture Sector  
E-mail: soulsunnet@yandex.ru

**Игорь Юрьевич Васючков**

Ведущий научный сотрудник сектора агрохимии  
E-mail: gamov\_igor@mail.ru

**Мария Ивановна Иванова**

Главный научный сотрудник сектора селекции и семеноводства луковых культур  
E-mail: ivanova\_170@mail.ru

Все: ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО  
140153, Московская область, Раменский район, д.  
Верея, стр. 500

**Igor Yuryevich Vasyuchkov**

Leading Researcher of the Agrochemistry Sector  
E-mail: gamov\_igor@mail.ru

**Maria Ivanovna Ivanova**

Chief Researcher of the Sector of Breeding and Seed  
Production of Onion Crops  
E-mail: ivanova\_170@mail.ru

All: ARRIVG – branch of FSBSI FSCV  
500, Vereya, Ramensky district, Moscow region,  
140153, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2025-67-2-60-66  
УДК 528.9:631.8:631.4:633.18

**Чижиков В.Н.**, канд. с.-х. наук,  
**Шарифуллин Р.С.**, канд. с.-х. наук  
г. Краснодар, Россия

### **ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТАЮЩИХ ДОЗ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ОПТИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОСЕВОВ РИСА**

Одним из важных направлений мониторинга рисовых агроценозов является разработка подходов по оценке их состояния на основе оптико-биологических (спектральных) характеристик посевов. Целью проведенных исследований являлось изучение влияния возрастающих доз азотного удобрения на продуктивность сортов риса и их спектральные характеристики. В работе представлены результаты полевого опыта, заложенного на рисовой оросительной системе ФНЦ риса с сортами: Наутилус, Каурис и Стромбус на возрастающих дозах азотного удобрения. По результатам проведенных исследований установлено, что при внесении азота в дозе 150 кг/га д.в. была получена наибольшая урожайность у сортов Наутилус, Каурис и Стромбус соответственно 8,66, 8,34 и 7,49 т/га. При этом прибавка урожайности составила 1,42 т/га (19,6 %), 0,58 т/га (7,5 %) и 0,51 т/га (7,3 %) в сравнении с контролем. Внесение азотного удобрения в дозе  $N_{150}$  и  $N_{196}$  повлияло на повышение коэффициента продуктивной кустистости, увеличение количества пустых зерен в метелке и снижение массы 1000 зерен. Высокая доза азотного удобрения ( $N_{196}$ ) привела к полеганию посевов риса у сортов Наутилус и Стромбус. Возрастающие дозы азотного удобрения способствовали повышению азотного статуса растений риса и вегетационного индекса NDVI. По отзывчивости на азотное питание сорта риса расположились в следующей последовательности: Каурис, Наутилус и Стромбус. Мониторинг посевов риса на основе оптико-биологических характеристик растений позволяет оценивать их состояние и делать прогноз по их развитию.

**Ключевые слова:** рис, урожайность, дозы удобрений, структура урожая, оптико-биологические характеристики растений риса, вегетационный индекс NDVI.

### **THE EFFECT OF INCREASING DOSES OF NITROGEN FERTILIZER ON THE PRODUCTIVITY AND OPTICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF RICE CROPS**

One of the important areas of monitoring rice agroecosystems is the development of approaches to assess their condition based on the optical and biological (spectral) characteristics of crops. The purpose of the research was to study the effect of increasing doses of nitrogen fertilizer on the productivity of rice crops and their spectral characteristics. The paper presents the results of a field experiment conducted on the rice irrigation system of «Federal Scientific Rice Centre» with rice varieties: Nautilus, Kauris and Strombus on increasing doses of nitrogen fertilizer. According to the results of the conducted studies, it was found that when nitrogen was applied at a dose of 150 kg/ha, the highest yields were obtained in the varieties Nautilus, Kauris and Strombus: 8.66, 8.34 and 7.49 t/ha respectively. At the same time, the yield increase was 1.42 t/ha (19.6 %), 0.58 t/ha (7.5 %) and 0.51 t/ha (7.3 %) as compared to the control. The application of nitrogen fertilizer in doses of  $N_{150}$  and  $N_{196}$  affected an increase in the coefficient of productive tillering, an increase in the number of empty grains in the panicle and a decrease in the mass of 1000 grains. A high dose of nitrogen fertilizer ( $N_{196}$ ) led to the deposition of rice crops in varieties Nautilus and Strombus varieties. Increasing doses of nitrogen fertilizer contributed to an increase in the nitrogen status of rice plants and the NDVI vegetation index. According to the responsiveness to nitrogen nutrition, the studied rice varieties were arranged in the following order: Kauris, Nautilus and Strombus. Monitoring of rice crops based on the optical and biological characteristics of plants makes it possible to assess their condition and make a forecast for their development.

**Key words:** rice, yield, fertilizer doses, yield structure, optical and biological characteristics of rice plants, vegetation index NDVI.

#### **Введение**

Формирование высокой урожайности районированных сортов риса и реализация их потенциальной продуктивности в значительной степени зависит от оптимальной обеспеченности растений в онтогенезе элементами минерального питания. Важную роль в питании растений риса имеет режим орошения риса, оказывающий большое влияние на растворимость и

подвижность, а следовательно, и доступность питательных соединений в почве [4, 8].

Для оценки состояния посевов зерновых культур широкое распространение получила листовая диагностика для определения азотного статуса растений с использованием прибора «N-тестер» [3, 9, 10]. Однако этот метод не позволяет оперативно оценивать большие площади, что требует разработки

новых методов. Одним из перспективных направлений в решении этого вопроса является проведение спектральной съёмки посевов по результатам которой определяются вегетационные индексы растений. Однако требуются исследования, позволяющие интерпретировать полученные данные применительно к возделываемым культурам с учётом фаз роста. Это позволит обеспечить своевременное и направленное воздействие на продукционный процесс, на ход формирования урожайности сельскохозяйственных культур [2, 5].

Наряду с площадью ассимиляционной поверхности листьев и содержанием хлорофилла в растениях, вегетационные индексы является оптико-биологической характеристикой посевов. В этой связи возникает необходимость по выявлению их взаимосвязей с уровнем азотного питания, что позволит с большей достоверностью получать информацию о физиологическом состоянии и продукционном процессе растений, используя данные дистанционного зондирования. Разработка новых методов и приёмов управления продукционным процессом посевов с учётом их неоднородности обеспечит повышение продуктивности агроценозов и устойчивое развитие российского АПК [1-4, 6, 11, 12].

#### Цель исследований

Изучить влияние возрастающих доз азотного удобрения на продуктивность и оптико-биологические характеристики сортов риса.

Схема полевого опыта:

№ п/п	Внесение минеральных удобрений, кг д.в./га			Общая доза азота, кг д.в./га
	предпосевное	азотная подкормка в фазу всходов	азотная подкормка в фазу кущения	
1	$N_{46+12} P_{52}$	–	–	$N_{58}$
2	$N_{46+12} P_{52}$	$N_{46}$		$N_{104}$
3	$N_{46+12} P_{52}$	$N_{46}$	$N_{46}$	$N_{150}$
4	$N_{46+12} P_{52}$	$N_{69}$	$N_{69}$	$N_{196}$

Повторность вариантов полевого опыта четырехкратная, варианты располагались систематически по стандартной ямб-схеме. Общая площадь каждой делянки 30 м<sup>2</sup>. Посев рядовой с междурядьями 15 см. По всем вариантам опыта перед посевом вносили комплексное удобрение аммофос ( $N_{12} P_{52}$ ) и карбамид ( $N_{46}$ ). Подкормка азотным удобрением (карбамид) проведена 18 июня в фазу всходов в дозе 100 кг/га ф.м. (варианты 2, 3) и 150 кг/га ф.м. (вариант 4). Дополнительные подкормки карбамидом проводились в фазу кущения (6-7 листьев) 8 июля.

Посев риса с нормой высева 7 млн всхожих семян на 1 га проведён сеялкой «Клён». Обработка посевов риса в период вегетации для уничтожения

#### Материалы и методы

Полевой опыт был заложен на оросительной системе ФНЦ риса, карта № 3. Почва – лугово-черноземовидная, слабосолонцеватая, тяжелосуглинистая. Агрохимическая характеристика почвы: рН водный – 7,52, гумуса в пахотном горизонте – 3,01 %, содержание общего азота – 0,25 %, фосфора – 0,13 %, калия – 1,25 %, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) – 5,2 и 33,0 мг/100 г почвы соответственно [8].

Объект исследования – сорта риса. Сорт Наутилус, среднеспелый сорт с периодом вегетации 113-115 дней, среднеустойчив к пирикулярриозу и осыпанию, высота растений 90-100 см, метелка длиной 17-18 см, зерновка округлая, масса 1000 зерен 28-29 г. Сорт Каурис, среднеспелый с периодом вегетации 118-124 дня, среднеустойчив к пирикулярриозу, устойчив к осыпанию и полеганию. Высота растений 86-92 см, длина метелки до 17-20 см, зерновка удлинённая, масса 1000 зерен 28-29 г. Сорт Стромбус, среднеспелый с периодом вегетации 116-122 дня. Высота растения 105-115 см, метелка длиной 16-17 см, масса 1000 зёрен 39,0-41,0 г. Зерновка удлинённая, с отношением длины к ширине (l/b) – 2,5. Сорта предназначены для интенсивных технологий возделывания.

сорной растительности проводилась гербицидом «Оризан» с нормой расхода 1,4 л/га. Посев риса проведён 28 мая, первоначальный залив – 1 июня, всходы получены 18 июня, кущение началось 26 июня, полное выметывание (70 %) у сорта Наутилус наблюдалось 21 августа, у сорта Стромбус – 24 августа и у сорта Каурис – 31 августа.

Определение оптико-биологических характеристик растений с использованием приборов N-tester, GreenSeeker проводилось в фазу кущения и трубкавания. Перед уборкой опыта 28 сентября были отобраны растения риса (15 шт.) с каждой делянки для биометрического анализа. Уборка урожая проведена 24 октября прямым комбайнированием с по-

мощью малогабаритного комбайна марки DKS-515. Урожайность риса учитывалась с каждой делянки и в последующем приводилась к стандартным показателям по чистоте (100 %) и влажности зерна (14 %). При биометрическом анализе модельных снопов определялись следующие признаки: высота растений, длина метелки, коэффициент продуктивной кустистость (КПК), масса зерна с метелки, масса 1000 зерен и рассчитывалась пустозерность. В опыте проводились следующие учеты, наблюдения и анализы: подсчет густоты всходов; регистрация наступления фаз; фиксация (наличие/отсутствии) болезней и вредителей; определение оптико-биологических характеристик растений риса; учет урожайности и элементов структуры урожая [7]. Полученные данные обработаны методами математической статистики с использованием программы Excel офисного пакета Microsoft [7].

#### Результаты исследований

Погодные условия в период исследований существенно не отличались от средних многолетних по температурному режиму и осадкам. Поражения посевов болезнями не наблюдалось. Посевы риса были без сорной растительности и сорно-полевых форм риса. Полученные результаты урожайности и биометрического анализа, представленные

в таблицах 1, 2 позволили идентифицировать сорта по отзывчивости на минеральное питание. Сорта Наутилус, Каурис и Стромбус в одинаковой степени реагировали на минеральное питание, наибольшая урожайность получена в варианте № 3 соответственно 8,66; 8,34 и 7,49 т/га. Высокие дозы азота в варианте № 4 привели к полеганию посевов у сортов Наутилус и Стромбус на 40 % и 70 % соответственно. У сорта Каурис на высоких агрофонах полегание не наблюдалось, что позволяет рекомендовать данный сорт для уборки прямым комбайнированием при интенсивной технологии возделывания.

Внесение наибольшей дозы азотного удобрения (196 кг/га д.в.) в варианте № 4 привело к снижению урожайности у всех исследуемых сортов риса.

Наибольшая прибавка урожайности получена в варианте № 3 у сорта Наутилус 1,46 т/га (19,6 %), затем у сорта Каурис 0,58 т/га (7,5 %) и у сорта Стромбус – 0,51 т/га (7,3 %). Установлена сильная прямая связь между урожайностью зерна (Y т/га) и уровнем азотного питания (N). Полученные уравнения регрессии для исследуемых сортов риса имеют следующий вид: Наутилус  $Y = 0,0088N + 6,73$ ,  $r = 0,92 \pm 0,08$ ; Каурис  $Y = 0,0022N + 7,63$ ,  $r = 0,92 \pm 0,09$ ; Стромбус  $Y = 0,0024N + 6,98$ ,  $r = 0,90 \pm 0,08$ .

**Таблица 1. Урожайность сортов риса на возрастающем уровне азотного питания**

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Наутилус			
1 $N_{46+12} P_{52(\text{осн.})}$ – фон [ $N_{58}$ ]	7,24	-	-
2 Фон + $N_{46(\text{подк.})}$ [ $N_{104}$ ]	7,83	0,59	8,1
3 Фон + $N_{46(\text{подк.})} + N_{46(\text{подк.})}$ [ $N_{150}$ ]	8,66	1,42	19,6
4 Фон + $N_{69(\text{осн.})} + N_{69(\text{подк.})}$ [ $N_{196}$ ]	8,45	1,21	16,7
HCP <sub>05</sub>		0,492	
Каурис			
1 $N_{46+12} P_{52(\text{осн.})}$ – фон [ $N_{58}$ ]	7,76	-	-
2 Фон + $N_{46(\text{подк.})}$ [ $N_{104}$ ]	7,94	0,18	2,3
3 Фон + $N_{46(\text{подк.})} + N_{46(\text{подк.})}$ [ $N_{150}$ ]	8,34	0,58	7,5
4 Фон + $N_{69(\text{осн.})} + N_{69(\text{подк.})}$ [ $N_{196}$ ]	8,06	0,30	3,9
HCP <sub>05</sub>		0,414	
Стромбус			
1 $N_{46+12} P_{52(\text{осн.})}$ – фон [ $N_{58}$ ];	6,98	-	-
2 Фон + $N_{46(\text{подк.})}$ [ $N_{104}$ ];	7,23	0,25	3,6
3 Фон + $N_{46(\text{подк.})} + N_{46(\text{подк.})}$ [ $N_{150}$ ];	7,49	0,51	7,3
4 Фон + $N_{69(\text{осн.})} + N_{69(\text{подк.})}$ [ $N_{196}$ ].	7,30	0,32	4,6
HCP <sub>05</sub>		0,385	

Биометрический анализ модельных снопов показал, что при внесении азота в дозе 150 кг/га д.в. (вариант № 3) была получена наибольшая масса зерна с метёлки, которая составила у сорта Наутилус – 2,15 г, у сора Каурис – 2,04 г и у сорта Стромбус – 2,30 г, коэффициент продуктивного кушения составил 1,9; 2,1 и 2,6 соответственно (табл. 2).

Внесение возрастающих доз азота повлияло на пустозёрность исследуемых сортов риса. Наименьшее значение признака было отмечено на фоновом варианте у сорта Наутилус – 16,2 %, у сортов Каурис и Стромбус пустозёрность составила 20,7 % и 22,6 % соответственно. Повышение дозы

азота до 196 кг/га д.в. увеличило пустозёрность у исследуемых сортов Наутилус, Каурис и Стромбус, относительно фонового варианта, на 44,5 %, 27,1 % и 22,1 % соответственно.

Высокие дозы азотного удобрения не повлияли на массу 1000 зерен у круглозерных сортов (Наутилус и Каурис), однако у крупнозерного сорта Стромбус отмечена тенденция к снижению.

По отзывчивости на азотное питание исследуемые сорта риса можно расположить в следующей последовательности по убыванию: Каурис, Наутилус и Стромбус.

**Таблица 2. Биометрический анализ структуры урожая сортов риса при возрастающем уровне азотного питания**

Вариант	Высота растений, см	Длина метелки, см	Масса, г		КПК*	Пустозёрность, %
			1000 зёрен	зерна в метелке		
Наутилус						
1	85,1	13,2	26,8	3,51	1,6	16,2
2	85,3	13,4	27,0	3,67	1,8	16,8
3	85,7	13,6	27,4	4,38	1,9	18,7
4	86,0	13,9	26,9	3,79	2,0	23,4
HCP <sub>05</sub>			0,52	0,64		
Каурис						
1	75,7	13,3	26,1	3,55	1,6	20,7
2	76,1	13,6	26,4	3,72	2,0	21,8
3	76,6	13,8	26,8	4,26	2,1	24,2
4	77,3	14,1	26,6	3,94	2,3	26,3
HCP <sub>05</sub>			0,48	0,56		
Стромбус						
1	80,8	13,2	29,4	5,38	2,3	22,6
2	82,6	13,9	29,2	5,46	2,4	24,0
3	83,0	14,3	29,3	5,77	2,6	24,8
4	86,7	13,8	27,9	5,41	2,7	27,6
HCP <sub>05</sub>			0,42	0,40		

Примечание - \* Коэффициент продуктивного кушения

В период всходов растений проводился подсчёт густоты растений по вариантам опыта (табл. 3). Установлено, что варьирование было в пределах ошибки опыта, наибольшее значение отмечено у сорта Наутилус – 399 шт/м<sup>2</sup> (вариант 3), а наименьшее - у сорта Стромбус – 222 шт/м<sup>2</sup> (вариант 4). Низкая всхожесть у сортов Каурис и Стромбус возможно связана с разнокачественностью семенного материала.

В вегетационный период проводилась листовая диагностика растений риса по результатам ко-

торой установлено, что с увеличением дозы азота повысилась и обеспеченность азотом (табл. 3). Наибольшее содержание азота в растениях в фазу кушения получено в варианте № 4, который составил 496 ед. (7,4 %) у сорта Наутилус, 606 ед. (13,5 %) у сорта Каурис и 472 ед. (7,8 %) у сорта Стромбус. Наибольшее потребление азота в фазу кушения наблюдалось у сорта Каурис, затем у сортов Наутилус и Стромбус. В кушение на оптимальном варианте при дозе азотного удобрения 150 кг/га д.в. обеспеченность азотом составила у сорта Каурис 598 ед.

у сорта Наутилус 474 ед. и у сорта Стромбус 458 ед. По обеспеченности исследуемые сорта риса расположились в следующей последовательности: Каурис, Наутилус и Стромбус. Это означает, что сорт Каурис наиболее отзывчив на азотное питание и его можно отнести к группе интенсивных сортов.

В начале фазы трубоквания наибольшая обеспеченность азотом у исследуемых сортов риса Каурис,

Наутилуса и Стромбус получена на варианте № 4, которая составила 621 ед. (14 %), 598 ед. (18 %) и 526 ед. (9 %) соответственно. На оптимальном варианте при дозе азота 150 кг/га д.в. обеспеченность азотом у сорта Каурис составила 602 ед. у сорта Наутилус 598 ед. и у сорта Стромбус – 504 ед.

**Таблица 3. Оптико-биологические характеристики сортов риса на возрастающих дозах азота и густота всходов**

Вариант	Густота всходов, шт/м <sup>2</sup>	N-tester, ед.		NDVI, ед.	
		в фазу кущения	в фазу трубоквания	в фазу кущения	в фазу трубоквания
Наутилус					
1	373	462	508	0,70	0,80
2	388	470	538	0,72	0,82
3	399	474	542	0,75	0,83
4	398	496	598	0,77	0,85
HCP <sub>05</sub>	16,4	18,1	26,0	0,018	0,012
Каурис					
1	323	534	543	0,65	0,79
2	307	540	547	0,68	0,81
3	308	598	602	0,68	0,83
4	307	606	621	0,72	0,84
HCP <sub>05</sub>	9,2	20,4	25,3	0,020	0,027
Стромбус					
1	224	438	483	0,72	0,77
2	223	450	501	0,73	0,79
3	225	458	504	0,76	0,79
4	222	472	526	0,79	0,82
HCP <sub>05</sub>	5,0	18,5	24,3	0,024	0,018

При определении вегетационного индекса NDVI в фазу кущения (28.07.2024) отмечено его варьирование по вариантам опыта у исследуемых сортов. Значение индекса у сорта Наутилус находилось в диапазоне от 0,70 до 0,77 ед., у сорта Каурис – от 0,65 до 0,72 ед. и у сорта Стромбус – от 0,72 до 0,79 ед. Максимальное значение вегетационного индекса (0,85, 0,84 и 0,82) у исследуемых сортов установлено в фазу трубоквания (05.08.2025) на варианте с внесением наибольшей дозы азотного удобрения. Вегетационный индекс NDVI позволяет оценивать состояние посевов риса и корректировать дозу вносимой подкормки в фазу кущения. Полученные уравнения регрессии для фазы трубоквания показали сильную взаимосвязь прямого характера между

индексом NDVI и урожайностью: Наутилус  $Y = 28,4 \text{ NDVI} - 15,5$ ,  $r = 0,93 \pm 0,09$ ; Каурис  $Y = 11,6 \text{ NDVI} - 1,4$ ,  $r = 0,91 \pm 0,08$  и Стромбус  $Y = 10,2 \text{ NDVI} - 1,0$ ,  $r = 0,88 \pm 0,11$ .

#### Выводы

1. Внесение азотного удобрения в дозе 150 кг/га д.в. позволило получить наибольшую урожайность у сортов Наутилус, Каурис и Стромбус 8,66, 8,34 и 7,49 т/га соответственно. При этом прибавка урожайности составила 1,42 т/га (19 %), 0,58 т/га (7,5 %) и 0,51 т/га (7,3 %). Высокие нормы азотного удобрения ( $N_{150}$  и  $N_{196}$ ) способствовали повышению коэффициента продуктивной кустистости, увеличению количества пустых зерен в метёлке и вызвали снижение массы 1000 зерен.

3. Высокая доза азота (196 кг/га д.в.) вызвала полегание посевов риса у сортов Наутилус и Стромбус на 40 и 70 % соответственно. Сорт Каурис не полёг на высоком агрофоне, что позволяет его использовать при интенсивной технологии выращивания и проведения уборки прямым комбайнированием.

4. Применение возрастающих норм азотного удобрения способствовало повышению азотного статуса растений и вегетационного индекса NDVI. Полученная корреляционная связь между урожай-

ностью зерна и вегетационным индексом, позволяет его использовать для оценки состояния посевов риса и делать прогноз по развитию их состояния. По отзывчивости на азотное питание исследуемые сорта риса расположились в следующей последовательности: Каурис, Наутилус и Стромбус. Полученные данные могут быть использованы в геоинформационных системах для оценки состояния посевов риса на основе данных дистанционного зондирования.

### Литература

1. Дедушев, И.А. Влияние уровня азотного питания на урожайность и элементы структуры урожая сортов ярового ячменя селекции ФИЦ «Немчиновка» / И.А. Дедушев, Л.М. Ерошенко, В.В. Пыльнев – Изв. ТСХА. - 2023. - Вып. 2. - С. 5-12.
2. Матвиенко, Д.А. Дифференцированное внесение азотных удобрений на основе оценки оптических характеристик посевов яровой пшеницы: автореф. дисс. канд. с.-х. наук / Д.А. Матвиенко. – Санкт-Петербург, АФИ. - 2012. – 21 с.
3. Осипов, Ю.Ф. Использование прибора «N-тестер» «Яра» для диагностики азотного питания озимой пшеницы / Ю.Ф. Осипов, Я.В. Иваницкий, М.А. Ширинян, Р.А. Афанасьев, В.В. Галицкий // Плодородие. - № 1. - 2011. - С. 26-29.
4. Система рисоводства Российской Федерации / под общ. ред. С.В. Гаркуши –Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса»; Просвещение-ЮГ. - 2022. – 368 с.
5. Скаженник, М.А. Продукционный процесс агрофитоценозов риса в связи с их состоянием / М.А. Скаженник, С.В. Гаркуша, В.С. Ковалёв, А.Ф. Петрушин, Е.Н. Киселёв, В.Н. Чижиков, Т.С. Пшеницына // Рисоводство. – 2020. – № 3. – С. 30-37.
6. Труфляк, Е.В. Дифференцированное внесение азотных удобрений по модели искусственного интеллекта: монография / Е.В. Труфляк, Л.В. Рагозин, Е.П. Попова. – Краснодар: КубГАУ. - 2025. – 165 с.
7. Шеуджен, А.Х. Агрохимия. Ч. 2 Методика агрохимических исследований / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ. - 2015. – 703 с.
8. Шеуджен, А.Х. Агрохимия и физиология питания риса / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея». - 2005. - 1012 с.
9. Chlingaryan, A. Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture / A. Chlingaryan, S. Sukkarieh, B. Whelan // Computers and Electronics Agriculture. - 2018. - Vol. 151. - P. 61-69. Doi: 10.1016/j.compag.2018.05.012.
10. Doberman, A. Nitrogen use efficiency – state of the art / A. Doberman // IFA Inter. Workshop Enhanced-Efficient Fertil. Frankfurt. - 2005. - P. 2-51.
11. Fatholoulumi, S. Improved digital soil mapping with multitemporal remotely sensed satellite data fusion: A case study in Iran / S. Fatholoulumi, A.R. Vaezi, S.K. Alavipanah et al. // Science of the Total Environment. - 2020. - Vol. 721.
12. Lowe, B. A. Multispectral image analysis using random forest / B. Lowe, A. Kulkarni // International Journal on Soft Computing. - 2015. - № 6.

### References

1. Dedushev, I.A. The influence of the level of nitrogen nutrition on the yield and elements of the yield structure of spring barley varieties of the Nemchinovka breeding Center / I.A. Dedushev, L.M. Eroshenko, V.V. Pylnev – Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. - 2023. - Issue 2. - P. 5-12.
2. Matvienko, D.A. Differentiated application of nitrogen fertilizers based on the assessment of optical characteristics of spring wheat crops: Abstract of Ph.D. thesis / D.A. Matvienko. – St. Petersburg, AFI. - 2012. – 21 p.
3. Osipov, Yu.F. Using the Yara N-tester device to diagnose nitrogen nutrition in winter wheat. Osipov, Ya.V. Ivanitsky, M.A. Shirinyan, R.A. Afanasyev, V.V. Galitsky // Plodorodie. - № 1. - 2011. - P. 26-29.
4. The rice growing system of the Russian Federation / under the general editorship of S.V. Garkusha –Krasnodar: FSBSI «Federal Scientific Rice Centre»; Prosveshchenie-YUG. - 2022. – 368 p.
5. Skazhennik, M.A. The production process of rice agrophytocenoses in connection with their condition / M.A. Skazhennik, S.V. Garkusha, V.S. Kovalev, A.F. Petrushin, E.N. Kiselev, V.N. Chizhikov, T.S. Pshenitsyna // Rice growing. – 2020. – № 3. – P. 30-37.

6. Truflyak, E.V. Differentiated application of nitrogen fertilizers according to the artificial intelligence model: a monograph / E.V. Truflyak, L.V. Ragozin, E.P. Popova. - Krasnodar: KubSAU, 2025. - 165 p.
7. Sheudzhen, A.H. Agrochemistry. Part 2 Methods of agrochemical research / A.H. Sheudzhen, T.N. Bondareva. - Krasnodar: KubSAU, 2015. - 703 p.
8. Sheudzhen, A.H. Agrochemistry and physiology of rice nutrition / A.H. Sheuzhen. – Maikop: GURIPP «Adygea». - 2005. - 1012 p.
9. Chlingaryan, A. Machine learning approaches to predicting crop yields and assessing nitrogen status in precision agriculture / A. Chlingaryan, S. Succarieh, B. Whelan // Computers and electronics of agriculture. - 2018. - Volume 151. - P. 61-69. Doi: 10.1016/j.compag.2018.05.012.
10. Doberman, A. Efficiency of nitrogen use – current state / A. Doberman // IFA Inter. The seminar «Efficiency improvement». - Fertilizer. Frankfurt, 2005. - P. 2-51.
11. Fathololumi, S. Advanced digital mapping of soils using a multi-time combination of satellite remote sensing data: a case study in Iran / S. Fathololumi, A.R. Vaezi, S.K. Alavipanah et al. // Science of the environment in general. - 2020. - Volume 721.
12. Low, B. A. Multispectral image analysis using a random forest / B. Low, A. Kulkarni // International Journal of Software Computing. - 2015. - №6.

**Виталий Николаевич Чижиков**

Ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения  
E-mail: [agrohimp-vt@yandex.ru](mailto:agrohimp-vt@yandex.ru)

**Раис Саидович Шарифуллин**

Старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения  
E-mail: [sharifullinrais@yandex.ru](mailto:sharifullinrais@yandex.ru)

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»  
350921, Россия, Краснодар  
Белозерный, 3  
E-mail: [arri\\_kub@mail.ru](mailto:arri_kub@mail.ru)

**Chizhikov Vitaliy Nikolaevich**

Leading researcher of laboratory of agrochemistry and soil studies  
E-mail: [agrohimp-vt@yandex.ru](mailto:agrohimp-vt@yandex.ru)

**Sharifullin Rais Saidovich**

Senior scientist, laboratory of agrochemistry and soil studies  
E-mail: [sharifullinrais@yandex.ru](mailto:sharifullinrais@yandex.ru)

All: FSBSI Federal Scientific Rice Centre,  
3, Belozerny, Krasnodar,  
350921 Russia  
E-mail: [arri\\_kub@mail.ru](mailto:arri_kub@mail.ru)

DOI 10.33775/1684-2464-2025-67-2-67-74  
УДК 635.615/631.86

**Галичкина Е.А.**  
г. Волгоград, Россия  
**Надежкин С.М.**, д-р биол. наук  
г. Москва, Россия

### **ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ В ХЕЛАТНОЙ ФОРМЕ И СПОСОБОВ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ АРБУЗА СТОЛОВОГО РАЗЛИЧНЫХ СРОКОВ СОЗРЕВАНИЯ**

*Огромное разнообразие удобрений способствует необходимости изучения их эффективности на рост и развитие растений арбуза. Также требуется на каждый сорт арбуза столового предоставление рекомендаций по применению испытываемых удобрений. Объекты исследований – арбуз сорт Метеор раннего срока созревания, сорт Землянин среднего срока созревания, сорт Холодок позднего срока созревания и микроудобрения Хелатон Экстра, Хелат бор. Подробно изучены варианты с применением микроудобрений для замачивания семян и двукратной обработкой растений в период вегетации. В ходе исследований влияния новых форм удобрений на длину вегетационного периода и ростовые процессы растений арбуза столового разных групп спелости выявлен положительный эффект: период вегетации увеличивался на 2-3 суток во всех изучаемых сортах при использовании препарата Хелатон Экстра для обработки растений; размер плетей так же увеличивался после применения новых удобрений. В варианте с обработкой растений препаратом Хелат бор у сортов Метеор и Холодок вегетативная масса выросла на 18,7-23,6 % по отношению к контролю без обработок. У сорта Землянин на 16,2 % выше сухого контроля после обработки растений удобрением Хелатон Экстра. В ходе проведенных работ получено аналогичное увеличение площади листа. Максимальное увеличение площади листовой пластины было отмечено у сортов Метеор и Землянин после использования препарата Хелатон Экстра для двукратной обработки растений в период вегетации. У сорта Холодок при листовой подкормке растений препаратом Хелат бор было отмечено аналогичное увеличение вегетативной массы.*

**Ключевые слова:** водорастворимые удобрения, арбуз, урожайность, ростовые процессы, вегетативная масса, некорневая обработка, биохимический состав.

### **INFLUENCE OF MICROFERTILIZERS IN CHELATE FORM AND METHODS OF THEIR APPLICATION ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF TABLE WATERMELON PLANTS OF VARIOUS RIPENING PERIODS**

*A huge number of different types of fertilizers contribute to the need to study their effects on the growth and development of watermelon plants in order to determine the most effective ones. For each variety it is necessary to provide recommendations on the use of fertilizers tested by us for growing watermelon. The objects of research are the early ripening watermelon variety Meteor, medium ripening variety Zemlyanin, late ripening variety Kholodok variety and the micro-fertilizers Chelaton Extra, Chelate boron. During the experiment, we studied in detail the options of using micro-fertilizers for soaking seeds and double treatment of plants during the growing season. Studies of the effect of new forms of fertilizers on the growing season and growth processes of watermelon plants of different ripeness groups have revealed a positive effect. Analyzing the obtained results of the effect of micro-fertilizers on the growing season, it can be noted that it increased by 2-3 days in all the studied varieties when using the Chelaton Extra preparation for plant treatment. A comparative analysis also showed an increase in the size of the lashes after the application of new fertilizers. In the variant with the treatment of plants with Chelate boron in varieties Meteor and Kholodok, the vegetative mass increased by 18.7-23.6 % compared to the control without treatments. In the variety Zemlyanin it is 16.2 % higher than the dry control after treatment of plants with Chelaton Extra fertilizer. In the course of the work carried out, we obtained a similar increase in the leaf area. The maximum increase in the area of the leaf plate was achieved in the varieties Meteor and Zemlyanin after using the Chelaton Extra preparation for double treatment of plants during the growing season. In the variety Kholodok, a similar increase in vegetative mass was observed during foliar treatment of plants with the Chelate boron preparation.*

**Key words:** water-soluble fertilizers, watermelon, yield, growth processes, vegetative mass, foliar treatment, biochemical composition.

### **Введение**

Арбуз – однолетнее травянистое растение с мощной стержневой корневой системой, проникающей в теплых краях в почву на глубину более 1 м. От главного корня отходят толстые боковые корни, которые расположены в пахотном слое на глубине 20-30 см, боковые корни образуют много корней второго и третьего порядков, достигающих глубины 3-4 м. Мощная корневая система обеспечивает растение водой и питательными веществами в количестве, достаточном для создания большой вегетативной массы и крупных водянистых плодов. Такое расположение корней у арбуза является его приспособлением к использованию даже небольших атмосферных осадков.

Арбуз жароустойчив благодаря охлаждению, которое происходит в результате интенсивной транспирации воды листьями. Нормально развитое растение в период созревания плодов испаряет несколько литров воды в сутки. Арбуз способен извлекать из почвы воду там, где другие растения уже увядают.

Культурные сорта арбуза в благоприятных условиях могут развивать по 2-4 плода, но без орошения обычно развивается 1-2 плода на растении [2, 6, 21].

Многолетние исследования доказывают, что арбуз растение требовательное к теплу и светолюбивое, поэтому отрицательно реагирует на затенение. Для ранних сортов арбуза среднемесячные температуры вегетационного периода должны составлять 18-21 [3, 5, 10, 12, 13, 15, 17].

Ранее проведенными исследованиями определены оптимальные агротехнические приемы выращивания бахчевой продукции [18, 20]. Однако в связи с изменением погодных условий (высокие температуры, малоснежные зимы, недостаточное количество осадков, повышенная ветровая деятельность) продуктивность местных сортов снижается, поэтому необходимо изучить и внедрить в производство новые элементы технологии возделывания бахчевых культур [16].

Варфоломеева Н.И. рекомендует использовать удобрение, как для предпосевной подготовки семян, так и для обработки вегетирующих растений. Входящие в состав препаратов различные микроэлементы способствуют закладке дополнительных боковых побегов, предотвращают старение листьев, повышают стрессоустойчивость растений, что положительно сказывается на сроках созревания урожая, величине и качестве продукции [4].

При посеве арбуза минимальное количество осадков и высокие температуры в период цветения и роста плодов являются причиной значительного снижения урожайности. Важным дополнительным и корректирующим элементом технологии питания являются листовые подкормки, повышающие усвоение удобрений в критические периоды роста и развития, компенсирующие дефицит макро- и микроэлементов

в период вегетации растений и повышающие доступность элементов питания, которые способствуют усилению механизмов самозащиты растений против абиотических стрессов [7, 8, 14, 19].

### **Цель исследований**

Изучить влияние новых форм удобрений на рост и развитие растений арбуза столового разных сроков созревания.

### **Материалы и методы**

Эксперимент закладывали в 2019-2021 годах на селекционных полях Быковской бахчевой селекционной опытной станции. Объектами исследований являлись местные сорта и новые микроудобрения.

Сорт раннего срока созревания Метеор. Вегетационный период от 65 до 75 суток. Растение длинноплетистое. Плод округлой формы гладкий.

Сорт среднераннего срока созревания Землянин. Вегетационный период от 75 до 80 дней. Растение длинноплетистое. Плод удлиненно-шаровидный.

Сорт позднего срока созревания Холодок. Вегетационный период от всходов до созревания 98 дней. Растение длинноплетистое. Плод удлиненно-шаровидный.

В проведенных исследованиях новые микроудобрения в хелатной форме применяли для замачивания семян перед посевом и фолиарной обработки растений в период вегетации в сроки “начало плетобразования” и перед смыканием плетей (через 2 недели). Нормы препаратов: при замачивании семян Хелатон Экстра – 1 мл/1 л, при обработке растений Хелатон Экстра, Хелат бор – 500 мл/100 л воды. Норма рабочего раствора – 300 л/га.

Препарат Хелат бор применяли только при обработке растений арбуза для увеличения завязи.

### **Характеристика используемых препаратов.**

*Хелатон Экстра.* Комплексное водорастворимое удобрение, состав: Fe – 0,58 %; Mn – 0,77%; Co – 0,57 %; Mo – 0,58 %; Cu – 0,53 %; Zn – 0,58 %; B – 0,16 %; аммиачный азот – 3,78 %. Микроэлементы содержатся в хелатной форме.

*Хелат бор.* Водорастворимое удобрение, состав: B – 9,9 %; N – 4,2 %.

Почвы в зоне исследований супесчаные лёгкие по гранулометрическому составу способны пропускать даже незначительные осадки.

Перед началом эксперимента была определена площадь учетной делянки – 84 м<sup>2</sup>, площадь опытной делянки – 112 м<sup>2</sup> Повторность в опыте трехкратная, размещение вариантов систематическое. Схема посева – 2,0 x 2,0 м.

Исследования проводили на фоне естественного плодородия.

### **Схема опыта.**

1. Контроль (без обработок).
2. Замачивание семян в воде.
3. Обработка растений водой.
4. Хелатон Экстра (замачивание семян).

5. Хелатон Экстра (обработка растений).

6. Хелат В (обработка растений).

В исследовательской работе использовали общепринятую агротехнику для выращивания бахчевых культур.

Эксперимент проводили согласно существующим методикам: Литвинов С.С. «Методика полевого опыта в овощеводстве», Белик В.Ф. «Методика полевого опыта в овощеводстве» [1, 9].

#### Результаты и обсуждение

Для оценки условий увлажнения исследуемой территории с учетом соотношения между ресурсами тепла и влаги используется комплексный показатель - гидротермический коэффициент (ГТК) Г. Т. Селянинова, который характеризует степень недостатка или избытка влаги относительно имеющихся ресурсов тепла и определяется как отношение суммы осадков за период со среднесуточной температурой выше 10 °С к сумме температур за тот же период, уменьшенной в 10 раз [11].

Гидротермический коэффициент достаточно полно характеризует условия увлажнения климата в различных природных зонах. Годы проведения ис-

следований значительно различались между собой по гидротермическим условиям: обеспеченности теплом и влагой. Сумма активных температур за вегетационный период 2019 г. составила 3395,6 °С, в 2020 г. – 3333 °С, в 2021 г. – 3612,2 °С. За период вегетации в 2019 г. выпало 272 мм осадков, в 2020 г. осадков выпало меньше чем в предыдущем году всего 178,6 мм, а в 2021 году больше чем в двух предыдущих – 380 мм.

В первый год исследований (2019 г.) ГТК вегетационного периода составил 0,8, во второй (2020 г.) – 0,5 и в третий (2021 г.) – 1,1. По классификации Г. Т. Селянинова исследуемые годы характеризуются как слабо-засушливый, очень засушливый и влажный. Нужно отметить, что в исследуемые годы преобладали аномально высокие температуры воздуха, а осадки распределялись неравномерно и выпадали в виде ливневых дождей. В 2020 и 2021 гг. в середине вегетации сумма активных среднесуточных температур воздуха достигала высоких показателей, а в 2019 году эти температуры были существенно ниже (рис.1, 2).

**Таблица 1. Метеорологические показатели за вегетационный период 2019...2021 гг. (по данным метеочастка Быковской БСОС- филиал ФГБНУ ФНЦО)**

Месяцы	Осадки, мм				Среднесуточная температура воздуха, °С			
	2019 год	2020 год	2021 год	Средне-многолетнее	2019 год	2020 год	2021 год	Средне-многолетнее
Апрель	38,1	17,4	54,9	40,4	11,4	8,0	10,0	12,7
Май	19,2	91,3	147,0	69,0	19,2	15,9	19,6	18,9
Июнь	11,3	35,2	92,6	27,7	24,8	24,0	23,4	23,5
Июль	201,5	29,2	13,1	41,1	22,9	26,6	27,2	25,6
Август	-	2,9	4,8	25,2	22,3	22,2	27,2	25,0
Сентябрь	2,5	2,6	67,6	51,8	15,4	17,3	15,1	17,5
Всего	272,6	178,6	380,0	255,2				

**Таблица 2. Гидротермический коэффициент за вегетационный период 2019-2021 гг.**

Месяц	ГТК за 2019 г.	Примечание	ГТК за 2020 г.	Примечание	ГТК за 2021 г.	Примечание
Апрель	1,5	влажный	1,8	избыточно-влажный	2,9	избыточно-влажный
Май	0,3	очень засушливый	1,9	избыточно-влажный	2,4	избыточно-влажный
Июнь	0,15	очень засушливый	0,5	очень засушливый	1,3	влажный
Июль	2,8	избыточно-влажный	0,4	очень засушливый	0,2	очень засушливый
Август	-	-	0,04	очень засушливый	0,06	очень засушливый

Продолжение таблицы 2

Сентябрь	0,05	очень засушливый	0,05	очень засушливый	1,6	избыточно-влажный
За период вегетации	0,8	слабо-засушливый	0,5	очень засушливый	1,1	влажный

В трехлетний период исследований мы подробно фиксировали основные фазы развития растений во время вегетации. В результате этого фенологические наблюдения показали, что применение микроудобрений в хелатной форме для замачивания семян перед посевом и обработки растений в период вегетации увеличивается длина вегетационного периода. Увеличение на 2 суток было отмечено в варианте с применением препарата Хелатон Экстра для обработки растений сорта Метеор. В остальных вариантах срок вегетации увеличился незначительно по сравнению с контролем без обработок и вариантами «замачивание семян» и «обработка растений водой». После опрыскивания растений арбуза сорта

Землянин микроудобрением Хелатон Экстра отмечается увеличение вегетационного периода больше, чем у сорта Метеор. Наибольшее увеличение срока вегетации (4-5 суток) в сравнении с контрольными вариантами мы получили после обработки растений удобрениями Хелат бор и Хелатон Экстра. Также отмечено увеличение срока вегетации в исследуемых вариантах на 2-4 суток по отношению к контрольным вариантам в сорте позднего срока созревания Холодок. Несущественно вырос вегетационный период при использовании для замачивания семян препаратом Хелатон Экстра (табл. 3).

**Таблица 3. Влияние хелатных удобрений на вегетационный период арбуза столового разных групп спелости (среднее за 3 года)**

Варианты опыта	Вегетационный период, дн.		
	Метеор	Землянин	Холодок
Контроль (без обработок)	76	83	96
Замачивание семян в воде	76	83	95
Обработка растений водой	77	85	96
Хелатон Экстра (замачивание семян)	77	86	97
Хелатон Экстра (обработка растений)	78	88	99
Хелат В (обработка растений)	77	87	98
НСР <sub>05</sub>	1,78	1,90	2,00

В заявленный период исследований были проведены подсчеты и замеры количества и длины плетей изучаемых сортов. Поэтому на основании сравнительного анализа экспериментальных данных можно предположить положительный эффект от использования новых микроудобрений на увеличение количества и длины плетей арбуза столового разных периодов созревания. В процессе работы выявлено, что у сорта Метеор при замачивании семян перед посевом длина плетей выросла на 17,3 % по сравнению с чистым контролем и на 19,1 % по отношению к варианту с замачиванием семян в воде. При некорневой обработке растений арбуза препаратами Хелатон Экстра и Хелат бор величина плетей также

увеличилась по отношению к контролю на 16,4-23,6 % и на 10,5-17,3 % в соотношении с обработкой растений водой. Наибольшее увеличение размера плетей отмечено после применения удобрения Хелат бор.

Аналогичное нарастание размера плетей наблюдалось и в сорте Землянин. После замачивания семян перед посевом было отмечено увеличение размера плетей на 14,9 % по отношению к чистому контролю и на 10,3 % по сравнению с вариантом «замачивание в воде». В результате листовой подкормки растений арбуза среднего срока созревания нарастание плетей отмечено при использовании препаратов Хелат бор и Хелатон Экстра на 13,6-16,2 % в сравнении с контрольным вариантом и на 8,8-

11,3 % по отношению к обработке растений водой. Наибольшее увеличение плетей было получено от применения для обработки вегетирующих органов препарата Хелатон Экстра.

Нарастание размера плетей также было отмечено у сорта позднего срока созревания Холодок. После замачивания семян удобрением Хелатон Экстра длина плетей выросла на 15 % по сравнению с контролем и на 13,5 % по сравнению с вариантом «зама-

чивание семян водой». Наибольший рост плетей был отмечен в результате обработки растений исследуемыми микроудобрениями и составил на 13-18,7 % больше сухого контроля и на 12,1-17,8 % выше обработки растений водой. Как видно из таблицы 4 наибольшее нарастание плетей в данном сорте произошло при использовании препарата Хелат бор (обработка растений) (табл. 4).

**Таблица 4. Влияние хелатных микроудобрений и способов их применения на количество плетей, длину плетей растений арбуза столового разных сроков созревания (среднее за 3 года)**

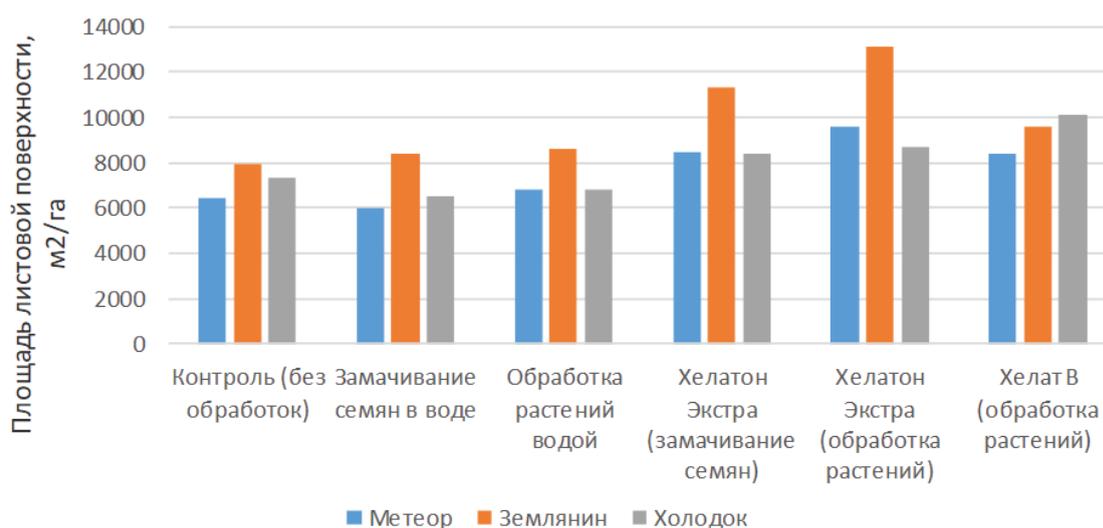
Варианты опыта	Количество плетей, шт.			Средняя длина плетей, см		
	до обработки	после первой обработки	после второй обработки	до обработки	после первой обработки	после второй обработки
сорт Метеор (ранний срок созревания)						
Контроль (без обработок)	7	27	39	72	220	335
Замачивание семян в воде	7	26	38	79	237	330
Обработка растений водой	7	27	40	80	241	353
Хелатон Экстра (замачивание семян)	8	31	42	87	255	393
Хелатон Экстра (обработка растений)	8	35	48	89	242	390
Хелат В (обработка растений)	7	32	43	84	245	414
НСР <sub>05</sub>			1,78			8,9
сорт Землянин (средний срок созревания)						
Контроль (без обработок)	8	36	77	60	188	390
Замачивание семян в воде	8	38	81	66	217	406
Обработка растений водой	9	49	93	63	232	407
Хелатон Экстра (замачивание семян)	8	43	96	74	237	448
Хелатон Экстра (обработка растений)	8	54	120	65	226	453
Хелат В (обработка растений)	9	48	82	72	219	443
НСР <sub>05</sub>			3,56			5,34
сорт Холодок (поздний срок созревания)						
Контроль (без обработок)	6	35	59	86	252	401
Замачивание семян в воде	7	34	52	82	271	406
Обработка растений водой	6	32	52	87	253	404

Продолжение таблицы 4

Хелатон Экстра (замачивание семян)	7	36	58	99	285	461
Хелатон Экстра (обработка растений)	6	37	69	80	265	453
Хелат В (обработка растений)	8	42	68	102	291	476
НСР <sub>05</sub>			1,78			3,56

В процессе исследований проведен подсчет количества листьев на контрольных растениях арбуза столового разных сроков созревания и рассчитана площадь листа с помощью компьютерной программы APFill Ink Toner Coverage Meter. В результате проведенных исследований можно предположить, что новые микроудобрения оказали существенное влияние на увеличение листовой поверхности. Наибольшее увеличение площади листовой поверхности было отмечено у сортов Метеор и Землянин от использования препарата Хелатон Экстра для листовой подкормки в период вегетации. У сорта Метеор рост площади листовой поверхности был выше

контрольного варианта без обработок на 49,3 % и больше на 40,8 % - варианта «обработка растений водой». У сорта Землянин площадь листовой поверхности увеличилась в 1,6 раза по отношению к варианту без обработок и в 1,5 раза по сравнению с вариантом «обработка растений водой». Следует отметить, что у сорта Холодок максимальное увеличение площади листовой поверхности получено при использовании препарата Хелат бор для двукратной обработки растений, которое превысило контроль без обработок вариант «обработка растений водой» на 37,9-48,5 % (рис. 1).



**Рисунок 1. Влияние хелатных удобрений на площадь листовой поверхности арбуза столового разных групп спелости (среднее за 3 года)**

#### Выводы

В итоге проведенного эксперимента можно отметить положительное воздействие новых микроудобрений в хелатной форме на рост и развитие растений арбуза столового разных групп спелости. У сортов ранней и поздней группы спелости Метеор и Холодок положительное влияние было получено при применении препарата Хелат бор

для фоллиарной обработки растений. На показатель среднеспелого сорта арбуза Землянин эффективное влияние оказал препарат Хелатон Экстра для листовой подкормки в период вегетации.

## Литература

1. Белик, В.Ф. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / В.Ф. Белик, Г.Л. Бондаренко. - М.: 1979. - 210 с.
2. Боева, Т.В. Ресурсосберегающие приемы производства плодов и семян арбуза в условиях орошения /Т.В. Боева, Г.В. Гуляева, Е.Д. Гарьянова и др.// монография. - Астрахань: Издатель Сорокин Роман Васильевич, 2012. - 156 с.
3. Быковский, Ю.А. Селекция бахчевых культур для юго-востока России /Ю.А. Быковский, Е.А. Варивода, С.В. Малуева, Т.М. Никулина // Картофель и овощи. - 2017.- № 6. – 37 с.
4. Варфоломеева, Н.И. Влияние физиологически активных соединений на рост и развитие растений антирринума различных сортов / Н.И. Варфоломеева, Е.Н. Благородова, Т.С. Непшекуева, А.С. Звягина// Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2020. - № 83. - С. 76–81.
5. Колпакова, А. Арбуз, дыня, алыча и другие южные культуры. Выращиваем в средней полосе / А. Колпакова // М.: Эксмо, 2013. - С. 80-84.
6. Коринец, В.В. Рекомендации по выращиванию бахчевых культур в условиях Нижнего Поволжья /В.В. Коринец и др. // Астрахань: Новая Линия, 2010. - 48 С.
7. Лазько, В.Э. Листовые подкормки тыквы сложными удобрениями / В.Э. Лазько, О.В. Якимова // Вестник овощевода. - 2021. - №1. – С. 14-17.
8. 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). - 70-75.
9. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. - М.: Россельхозакадемия, 2011. - 649 с.
10. Лудилов, В.А. Семеноводство овощных и бахчевых культур / В.А. Лудилов // М.: Глобус. - 2000. - 256 с.
11. Сажин, А. Н. Погода и климат Волгоградской области / А.Н. Сажин, К.Н. Кулик, Ю.В. Васильев. - Волгоград: ВНИАЛМИ. - 2010. - 306 с.
12. Юрина, А. В. Выращивание овощей на Урале / А.В. Юрина, Э.Н. Алехина, Н.А. Тюленева - Свердловск, Средн-Урал. Кн.изд-во, 1975 - 302 с.
13. Юрина, А. В. В помощь овощеводу-любителю / А.В. Юрина, Н.А. Тюленева, Л.А. Кардашина и др. - Свердловск: Сред. -Урал. Кн.изд-во. - 1985. - 304 с.
14. Якимова, О.В. Эффективность применения листовых подкормок органоминеральным удобрением «Арксоил КНЭ» на тыкве / О.В. Якимова, В.Э. Лазько, Е.Н. Благородова // Рисоводство. - 2018. - № 4 (41). – С. 83-86.
15. Якимова, О.В. Эффективность применения листовой подкормки органическим удобрением Agrochelate на семеноводческих участках арбуза летнего посева / О.В. Якимова, В.Э. Лазько, Е.Н. Благородова // Овощи России. – 2022. - №1. – С. 67-71.
16. Grumet, R. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops / R. Grumet, D. James, Mc Creight, Cecilia McGregor et al // Genes. - 2021 - 12(8). - P. 12-22. doi.org/10.3390/genes12081222
17. Као, Тхи Хуэ Биохимический состав семян арбуза *Citrullus lanatus* на основе сырья из Вьетнама / Тхи Хуэ Као, Тхи Фьонг Лйен Чан// Молодой ученый. - 2021. - № 28 (370). - С. 147-149.
18. Montelaro J. Grow watermelon more profitably / J. Montelaro, J.Taylor // Louisiana exp. Station. - 1977. - P. 5-8.
19. Motamedi, M. Physiological changes of sweet and hot peppers in vegetative and reproductive growth stages treated by Ca and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> under unforeseen heat stresses / M. Motamedi, M. Haghghi, A. Goli // Scientia Horticulturae. - 2019. - Vol. 249. - P. 306–313. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.01.040.
20. NeSmith, D. S. Root distribution and yield of direct seeded and transplanted watermwlon // I. Am. Soc. Hortic. Sc. - 1999. - Vol. 124. - № 5. - P. 458-461.
21. Qian, O. Y. Bioactive compounds in *Cucumis melo* L. and its beneficial health effects: a scoping review /O. Y. Qian, S. Harith, M. R. Shahril, N. Shahidan // Malays. Appl. Biol. - 2019. - Vol. 48. - № 4. - P. 11–23.

## References

1. Belik, V.F. Methodology of field experiment in vegetable and melon growing / V.F. Belik, G.L. Bondarenko. - M.: 1979. - 210 p.
2. Boeva, T.V. Resource-saving methods of watermelon fruit and seed production under irrigation conditions /T.V. Boeva, G.V. Gulyaeva, E.D. Garyanova et al.// monograph. Astrakhan: Publisher Sorokin Roman Vasilyevich. - 2012. - 156 p
3. Bykovsky, Yu.A. Breeding of melon crops for the south-east of Russia /Yu.A. Bykovsky, E.A. Varivoda, S.V. Maluyeva, T.M. Nikulina // Potatoes and vegetables. - 2017. - № 6. – 37 p.

4. Varfolomeeva, N.I. The influence of physiologically active compounds on the growth and development of antirrhinum plants of various varieties / N.I. Varfolomeeva, E.N. Noborova, T.S. Nepshekueva, A.S. Zvyagina // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2020. - № 83. - P. 76-81.
5. Kolpakova, A. Watermelon, melon, cherry plum and other southern crops. We grow in the middle zone / A Kolpakova // M.: Eksmo . - 2013 - P. 80-84.
6. Korinets, V.V. Recommendations for the cultivation of melon crops in the conditions of the Lower Volga region /V.V. Korinets et. al. // Astrakhan: New Line. - 2010. – 48 p.
7. Lazko, V.E. Leaf top dressing of pumpkin with complex fertilizers / V.E. Lazko, O.V. Yakimova // Bulletin of the vegetable grower. - 2021. - № 1. – P. 14-17.
8. Lazko, V.E. Agronomic efficiency of ZEROMIX 3000 PPM on seed crops of melon variety Slavia/ V.E. Lazko, O.V. Yakimova, E.N. Nobelova// Rice growing. – 2021. - № 1(50). - P. 70-75.
9. Litvinov, S.S. Methodology of field experiment in vegetable growing / S.S. Litvinov. - M.: Russian Agricultural Academy - 2011. - 649 p.
10. Ludilov, V.A. Seed production of vegetable and melon crops / V.A. Ludilov // Moscow: Globus. - 2000. - 256 p.
11. Sazhin, A. N. Weather and climate of the Volgograd region / A.N. Sazhin, K.N. Kulik, Yu.V. Vasiliev. - Volgograd: VNIALMI. - 2010. - 306 p.
12. Yurina, A.V. Growing vegetables in the Urals / A.V. Yurina, E.N. Alyokhina, N.A. Tyuleneva - Sverdlovsk, Sredn-Ural. Publishing house. - 1975 - 302 p.
13. Yurina, A.V. To help an amateur vegetable grower / A.V. Yurina, N.A. Tyuleneva, L.A. Kardashina et al. - Sverdlovsk: Sred.-Ural. Publishing house. - 1985. - 304 p.
14. Yakimova, O.V. The effectiveness of applying leaf fertilizers with Arksoil KNE organic mineral fertilizer on pumpkin / O.V. Yakimova, V.E. Lazko, E.N. Nobelova// Rice growing. - Krasnodar, 2018. - № 4 (41). – P. 83-86.
15. Yakimova, O.V. The effectiveness of the application of foliar top dressing with organic fertilizer Agrochelate in seed-growing areas of summer watermelon / O.V. Yakimova, V.E. Lazko, E.N. Nobelova // Vegetables of Russia. – 2022. - № 1. - P. 67-71.
16. Grumet, R. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops / R. Grumet, D. James, Mc Creight, Cecilia McGregor et al // Genes. – 2021. - №12(8). - P.12-22. doi.org/10.3390/genes12081222
17. Khao, Thi Hue Biochemical composition of watermelon Citrullus lanatus seeds based on Vietnam raw materials/ Thi Hue Kao, Thi Phuong Layen Chan// Young scientist. - 2021. - № 28 (370). - P. 147-149.
18. Montelaro, J. Grow watermelon more profitably /J. Montelaro, J. Taylor // Louisiana exp. Station. - 1977. - P. 5-8.
19. Motamedi, M. Physiological changes of sweet and hot peppers in vegetative and reproductive growth stages treated by Ca and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> under unforeseen heat stresses// M. Motamedi, M. Haghghi, A. Goli// Scientia Horticulturae. - 2019. - Vol. 249. - P. 306–313. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.01.040.
20. NeSmith, D.S. Root distribution and yield of direct seeded and transplanted watermelon / D. S. NeSmith // I. Am. Soc. Hortic. Sc. - 1999. - Vol. 124. - № 5. - P. 458-461.
21. Qian, O.Y. Bioactive compounds in Cucumis melo L. and its beneficial health effects: a scoping review / O.Y. Qian, S. Harith, M. R. Shahril, N. Shahidan // Malays. Appl. Biol. - 2019. - Vol. 48. - № 4. - P. 11–23.

**Елена Александровна Галичкина**

Старший научный сотрудник отдела агротехники  
E-mail: elena-varivoda@mail.ru

**Elena Alexandrovna Galichkina**

Senior Researcher at the Agricultural Engineering  
Department  
E-mail: elena-varivoda@mail.ru

Быковской БСОС – филиала ФГБНУ ФНЦО  
404067, Россия, Волгоградская обл., Быковский  
р-он, п. Зеленый, ул. Сиреневая, д. 11

Bykovsky BSOS – branch of the Federal State  
Budgetary Institution FNCO  
404067, Russia, Volgograd region, Bykovsky district,  
village of Zeleny, Sirenevaya str., 11

**Сергей Михайлович Надежкин**

Заведующий лабораторно-аналитическим отделом  
E-mail: nadegs@yandex.ru

**Sergey Mikhailovich Nadezhkin**

Head of the Laboratory and Analytical Department  
E-mail: nadegs@yandex.ru

ФГБНУ ФНЦО  
143072, Россия, Московская обл., Одинцовский  
р-он, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

FSBSI FNCO  
14, Selektionnaya str., Odintsovo district, Moscow  
region, 143072, Russia

DOI: 10.33775/1684-2464-2025-67-2-75-82  
УДК 634.8

**Дорошенко Н.П.**, д-р с.-х. наук,  
**Пузырнова В.Г.**, канд. с.-х. наук  
г. Новочеркасск, Россия

### МЕЛАФЕН – ИНГИБИТОР РОСТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОЛЛЕКЦИИ ВИНОГРАДА IN VITRO

Сохранение генофонда растений сегодня уже невозможно без дополнения существующих традиционных методов современными биотехнологическими приемами. Коллекции растений в формате *in vitro* имеют ряд неоспоримых преимуществ. Один из способов повышения эффективности содержания коллекций *in vitro* – хранение объектов в условиях замедленного роста. Статья рассматривает возможность применения препарата Мелафен для замедления скорости ростовых процессов у растений винограда в коллекции *in vitro*. Исследования проведены во Всероссийском НИИ виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко по общепринятым методикам. Выявлено торможение ростовых процессов в культуре винограда при различных концентрациях препарата. Установлена возможность беспересадочного хранения растений в культуре *in vitro* на питательной среде с Мелафеном. При учете через 6 месяцев культивирования отмечена сохранность растений: от 64,2 до 89,2 %, наиболее высокая при концентрации  $10^{-11}$ . Значительная сохранность жизнеспособных растений зафиксирована при хранении в течение 8,6 месяцев (260 дней) в вариантах с концентрациями  $10^{-5}$  и  $10^{-11}$  %. Возможность сохранности растений при 300 днях культивирования снизилась до 28,6 %, но это в 2 раза выше чем в контрольном варианте и кроме того, растения были более жизнеспособными. Выявлен потенциал беспересадочного хранения растений винограда в культуре *in vitro* на питательной среде с Мелафеном в течение 300–630 дней. Показано, что применение препарата Мелафен совместно с антибиотиком Цефотаксим и салициловой кислотой усиливает ингибирование ростовых процессов, что подтверждает перспективность для создания коллекции генофонда винограда *in vitro*.

**Ключевые слова:** виноград, Мелафен, концентрации, ингибирование, коллекция *in vitro*, продолжительность беспересадочного хранения, жизнеспособность растений.

### MELAFEN - A GROWTH INHIBITOR FOR CREATING AN IN VITRO GRAPEVINE COLLECTION

The preservation of the plant gene pool is no longer possible today without supplementing existing traditional methods with modern biotechnological techniques. Plant collections of *in vitro* format have a number of undeniable advantages. One of the ways to increase the efficiency of *in vitro* collections is to store objects in conditions of slow growth. The article considers the possibility of using the Melafen preparation to slow down the rate of growth processes in grapevine plants in the *in vitro* collection. The study was conducted in All-Russian Research Institute for Viticulture and Winemaking named after Ya.I. Potapenko. Inhibition of growth processes in grapevine culture at different concentrations of the drug was revealed. The possibility of plants storage without replanting in culture *in vitro* on a nutrient medium with Melafen has been established. When taking into account after 6 months of cultivation, the survival rate of plants was noted: from 64.2 to 89.2 %, the highest at a concentration of  $10^{-11}$ . Significant preservation of viable plants was recorded during storage for 8.6 months (260 days) in variants with concentrations of  $10^{-5}$  and  $10^{-11}$  %. The plants preservation after 300 days of cultivation decreased to 28.6 %, but this is 2 times more than in the control and the plants were more viable. The potential storage without replanting of grapevine plants in *in vitro* culture on a nutrient medium with Melafen for 300–630 days has been revealed. It was shown that the use of the Melafen together with the Cefotaxime antibiotic and salicylic acid enhances the inhibition of growth processes and is promising for creating a collection of the grapevine gene pool *in vitro*.

**Key words:** grapevine, Melafene, concentrations, inhibition, *in vitro* collection, duration of storage, plant viability.

#### Введение

В настоящее время для сохранения генофонда растений необходимо дополнение существующих традиционных методов современными биотехнологическими. Одним из перспективных направлений сохранения биоразнообразия и основой для создания генетических банков *in vitro* является клональное микроразмножение [18].

В коллекциях *in vitro* (биоресурсные коллекции) образцы живого растительного материала (меристемы, каллус, эмбриогенные культуры, микропобеги, целые микрорастения и др.) длительно поддерживаются в контролируемых асептических условиях. В этих коллекциях, как правило, сохраняют уникальные и/или хозяйственно ценные генотипы, редкие и исчезающие виды растений, преимущественно те,

которые трудно размножаются вегетативно или теряют ценные признаки при семенном размножении [7, 12, 18]. Такие «живые» коллекции, представляют собой только часть генетического разнообразия, однако особо ценную для сохранения, консервации и воспроизводства, всестороннего изучения и использования.

Создание и поддержание коллекций представителей ценного генофонда относится к приоритетным направлениям в нашей стране, что отражено в ряде стратегических документов Российской Федерации, последним из которых является Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019–2027 гг. [13]. Один из запланированных результатов данной программы – создание и функционирование биоресурсных коллекций, обеспечивающих хранение и предоставление образцов коллекций в соответствии с мировыми стандартами.

Перспективными являются исследования по культуре винограда. Ученые рассматривают сохранение виноградной лозы *in vitro* как альтернативу полевой коллекции и считают, что разработка эффективных способов хранения *in vitro* может обеспечить сохранение ценного биоразнообразия [6, 10, 17].

Главный методический подход при проведении этих исследований – достижение состояния замедленного роста при сохранении жизнеспособности тканей экспланта.

Уникальный, не имеющий аналогов в мире, препарат Мелафен создан в институте органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦРАН. Автором является Фаттахов С.Г. Это синтетический регулятор роста растений нового поколения, представляющий собой меламинавую соль бис (оксиметил) фосфиновой кислоты. Мелафен участвует в регуляции физиологических процессов в течение всего онтогенеза и регуляции обмена веществ закончивших рост органов [12].

Эффективность Мелафена выявлена при его применении в биотехнологии: увеличивается образование различных вторичных метаболитов (алкалоидов, полифенолов), которые находят широкое применение в качестве биологически активных соединений фармакологического направления [5, 11].

Доказано, что препарат Мелафен можно применять в технологии ускоренного размножения оздоровленного семенного картофеля на пробирочных растениях в лабораторных условиях и в защищенном грунте [4].

Изучена возможность применения Мелафена при клональном микроразмножении винограда и разработан новый способ клонального микроразмножения винограда с использованием этого росторегулирующего препарата, который способствует более эффективной приживаемости черенков, регенерации растений и улучшению качественных показателей [2, 9].

Во всех многочисленных исследованиях по целому ряду культур отмечен ростостимулирующий эффект Мелафена [1, 7, 16, 19]. Однако выявлено торможение ростовых процессов при различных концентрациях препарата, которое возможно использовать при создании коллекции *in vitro*.

#### **Цель исследований**

Изучить возможность замедления ростовых процессов для создания коллекции винограда *in vitro* с помощью росторегулирующего препарата Мелафен.

#### **Материалы и методы**

Исследования проводили по общепринятым в биотехнологии методикам в стационарных лабораторных условиях в течении 6 лет (2014–2019 гг.) [8, 15].

Для депонирования отбирали растения винограда, регенерированные из апикальных меристем размером 0,1–0,2 мм и размноженные в культуре *in vitro*. Исследования проводили на питательной среде Мурасиге и Скуга, модифицированной для этапа микрочеренкования.

Модифицированная среда Мурасиге и Скуга для микрочеренкования (мг/л). Макроэлементы:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  138;  $\text{KNO}_3$  950;  $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  185;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  68;  $\text{CaCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$  166. Микроэлементы:  $\text{H}_3\text{BO}_3$  62;  $\text{MnSO}_4 \times 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$  22,3;  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$  0,025;  $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$  0,025;  $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  8,6;  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  0,25;  $\text{KJ}$  0,83;  $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  27,8;  $\text{Na}_2$  ЭДТА  $\times 2\text{H}_2\text{O}$  37,3. Витамины: Мезоинозит 50; Тиамин  $\text{HCl}$  0,2; Пиридоксин  $\text{HCl}$  0,2; а также сахараза 10,0 г/л; ИУК 0,3; агар 7,5 г; pH 5,7–5,9.

Депонирование осуществляли в пробирках размером 200×20 мм. На каждую повторность высаживали 14 микрочеренков, на вариант – 42 микрочеренка.

При проведении исследований учитывали показатели: инфицированность эксплантов; приживаемость, %; укореняемость, %; количество корней, шт.; длину корней, мм; величину ризогенной зоны, сроки развития корневой системы, высота растения, мм; число листьев, коэффициент полярности; продолжительность культивирования, дней.

Жизнеспособность растений регистрировали на протяжении всего периода культивирования от начала пассажа до гибели последнего растения с периодичностью в один месяц. Под жизнеспособностью подразумевается показатель, характеризующий продолжительность жизни анализируемого растения. Этот показатель оценивали в баллах по количеству некрозов тканей листьев и побегов: 0 баллов - визуальная гибель растения, 1 балл – некроз более 50 % тканей растения, 2 балла - некроз менее 50 % тканей, 3 балла - растения без некроза.

#### **Результаты и обсуждение**

Установлена возможность беспересадочного хранения растений в культуре *in vitro* на питательной среде с Мелафеном. При учете через 6 месяцев

культивирования отмечена достаточно высокая сохранность растений: от 64,2 до 89,2 %. Выявленная гибель связана в основном с высыханием верхушек побегов. Наиболее высокая сохранность растений отмечена при концентрации Мелафена  $10^{-11}$ . В этом варианте не было высыхания верхушек побегов, некрозов на листьях и побегах, на растениях происходило не подсыхание листьев, а их пожелтение, как при осенней окраске.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлена возможность беспере-

садочного хранения растений в коллекции *in vitro* на питательной среде с Мелафеном в течение 6-ти месяцев. В стандартных условиях культивирования пересадку растений необходимо производить через 2–3 месяца.

Сохранность растений при культивировании в течение 8,6 месяцев (260 дней) оставалась высокой при концентрациях Мелафена  $10^{-5}$ ,  $10^{-11}$  – 71,4 % (табл. 1). Жизнеспособность растений также была значительнее в этих вариантах.

При этих концентрациях препарата сохранилось

**Таблица 1. Жизнеспособность растений винограда сорта Варюшкин при культивировании их на питательной среде с Мелафеном, 2012–2015 гг.**

Мелафен	Сохранилось, шт /%	Высота растений, см	Листьев, шт.			Жизнеспособность, балл
			зеленых	пожелтевших	сухих	
Культивирование в течение 75 дней						
0	27/96,4	11,4	8,7	9,8	—	3,0
$10^{-5}$	27/96,4	11,4	9,7	7,8	—	3,0
$10^{-7}$	26/92,8	12,1	9,9	9,3	—	3,0
$10^{-9}$	27/96,4	11,8	9,1	9,9	—	3,0
$10^{-11}$	26/92,8	10,4	8,4	9,1	—	3,0
Культивирование в течение 260 дней						
0	17/60,7	15,4	2,5	2,1	7,8	1,0
$10^{-5}$	20/71,4	15,6	3,5	6,5	6,5	1,1
$10^{-7}$	15/53,5	15,7	2,9	2,6	8,3	1,0
$10^{-9}$	15/53,5	15,9	4,8	2,5	7,2	1,1
$10^{-11}$	20/71,4	15,5	3,2	6,3	6,3	1,1
Культивирование в течение 300 дней						
0	4/14,2	Невозможно учесть	1,5	2,5	12,0	1,0
$10^{-5}$	8/28,6		2,3	3,6	7,4	1,0
$10^{-7}$	4/14,3		2,0	2,0	10,5	1,0
$10^{-9}$	6/28,6		2,3	3,3	6,8	1,0

больше, чем в контроле жизнеспособных растений с зелеными и пожелтевшими листьями и меньшее число растений с высохшими листьями. Содержание Мелафена в питательной среде в концентрации  $10^{-7}$  оказало отрицательное влияние на хранение растений. Сохранилось меньшее число жизнеспособных растений. Отмечено самое высокое в опыте высыхание листьев. Объяснить это можно более интенсивными ростовыми процессами, приводящими к ускоренному развитию растений. Промежуточное

положение занял вариант с концентрацией  $10^{-9}$ , который отличался самым высоким в опыте наличием зеленых листьев.

При культивировании в течение 300 дней сохранились отдельные растения с единичными зелеными листьями. Во всех вариантах с Мелафеном положение было лучше, чем в контроле. Оптимальное состояние растений отмечено в вариантах с концентрациями препарата  $10^{-5}$  и  $10^{-9}$ .

Выявлена хорошая сохранность растений при

беспересадочном культивировании растений сорта Баклановский в течение 270 и 450 дней и возможность хранения отдельных растений в вариантах с Мелафеном без пересадки в течение 540 и 630 дней.

Таким образом, на основании проведенных исследований выявлена возможность беспересадочного хранения растений винограда в культуре *in vitro* на питательной среде с Мелафеном в течение 270–630 дней.

Для оздоровления растений и создания коллекции в условиях *in vitro* изучено действие препарата Мелафен на растения при разведении  $10^{-7}$ , антибиотика Цефотаксим в концентрации 100 мг/л, салициловой кислоты в концентрации 0,14 мг/л и совместное применения Мелафена с Цефотаксимом с салициловой кислотой (табл. 2).

Выявлено снижение приживаемости микрочеренков при совместном применении регулятора роста

**Таблица 2. Сохранность растений винограда сорта Денисовский на питательной среде с различным содержанием регуляторов роста и антибиотика Цефотаксим, 2015, 2016 гг.**

Препарат	Концентрация	Приживаемость, %	Корни			Высота, см	Листьев, шт.	Скорость, см/сут.	Коеф. полярности
			число, шт.	длина, см	ризог. зона, см				
учет через 30 дней культивирования									
Контроль		100,0	5,0	3,0	15,0	7,3	3,2	0,24	2,1
Мелафен	разведение $10^{-7}$	100,0	4,3	3,7	15,9	7,6	3,1	0,25	2,1
Цефотаксим	100 мг/л	100,0	3,0	5,0	15,0	6,0	2,8	0,20	2,5
Салициловая кислота	0,14 мг/л	100,0	5,0	3,6	18,0	7,1	3,0	0,24	2,5
Мелафен + Цефотаксим	$10^{-7}$ 100 мг/л	89,3	2,2	6,4	14,1	5,2	2,5	0,17	2,7
Мелафен + Салициловая кислота	$10^{-7}$ 0,14 мг/л	96,4	3,8	3,8	14,4	6,1	3,2	0,20	2,4
учет через 60 дней культивирования									
Контроль		100,0	5,0	3,1	15,5	13,8	7,2	0,23	1,1
Мелафен	разведение $10^{-7}$	100,0	4,9	3,8	18,6	14,7	7,6	0,25	1,3
Цефотаксим	100 мг/л	100,0	3,0	5,7	17,1	13,0	7,5	0,22	1,3
Салициловая кислота	0,14 мг/л	96,4	5,0	4,3	21,5	15,0	7,5	0,25	1,4
Мелафен + Цефотаксим	$10^{-7}$ 100 мг/л	89,3	2,6	6,9	17,9	12,4	8,1	0,20	1,4
Мелафен + Салициловая кислота	$10^{-7}$ 0,14 мг/л	96,4	4,0	4,5	18,0	14,2	8,3	0,24	1,3

Мелафен, как с Цефотаксимом, так и салициловой кислотой, что можно объяснить токсичностью полученной смеси. Во всех вариантах, за исключением варианта с салициловой кислотой, уменьшилось число образовавшихся корней, но увеличилась их длина. Уменьшение ризогенной зоны произошло в вариантах с совместным применением Мелафена и салициловой кислоты, и, особенно, Мелафена и Цефотаксима. В этих вариантах также произошло снижение высоты растений в 1,2–1,4 раза по сравнению с контролем.

При культивировании растений в течение первых 30 дней более высокая интенсивность ростовых процессов, по большинству показателей, отмечена под действием Мелафена и салициловой кислоты. Ингибирование приживаемости микрочеренков и ростовых процессов растений произошло при совместном применении Мелафена с Цефотаксимом и салициловой кислотой.

При учете через 60 дней культивирования, полученные данные почти полностью подтвердились во всех вариантах. У растений меньше, чем в контроле число корней, но больше их длина, длина ризогенной зоны также значительно превышала контрольную. Высота растений превышала высоту растений контрольного варианта. Некоторая «минимизация» роста отмечена в варианте с Цефотаксимом и при совместном применении его с Мелафеном. Лучшее развитие растений отмечено при применении салициловой кислоты в концентрации 0,14 мг/л и Мелафена в разведении  $10^{-7}$ .

Таким образом, выявлено положительное влияние регуляторов роста Мелафен и салициловой кислоты на морфогенез растений сорта Денисовский в условиях *in vitro*. Также установлено, что применение препарата Мелафен совместно антибиотиком Цефотаксим и салициловой кислотой усиливает ингибирование ростовых процессов и перспективно для создания коллекции генофонда винограда *in vitro*.

#### Выводы

Мелафен может действовать как ингибитор ростовых процессов, что имеет положительное значение для создания биоресурсной коллекции винограда. Доказана возможность беспересадочного хранения растений в коллекции *in vitro* на питательной среде с Мелафеном в течение 10 и более месяцев. При этом отмечена достаточно высокая сохранность и жизнеспособность растений. Возможность хранения отдельных растений в вариантах с Мелафеном без пересадки в течение 540 и 630 дней указывает на перспективность этого направления.

Также установлено, что совместное применение регулятора роста Мелафен ( $10^{-7}$ ) с антибиотиком Цефотаксим (100,0 мг/л) и салициловой кислотой (0,14 мг/л) усиливает торможение ростовых процессов, способствует продлению беспересадочного периода и может быть использовано при создании коллекции генофонда винограда *in vitro*.

#### Литература

1. Барчукова, А.Я. Эффективность применения препарата Мелафен на озимых зерновых культурах / А.Я. Барчукова, Н.В. Чернышева // Материалы Всероссийского семинара – совещания «Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста нового поколения Мелафен в сельском хозяйстве и биотехнологии». – Казань, 2006. – С. 44–50.
2. Дорошенко, Н.П. Результаты исследований препарата «Мелафен» в культуре винограда *in vitro* / Н.П. Дорошенко // Мелафен: механизм действия и области применения. Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра Российской академии наук, Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН. «Печать—сервис XX век». Казань, 2014. – С. 298–304.
3. Дорошенко, Н.П. Фрагмент протокола клонального микроразмножения сорта винограда Белобуланый / Н.П. Дорошенко, В.Г. Пузырнова // Рисоводство. – 2024. – Том 23 – № 4 (65). – С.84–89.
4. Замалиев, Ф.Ф. Влияние мелафена на ускоренное размножение оздоровленного материала в семеноводстве картофеля // Мелафен: механизм действия и области применения Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра Российской академии наук, Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН. Казань: «ПЕЧАТЬ–СЕРВИС XX ВЕК», 2014. – С. 234–239.
5. Козлова, Р.Ю. Мелафен как регулятор синтеза фармацевтически ценных алкалоидов при биотехнологических способах их получения / Р.Ю. Козлова, В.Г. Винтер // Материалы Всероссийского семинара – совещания «Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста нового поколения Мелафен в сельском хозяйстве и биотехнологии». – Казань. 2006. – С. 102–114.
6. Колчанов, Н.А. Биоресурсные коллекции институтов Министерства науки и высшего образования: опыт инвентаризации и развития / Н.А. Колчанов // VII Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвящ. 100-летию кафедры генетики СПбГУ, и ассоциированные симпозиумы (Санкт-Петербург, 18–22 июня 2019). – Санкт-Петербург: ВВМ, 2019. – С. 399.
7. Костин, В.И. Результаты исследований по применению Мелафена при возделывании сельскохозяйственных культур / В.И. Костин, О.В. Костин, В.А. Исайчев // Материалы Всероссийского семинара –

совещания «Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста нового поколения Мелафен в сельском хозяйстве и биотехнологии». – Казань. 2006. – С. 27–34.

8. Методические рекомендации по клональному микроразмножению винограда / П.Я. Голодрига, В.А. Зленко, Л.А. Чекмарев [и др.]. – Ялта: ВНИИВВиПП «МАГАРАЧ», 1986. – 57 с.

9. Патент №2538859. Способ клонального микроразмножения винограда *in vitro*/ Дорошенко Н.П. Фаттахов С.Г. и др.. – 2015

10. Полулях, А.А. Генетические ресурсы винограда института «Магарач». Проблемы и перспективы сохранения / А.А. Полулях, В.А. Волюнкин, В.В. Лиховской // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017. – № 21 (6). – Р. 608–616 DOI 10.18699/VJ17.27

11. Савина, Т.А. Применение мелафена для увеличения продуктивности клеточных культур *in vitro* / Т.А. Савина, Н.С. Цыбулько // Материалы Всероссийского семинара – совещания «Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста нового поколения Мелафен в сельском хозяйстве и биотехнологии». — Казань, 2006. – С. 138–143.

12. Фаттахов, С.Г. Мелафен — перспективный регулятор роста растений для сельского хозяйства и биотехнологии / С.Г. Фаттахов, В.С. Резник, А.И. Коновалов // Материалы Всероссийского семинара – совещания «Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста нового поколения Мелафен в сельском хозяйстве и биотехнологии». — Казань, 2006. – С. 3–12.

13. Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019–2027 годы. Постановление Правительства РФ от 22.04.2019 № 479 (с изм. от 28.08.2021)

14. Benelli, C. In Vitro Conservation through Slow Growth Storage Technique of Fruit Species: An Overview of the Last 10 Years / C. Benelli, W. Tarraf, T. Izgu, A. De Carlo // Plants. – 2022. – № 11 (23). – P. 3188.

15. Doroshenko, N. Biotechnological methods of preservation of the grape gene pool in the *in vitro* collection / N. Doroshenko, V. Puzirnova // BIO Web of Conferences. – 2020. – № 25. – P. 04001.

16. Kuznetsov, I. Effect of growth regulator Melafen and chelated fertilizer Metalocene on yield and quality of winter wheat / I. Kuznetsov, R. Alimgafarov, D. Islamgulov, A. Nafikova, A. Dmitriev // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. – 2021. – Volume 38. – P. 102198

17. Molkanova, O. Yuri Gorbunov, Irina Shirnina, and Daria Egorova / O. Molkanova, Y. Gorbunov, I. Shirnina, D. Egorova // Collection of rare and endangered plant species in the meristem bank of the RAS Main Botanical Garden // E3S Web of Conferences. – 2021. – № 254. – 06006.

18. Pence, V.C. The future of *in vitro* collecting / V. C. Pence, V.M. Villalobos, J.A. Sandoval // IPGRI technical bulletin. – 2002. – № 7. – P. 84–86.

19. Platonova, T.A. Effect of melafen on mitochondrial apparatus of apical meristem in growth regulation in potato tubers / T.A. Platonova, A.S. Evsyunina, N.P. Korablyova // Applied Biochemistry and Microbiology. – Vol 47. – № 4. – P. 440–444.

### References

1. Barchukova, A.Ya. The effectiveness of the use of the drug Melafen on winter cereals / A.Ya. Barchukova, N.V. Chernysheva // Materials of the All-Russian seminar - meeting «The state of research and prospects for the use of a new generation growth regulator Melafen in agriculture and biotechnology». – Kazan. 2006. – P. 44–50.

2. Doroshenko N.P. Results of studies of the drug «Melafen» in grape culture *in vitro* // Melafen: mechanism of action and areas of application. A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry of the Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology of the Russian Academy of Sciences. – Kazan : «Printing service of the twentieth century», 2014. – P. 298–304.

3. Doroshenko, N.P. Fragment of the protocol of clonal micropropagation of the Belobulany grape variety / N.P. Doroshenko, V.G. Puzirnova // Rice breeding. – 2024. – Volume 23. – № 4 (65). – P. 84–89.

4. Zamaliev, F.F. The effect of melafen on accelerated reproduction of healthy material in potato seed production / F.F. Zamaliev // Melafen: mechanism of action and fields of application A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry of the Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology of the Russian Academy of Sciences. Kazan: «Printing service of the twentieth century», 2014. – P. 234–239.

5. Kozlova, R.Yu. Winter V.G. Melafen as a regulator of the synthesis of pharmaceutically valuable alkaloids in biotechnological methods of their production / R.Yu. Kozlova // Materials of the All-Russian seminar - meeting «The state of research and prospects for the use of a new generation growth regulator Melafen in agriculture and biotechnology». – Kazan, 2006. – P. 102–114.

6. Kolchanov, N.A. Bioresource collections of institutes of the Ministry of Science and Higher Education: experience of inventory and development / N.A. Kolchanov // VII Congress of the Vavilov Society of Geneticists and Breeders, dedicated. The 100th anniversary of the Department of Genetics of St. Petersburg State University,

and associated symposia (St. Petersburg, June 18-22, 2019). – St. Petersburg: VVM, 2019. – P. 399.

7. Kostin, V.I. Results of research on the use of Melafen in the cultivation of agricultural crops / V.I. Kostin, O.V. Kostin, V.A. Isaichev // Materials of the All-Russian seminar - meeting «The state of research and prospects for the use of a new generation growth regulator Melafen in agriculture and biotechnology». – Kazan. 2006. – P. 27–34.

8. Methodological recommendations on clonal micro-reproduction of grapes / P.Ya. Golodriga, V.A. Zlenko, L.A. Chekmarev [et al.] // Yalta: VNIIViPP «Magarach», 1986. –57 p.

9. Patent No.2538859. The method of clonal micro—propagation of grapes in vitro/ Doroshenko N.P. Fattakhov S.G. et al.-2015

10. Polulyakh, A.A. Genetic resources of grapes of the Magarach Institute. Problems and prospects of conservation / A.A. Polulyakh, V.A. Volynkin, V.V. Likhovskoi // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2017. – № 21 (6). – P. 608–616. DOI 10.18699/VJ17.27.

11. Savina, T.A. The use of melafen to increase the productivity of cell cultures in vitro / T.A. Savina, N.S. Tsybulko // Materials of the All-Russian seminar - meeting «The state of research and prospects for the use of a new generation growth regulator Melafen in agriculture and biotechnology». – Kazan, 2006. – P. 138 – 143.

12. Fattakhov, S.G. Melafen – a promising plant growth regulator for agriculture and biotechnology / S.G. Fattakhov, V.S. Reznik, A.I. Konovalov // Materials of the All-Russian seminar - meeting «The state of research and prospects for the use of a new generation growth regulator Melafen in agriculture and biotechnology». – Kazan, 2006. – P. 3–12.

13. The Federal Scientific and Technical program for the development of genetic technologies for 2019-2027. Resolution of the Government of the Russian Federation dated 04/22/2019 № 479 (with amendments from 08/28/2021

14. Benelli, C. In Vitro Conservation through Slow Growth Storage Technique of Fruit Species: An Overview of the Last 10 Years. / C. Benelli, W. Tarraf, T. Izgu, A. De Carlo // Plants. – 2022. – №11 (23). – P. 3188.

15. Doroshenko, N. Biotechnological methods of preservation of the grape gene pool in the in vitro collection / N. Doroshenko, V. Puzirnova // BIO Web of Conferences. – 2020. – № 25. – 04001.

16. Kuznetsov, I. Effect of growth regulator Melafen and chelated fertilizer Metalocene on yield and quality of winter wheat / I. Kuznetsov, R. Alimgafarov, D. Islamgulov, A. Nafikova, A. Dmitriev // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. – 2021. – Volume 38. – P. 102198

17. Molkanova, O. Yuri Gorbunov , Irina Shirnina , and Daria Egorova /O. Molkanova, Y. Gorbunov, I. Shirnina, D. Egorova // Collection of rare and endangered plant species in the meristem bank of the RAS Main Botanical Garden // E3S Web of Conferences. – 2021. – № 254. – 06006.

18. Pence, V.C. The future of in vitro collecting / V. C. Pence, V.M. Villalobos, J.A. Sandoval // IPGRI technical bulletin. – 2002. – № 7. – P. 84–86.

19. Platonova, T.A. Effect of melafen on mitochondrial apparatus of apical meristem in growth regulation in potato tubers / T.A. Platonova, A.S. Evsyunina, N.P. Korablyova // Applied Biochemistry and Microbiology. – Vol 47. – № 4. – P. 440–444.

#### **Наталья Петровна Дорошенко**

Главный научный сотрудник лаборатории биотехнологии винограда  
E-mail: n.doroschenko2013@yandex.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»  
346421, Россия, Ростовская область, Новочеркасск, Баклановский, 166

#### **Natalia Petrovna Doroshenko**

Chief Researcher  
E-mail: n.doroschenko2013@yandex.ru

All-Russian Research Ya.I. Potapenko Institute for Viticulture and Winemaking – branch of Federal State Budget Scientific Institution «Federal Rostov Agricultural Research Center»  
Baklanovsky Avenue, 166, NovoCherkassk, Rostov region, 346421, Russia

**Валентина Георгиевна Пузырнова**

Доцент кафедры Лесоводства и лесных  
мелиораций Новочеркасского инженерно-  
мелиоративного института имени А.К. Кортунова  
(ФГБОУ ВО Донской ГАУ)  
E-mail: valentina.puzirnova@yandex.ru

Новочеркасский инженерно-мелиоративный  
институт имени А.К. Кортунова ФГБОУ ВО  
Донской ГАУ  
346428, Россия, Ростовская область,  
Новочеркасск, ул. Пушкинская, 111

**Valentina Georgievna Puzirnova**

Associate Professor of the Department of Forestry  
and Forest Reclamation  
E-mail: valentina.puzirnova @yandex.ru

Novocherkassk Reclamation Engineering Institute  
named after A.K. Kortunov FSBEI HE Donskoy SAU,  
Novocherkassk, Russia  
111, Pushkinskaya St., Novocherkassk, Rostov  
region, 346428, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2025-67-2-83-88  
УДК 631.42:631.225.4(470.620)

**Логвинов А.В.**, д-р с.-х. наук,  
**Алейник В.В.**,  
**Магала А.Ю.**  
г. Краснодар, Россия

### **ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЧЕРНОЗЕМОВ ТИПИЧНЫХ ГУЛЬКЕВИЧСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

За последнее десятилетие человек стал все чаще не рационально использовать земельные угодья, что приводит к деградации почв, снижению их плодородия и ухудшению экосистемы в целом. Это, в свою очередь, создаёт серьёзные риски для развития сельского хозяйства, ухудшает качество водных ресурсов и снижает общую экологическую устойчивость территорий. В связи с этим возрастает необходимость в проведении почвенно-экологической оценки, как одного из ключевых инструментов охраны окружающей среды и рационального природопользования. Такая оценка позволяет определить текущее состояние почв, выявить уровень их загрязнения, а также разработать эффективные меры по сохранению и восстановлению плодородия. Почвенно-экологическая оценка способствует устойчивому использованию земельных ресурсов, рациональному планированию аграрной деятельности и минимизации негативных последствий, вызванных чрезмерной и нерациональной эксплуатацией земель. Цель данной работы заключается в проведении почвенно-экологической оценки черноземов типичных на территории Гулькевичского района Краснодарского края с использованием методики, предложенной И.И. Кармановым. Основными задачами исследования стали: изучение морфологических и агрохимических свойств почв, определение их потенциальной продуктивности, а также установление степени пригодности для выращивания приоритетных сельскохозяйственных культур. Обследование исследуемой территории проводилось в 2024 году с отбором почвенных проб и их последующим лабораторным анализом. Методика И.И. Карманова позволила оценить комплексное состояние почвы с учётом физико-химических характеристик, содержание гумуса, кислотности, гранулометрического состава, наличия токсичных элементов и других экологически значимых показателей. Полученные в ходе анализа данные свидетельствуют о высоком качестве черноземов типичных в данном районе и их высокой пригодности для сельскохозяйственного использования. В частности, были рассчитаны бонитетные баллы почв для выращивания зерновых культур и сахарной свеклы, которые составили 98,4 и 86,7 баллов соответственно. Эти показатели подтверждают наличие благоприятных почвенно-экологических условий для устойчивого развития аграрного сектора в регионе. Выводы исследования подчеркивают значимость регулярного мониторинга состояния почв и внедрения почвенно-экологических оценок в практику землепользования для сохранения ресурсного потенциала территорий и обеспечения продовольственной безопасности.

**Ключевые слова:** черноземы типичные, почвенно-экологическая оценка, баллы бонитета.

### **SOIL AND ECOLOGICAL ASSESSMENT OF TYPICAL CHERNOZEMS IN GULKEVICH DISTRICT OF KRASNODAR REGION**

Over the past decade, humans have increasingly misused land, leading to soil degradation, reduced fertility, and deterioration of the ecosystem as a whole. This, in turn, leads to serious risks for the development of agriculture, worsens the quality of water resources and reduces the overall environmental sustainability of territories. In this regard, there is an increasing need to conduct a soil and environmental assessment as one of the key tools for environmental protection and rational use of natural resources. Such an assessment makes it possible to determine the current state of soils, identify their level of contamination, and develop effective measures to preserve and restore fertility. Soil and environmental assessment contributes to the sustainable use of land resources, rational planning of agricultural activities and minimizing the negative consequences caused by excessive and irrational land exploitation. The purpose of this work is to conduct a soil-ecological assessment of typical chernozems in the Gulkevichi district, Krasnodar region, using the methodology proposed by I.I. Karmanov. The main objectives of the study were to study the morphological and agrochemical properties of soils, determine their potential productivity, and establish the degree of suitability for growing priority crops. The survey of the studied territory was carried out in 2024 with the collection of soil samples and their subsequent laboratory analysis. The methodology of I.I. Karmanov made it possible to assess the complex state of the soil, taking into account its physico-chemical characteristics, humus content, acidity, granulometric composition, the presence of toxic elements and other environmentally significant indicators. The data obtained during the analysis indicate the high quality of typical chernozems in the area and their high suitability for agricultural use.

*In particular, the bonus points of soils for growing grain crops and sugar beet were calculated, which amounted to 98.4 and 86.7 points, respectively. These indicators confirm the existence of favorable soil and environmental conditions for the sustainable development of the agricultural sector in the region. The conclusions of the study emphasize the importance of regular monitoring of soil conditions and the introduction of soil and environmental assessments into land use practices to preserve the resource potential of territories and ensure food security.*

**Key words:** typical chernozems, soil-ecological assessment, bonus points.

## Введение

Указ Президента России от 2 июля 2021 года № 400, посвящённый стратегии национальной безопасности РФ, выделяет охрану окружающей среды как одно из ключевых направлений развития страны. В указе подчёркивается важность сохранения природных ресурсов, рационального использования природных богатств и приспособления к изменению климата. Это означает, что государство ставит перед собой задачи по ликвидации негативного воздействия на окружающую среду, более рациональному использованию ресурсов природы, минимизации использования природных запасов и готовности к последствиям глобального изменения климата. Реализация этой части стратегии предполагает разработку и внедрение соответствующих программ, законов и мер, направленных на достижение указанных целей. Конкретные меры могут включать в себя развитие экологически чистых технологий, ужесточение экологического контроля, поощрение природоохранительных инициатив и инвестиции в адаптацию к изменению климата (например, развитие инфраструктуры, устойчивой к экстремальным погодным явлениям). Издание этого указа вызвано возрастающей антропогенной нагрузкой на экосистемы, что приводит к необходимости учета изменений биологических систем и их прогнозирования.

Почва, как уникальный природный объект, обладает рядом важнейших свойств, которые определяют ресурсный биосферный потенциал. За последние десять лет последствия, вызванные ухудшением состояния почв, проявляются не только в местном или региональном масштабе, но и в глобальном. В основном это связано с состоянием геосферы – природных оболочек Земли (атмосферы, гидросферы и т.д.), а также с интенсификацией сельскохозяйственного производства. Поэтому существует необходимость оценки состояния почв, поскольку жизнеспособность живых и неживых систем, пределы их устойчивости к различным природным и антропогенным нагрузкам, должны быть приоритетным вопросом в сельском хозяйстве [2, 8].

На сегодняшний день методы почвенной оценки несовершенны. В первую очередь, это обусловлено разнообразием условий окружающей среды. При оценке земель, как правило, свойства почвы сравнивают уже с определенными показателями, выбор которых напрямую зависит от целевого назначе-

ния дальнейшего использования земельных угодий [3, 7, 8].

Одним из способов оценки земель является почвенно-экологическая оценка, которая производится на основании особенностей территории, таких как показатели климата, свойства почвы и другие [10, 11].

Традиционные методы оценки почв часто фокусируются на определенных показателях, таких как pH, содержание питательных веществ и т.д. Хотя они и имеют большое значение, но дают лишь частичную картину. Почвенно-экологическая оценка – это более целостный подход, объединяющий классические методы с экологическими показателями. Такая широкая перспектива позволяет понять роль почвы в экосистеме.

## Цель исследований

Дать почвенно-экологическую оценку черноземов типичных Гулькевичского района Краснодарского края, сформированных на земельном участке с общей площадью 31 га, с целью дальнейшего использования данной почвы под выращивание биотехнологического гибрида сахарной свеклы и зерновых культур.

## Материалы и методы

Исследование проводили в 2024 году в окрестностях г. Гулькевичи Гулькевичского района Краснодарского края.

Основные морфологические характеристики почвы определили в ходе полевых работ путем закладки почвенного разреза: окраска почвенных горизонтов, мощность гумусового профиля, гранулометрический состав, выявление наличия карбонатов и др. Отбор анализируемых проб осуществляли почвенным буром.

Агрохимические показатели определяли в лабораторных условиях: гумус по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова, сумма обменных оснований – по методу Каппена-Гильковица, pH потенциометрическим методом.

Почвенно-экологическую оценку обследуемой территории проводили по методу И. И. Карманова, основой которой являются принципиально новые подходы, разработанные путем анализа эффективности почвенной бонитировки, используемой ранее. Этот метод предлагает комплексный подход с целью оптимизации землепользования [7].

Данная оценка позволяет получать почвенно-экологические индексы (показатели) земельных угодий какой-либо категории на любых уровнях – от конкретного земельного участка до целого региона, и баллы бонитетов для различных культур сельскохозяйственного производства.

#### Результаты и обсуждение

Гулькевичский район отличается умеренно-континентальным климатом с нестабильным режимом увлажнения, что приводит к неравномерному распределению осадков в течение года. В рамках агроклиматического районирования Краснодарского края эта территория относится к первому агроклиматическому району, который является благоприятным для сельскохозяйственного производства [1].

По данным, предоставленной государственной метеорологической службой (ГМС) за 2024 год наименьшая температура воздуха в Гулькевичском районе была в январе и составила  $-0,2$  °С, наибольшая – в июле –  $28,2$  °С. Средняя температура воздуха за год –  $14,1$  °С, что по сравнению с 2023 годом больше на  $0,3$  °С. Сумма осадков за 2024 год –  $451$  мм, наибольшее количество выпало в январе –  $108$  мм, наименьшее в июне –  $13$  мм. По сравнению с предыдущим годом этот показатель уменьшился примерно на  $150-170$  мм. За последние 10 лет средняя температура воздуха в районе составила –  $10,8$  °С, а среднее количество осадков –  $722$  мм соответственно.

По природно-сельскохозяйственному районированию земельного фонда России территория Гулькевичского района входит в состав Приазово-Предкавказской почвенной провинции.

В геоморфологическом отношении обследуемая территория входит в состав Азово-Кубанской низменности, расположена с восточной части и имеет небольшой уклон в сторону Азовского моря. Местность характеризуется чередованием узких оврагов, речных долин и широких степных низин. Незначительная крутизна склонов этих углублений делает их уязвимыми для водной эрозии. Гулькевичский район также регулярно сталкивается с локальными проявлениями ветровой эрозии.

С точки зрения структурной тектоники Гулькевичский район находится в пределах молодой Скифской платформы. Геологическая структура этой территории преимущественно состоит из отложений третичного и четвертичного периодов, таких как лёссовидные суглинки и глинистые отложения [4, 5].

Обследуемая территория располагается в степной зоне, характеризующейся разнотравно-типчаково-ковыльным типом растительности. Естественная растительность в основном сохранилась на дне балок и вдоль рек, представлена злаками, типичными для степи, такими как ковыль, овсяница (типчак) и келерия (тонконог). Среди корневищевидных форм злаков наибольшее распространение получили

костер береговой, мятлик и приземистая осока. Разнотравье состоит из степных видов мезофитных и ксерофитных растений, таких как лабазник и шалфей. В балочной зоне наблюдаются степные кустарники, включая колючий терн, степную чилигу и ракитник. Древесная растительность отличается многообразием видов, среди которых клен, тополь, ясень и белая акация [6, 8, 9].

Исходя из морфометрических показателей исследуемых типичных черноземов в профиле почвы выделили 5 генетических горизонтов. Верхние слои почвы более светлые с постепенным побурением из горизонта в горизонт вниз по профилю. Мощность гумусового слоя составила  $128$  см. В сравнении с другими подтипами черноземов у типичного подтипа карбонаты залегают глубоко и их вскипание происходит с глубины  $64$  см.

Гранулометрический состав по профилю почвы однородный, сумма фракций физической глины составляет  $54$  % – тяжелый суглинок. Плотность твердой фазы почвы увеличивается с глубиной от  $2,59$  г/см<sup>3</sup> в верхних горизонтах до  $2,80$  г/см<sup>3</sup> в нижних слоях.

Исследуемая почва характеризуется содержанием гумуса  $3,4$  % в пахотном горизонте, вниз по профилю данный показатель снижается. Сумма поглощенных оснований достигает в них  $30,5-46,3$  мг-экв. на  $100$  г почвы. Реакция среды почвенного раствора водной вытяжки (рН) составляет  $6,5$  – нейтральная.

Полученные данные полевого почвенного обследования и химического анализа отобранных образцов позволили выделить на исследуемой территории черноземы типичные слабогумусные сверхмощные тяжелосуглинистые на лёссовидных отложениях.

Оценивание почвенно-экологической пригодности территории основывается на анализе свойств почв, климатических данных и других характерных особенностей территории. Для каждой сельскохозяйственной культуры баллы бонитетов рассчитываются по специальной таблице коэффициентов, которая позволяет перевести почвенно-экологический индекс в балльную систему, отражающую возможность возделывания культуры на исследуемой почве.

В зависимости от категории земельного участка (пашня обычная, орошаемая пашня, осушенная пашня и т.д.) будут вводиться определенные коэффициенты, влияющие на конечный результат. Расчет индекса производили для обычной пашни. Почвенно-экологический индекс – это балл бонитета, который отражает уровень плодородия почв с учётом конкретных климатических условий и рельефа, а почвенно-экологическая оценка – это комплекс исследований, проводимых для установления состояния почв конкретного земельного участка, его ресурсных качеств.

Почвенно-экологическая оценка рассчитывается по следующей формуле, предложенной И.И. Кармановым [7]:

$$\text{ПЭи} = 12,5 \cdot (2 - dv) \cdot \text{П} \cdot \text{Дс} \cdot (\sum t^{\circ} > 10 (\text{КУ} - \text{Р})) / (\text{КК} + 100) \cdot \text{А},$$

где

- ПЭи – почвенно-экологический индекс;  
-  $dv$  – плотность (объёмная масса) почвы (в среднем для метрового слоя);

2 – максимально возможная плотность почв при их предельном уплотнении, г/см<sup>3</sup>;

П – полезный объём почвы (в метровом слое);

Дс – дополнительно учитываемые свойства почв;

$\sum t^{\circ} > 10$  – среднегодовая сумма температур более 100 °С;

КУ – коэффициент увлажнения;

Р – поправка к коэффициенту увлажнения;

КК – коэффициент континентальности;

А – итоговый агрохимический показатель;

12,5 – величина, приводящая определённую совокупность экологических условий к 100 единицам почвенно-экологического индекса.

Чтобы упростить вычисление ПЭи необходимо произвести отдельный расчет трех показателей – почвенного, климатического, агрохимического [7].

Расчет почвенного показателя:

1. Величина  $2 - dv$  равна  $2 - 0,80 = 1,2$ .

2. Полезный объём почвы в метровом слое  $\text{П} = 1,0$ .

3. Коэффициент на степень ветровой эрозии почвы = 0,97 или 0,88.

4. Коэффициент на отклонение содержания гумуса от средней величины – 0,96.

Итоговый почвенный показатель =  $12,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,97 \cdot 0,96 = 13,9$ .

Климатический показатель – это комплексный показатель, расчет которого лучше производить поочередно, поскольку он включает коэффициент континентальности и коэффициент увлажнения (с поправкой):

1. Коэффициент континентальности рассчитывают по формуле:

$$\text{КК} = ((360 \cdot (t^{\circ}\text{max} - t^{\circ}\text{min})) / \phi + 10),$$

где

$t^{\circ}\text{max}$  – среднемесячная температура самого тёплого месяца;

$t^{\circ}\text{min}$  – среднемесячная температура самого

холодного месяца;

$\phi$  – широта местности.

$$\text{КК} = ((360 \cdot (28,2^{\circ} - (-0,2^{\circ})) / 45,35 + 10) = 184,7$$

2. Величину КУ – Р, т.е. коэффициент увлажнения (с поправкой), рассчитывают, используя следующую формулу:

$$\text{КУ} = ((\text{Дк} \cdot \text{Ос}) / (\sum t^{\circ} > 10 + 500)),$$

где Дк – дополнительный коэффициент (для Краснодарского края он составляет 5,4);

Ос – среднегодовая сумма осадков;

$\sum t^{\circ} > 10$  – среднегодовая сумма температур более 10 °С;

$$\text{КУ} - \text{Р} = ((5,4 \cdot 451) / (3200 + 500)) = 0,66$$

Расчет итогового климатического показателя:  $((3200 \cdot 0,66) / (184,7 + 100)) = 7,3$

Расчет агрохимического показателя проводят для всего угодья, основываясь на зависимости соотношения площади и содержания элементов питания – фосфора и калия [7].

Формула для расчета итогового агрохимического показателя:

А = коэфф. на содержание фосфора · коэфф. на содержание подвижного калия

Коэффициент на содержание фосфора равен:  $(100 \cdot 0,98) / 100 = 0,98$

Коэффициент на содержание подвижного калия равен:  $(100 \cdot 0,98) / 100 = 0,98$

Итоговый агрохимический показатель равен:  $\text{А} = 0,98 \cdot 0,98 = 0,96$ .

Рассчитав все необходимые показатели, находим почвенно-экологический индекс чернозема типично:  $\text{ПЭи} = 13,9 \cdot 7,3 \cdot 0,96 = 97,4$  балла

Баллы бонитетов по различным сельскохозяйственным культурам для обычной пашни рассчитывают в соответствии со справочными материалами. Почвенно-экологический показатель умножают на соответствующий коэффициент, взятый из таблиц справочного материала. По справочным материалам коэффициент зерновых культур на черноземах типичных составляет 1,01, коэффициент сахарной свеклы – 0,89 [7].

Балл бонитета (зерновые культуры) =  $97,4 \cdot 1,01 = 98,4$ .

Балл бонитета (сахарная свекла) =  $97,4 \cdot 0,89 = 86,7$ .

Результаты почвенно-экологической оценки и баллы бонитетов по приоритетным для выращивания на исследуемой территории культурам представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Почвенно-экологические баллы пашни под различные сельскохозяйственные культуры**

Название почвы	Площадь пашни, га	Почвенно-экологический индекс, балл	Сахарная свёкла, балл	Зерновые, балл
Чернозём типичный слабогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый на лессовидных отложениях	31	97,4	86,7	98,4

Путем математических вычислений почвенно-экологический индекс чернозёмов типичных слабогумусных сверхмощных тяжелосуглинистых на лессовидных отложениях равен 97,5 балла, что характеризует данную почву как пригодную для выращивания таких культур сельскохозяйственного назначения, как сахарная свекла и пшеница.

#### **Выводы**

Проведенная почвенно-экологическая оценка методом И.И. Карманова земельного участка Гулькевичского района Краснодарского края позволила рассчитать почвенно-экологический индекс исследуемой территории и на основе этого определить баллы бонитетов для различных сельскохозяйственных культур. Этот метод, являющийся одним из наиболее эффективных инструментов для оценки качества почвы, учитывает различные характеристики, такие как состав почвы, её влажность, кислотность, а также её способность удерживать питательные вещества, что позволяет сделать выводы о потенциале земли для того или иного вида сельскохозяйственной деятельности.

Результаты исследования показали, что наивысший балл (98,4) был присвоен пшенице, это свидетельствует о высокой пригодности почвы для её выращивания. Такие результаты указывают на оптимальные условия для роста этой культуры, включая хорошую структуру почвы и её способность удерживать влагу и питательные вещества, что создаёт благоприятные условия для получения высоких и стабильных урожаев пшеницы. Важным фактором является то, что при соблюдении всех агротехнических норм, в том числе правильном внесении удобрений и соблюдении севооборота, можно ожидать ещё более высоких результатов в долгосрочной перспективе.

Сахарная свёкла, в свою очередь, получила балл 86,7, что свидетельствует о несколько меньшей степени пригодности почвы для её возделывания. Однако такое значение всё же указывает на достаточно хорошие условия для выращивания этой культуры. На основе полученного балла можно сделать вывод, что при применении соответствующих агротехнических методов, таких как орошение, использование органических и минеральных удобрений, а также оптимизация условий для роста, можно рассчитывать на получение удовлетворительных урожаев сахарной свёклы. Возможно, для достижения более высоких результатов потребуются более детальное изучение местных климатических условий и почвенных характеристик, а также внедрение инновационных методов агрономии.

Таким образом, результаты исследования подтверждают высокий потенциал исследуемой территории для выращивания таких важных сельскохозяйственных культур, как пшеница и сахарная свёкла. Выводы, полученные в ходе почвенно-экологической оценки, могут служить основой для дальнейших сельскохозяйственных рекомендаций и практических мероприятий, направленных на максимальное использование сельскохозяйственного потенциала земли в Гулькевичском районе. В дальнейшем может быть полезным проведение дополнительных исследований, направленных на более глубокое понимание взаимодействия почвы, культур и агротехнических условий, что позволит оптимизировать производство и повысить эффективность сельского хозяйства в данном регионе.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Кубанского ГАУ в рамках Программы развития Университета на 2021-2030 гг. («Приоритет - 2030»).*

#### **Литература**

1. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 275 с.
2. Власенко, В. П. Охрана почв: Учебное пособие / В. П. Власенко, О. А. Подколзин, А. В. Осипов. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2018. – 172 с.
3. Власенко, В. П. Оценка почв / В. П. Власенко, А. В. Осипов, З. Р. Шеуджен. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – 157 с.
4. Слюсарев, В.Н. Геология с основами геоморфологии / В. Н. Слюсарев, А. В. Осипов, С. А. Тешева, В. С. Цховребов. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – 259 с.
5. Слюсарев, В. Н. Почвы Краснодарского края / В. Н. Слюсарев, Т. В. Швец, А. В. Осипов. – Краснодар: Редакционный отдел и типография Кубанского государственного аграрного университета, 2022. – 260 с.
6. Слюсарев, В. Н. Физико-химические свойства почв в различных агроценозах / В. Н. Слюсарев, М. Н. Мышко, А. В. Осипов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009. – № 10. – С. 367.
7. Шишов, Л.Л. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв / Л.Л. Шишов, Д.Н. Дурманов, И.И. Карманов, В.В. Ефремов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 231 с.
8. Штомпель, Ю.А. Почвенно-экологическая оценка почв Краснодарского края / Ю. А. Штомпель, Ю. Ф. Янчковский, З. С. Марченко. – Краснодар, 1997. – 23 с.
9. Vlasenko, V. P. Diagnosis of human-induced degradation of soils of the Azov-Cuban lowland / V. P. Vlasenko, A. V. Osipov, V. N. Slyusarev // В сборнике: E3S Web of Conferences. 1. Сер. «1st International Scientific and

Practical Conference «Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agro-cosystems», ITEEA 2021» 2021.

10. Huber, S. et al. Environmental assessment of soil for monitoring: Volume I indicators & criteria //Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg. – 2008. – Т. 339.

11. Smith, K. A. Soil and environmental analysis / K. A. Smith, C. E. Mullins. – New York: Marcel Dekker Incorporated, 2000. – 500 p.

### References

1. Agro-climatic resources of the Krasnodar region, L.: Gidrometeoizdat, 1975, 275 p.
2. Vlasenko, V. P. Soil protection : A textbook / V. P. Vlasenko, O. A. Podkolzin, A.V. Osipov. Krasnodar : Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2018. 172 p.
3. Vlasenko, V. P. Soil assessment / V. P. Vlasenko, A.V. Osipov, Z. R. Sheudzhen. Krasnodar : Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2021. – 157 p.
4. Slyusarev, V.N. Geology with the basics of geomorphology / V. N. Slyusarev, A.V. Osipov, S. A. Tesheva, V. S. Tskhovrebov. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2021. 259 p.
5. Slyusarev, V. N. Soils of the Krasnodar region/ V. N. Slyusarev, T. V. Shvets, A.V. Osipov. Krasnodar : Editorial Department and Printing House of Kuban State Agrarian University, 2022. 260 p.
6. Slyusarev, V. N. Physico-chemical properties of soils in various agrocenoses / V. N. Slyusarev, M. N. Myshko, A.V. Osipov // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. – 2009. – № 10. – P. 367.
7. Shishov, L.L. Theoretical foundations and ways of regulating soil fertility / L.L. Shishov, D.N. Durmanov, I.I. Karmanov, V.V. Efremov. – M.: Agropromizdat, 1991. – 231 p
8. Shtompel, Yu.A. Soil and ecological assessment of soils of Krasnodar region / Yu. A. Shtompel, Yu. F. Yanchkovsky, Z. S. Marchenko. – Krasnodar, 1997. – 23 p.
9. Vlasenko, V. P. Diagnosis of human-induced degradation of soils of the Azov-Cuban lowland / V. P. Vlasenko, A. V. Osipov, V. N. Slyusarev // In the collection: E3S Web of Conferences. 1st International Scientific and Practical Conference «innovative Technologies in Environmental Engineering and Agro-cosystems», ITEEA 2021» 2021.
10. Huber, S. et al. Environmental assessment of soil for monitoring: Volume I indicators & criteria //Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg. – 2008. – V. 339.
11. Smith, K. A. Soil and environmental analysis / K. A. Smith, C. E. Mullins. – New York: Marcel Dekker Incorporated, 2000. – 500 p.

#### **Алексей Викторович Логвинов**

Директор ФГБНУ «Первомайская СОС», доцент кафедры генетики, селекции и семеноводства Кубанского ГАУ

E-mail: 1maybest@mail.ru

#### **Alexey Viktorovich Logvinov**

Director of Federal State Budgetary Institution «Pervomaiskaya breeding and experimental station of sugar beet», associate Professor of the Department of Genetics, Breeding and Seed Production, Kuban State Agrarian University

E-mail: 1maybest@mail.ru

#### **Владимир Викторович Алейник**

Ассистент кафедры агрохимии факультета агрохимии и защиты растений Кубанского ГАУ, магистрант

E-mail: aleinik.v@edu.kubsau.ru

#### **Vladimir Viktorovich Aleinik**

Assistant of the Department of Agrochemistry, Faculty of Agrochemistry and Plant Protection, master's student

E-mail: aleinik.v@edu.kubsau.ru

#### **Алина Юрьевна Магала**

Младший научный сотрудник ФГБНУ «Первомайская СОС», магистрант

E-mail: magala.alina@mail.ru

#### **Alina Yurievna Magala**

Junior Researcher of «Pervomaiskaya breeding and experimental station of sugar beet», master's student

E-mail: magala.alina@mail.ru

ФГБНУ «Первомайская СОС»

352193, Россия, Краснодарский край, Гулькевичский район, г. Гулькевичи, ул. Тимирязева, д. 2а

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Federal State Budgetary Institution «Pervomaiskaya breeding and experimental station of sugar beet»

Timiryazeva 2a, Gulkevichi, Krasnodar region, 352193, Russia

Federal State Budgetary Education Institution of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

Kalinina 13, Krasnodar, 350044, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2025-67-2-89-96  
УДК 633.18 : 664.24

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

### АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ЗЕРНОПРОДУКТ В ПИВОВАРЕНИИ (ОБЗОР)

К несоложённому компоненту пивоваренного сырья относят материалы растительного происхождения, содержащие значительные количества крахмала или простых углеводов, но характеризующиеся крайне низким уровнем собственной ферментативной активности. В эту категорию входят многочисленные злаковые культуры, в числе которых наиболее распространёнными являются ячмень, рис, кукуруза, пшеница, овёс, рожь, просо, сорго, тритикале и гречиха. Настоящее исследование сосредоточено на анализе технологических и функциональных свойств риса, который после ячменя занимает ведущее место среди зерновых, используемых в пивоваренной отрасли в качестве несоложёного ингредиента. В зависимости от химического состава и степени обработки, такое сырьё может быть интегрировано в технологический процесс либо на этапе затирания с солодом, либо непосредственно при варке суслу. В отдельных случаях применяют предварительно обработанное сырьё в виде хлопьев, представляющих собой клейстероподобную массу, не требующую дополнительной термической обработки и пригодную для непосредственного внесения на стадии приготовления суслу. Применение риса обуславливает снижение содержания высокомолекулярных белков и фенольных соединений, что способствует уменьшению экстрактивности пивного суслу, формированию более сухого вкуса и улучшению так называемой питкости напитка, под которой понимается органолептическая лёгкость восприятия при потреблении значительных объёмов. Кроме того, введение риса в рецептуру позволяет акцентировать хмелевую горечь, делая вкусовую палитру пива более сбалансированной и чистой. Рисовые хлопья, применяемые в качестве заменителя ячменного солода, повышают коллоидную стабильность напитка и уменьшают склонность к помутнению, особенно в светлых сортах пива, таких как лагер. Он даёт более высокий выход экстракта по сравнению с солодом. Следует учитывать, что крахмал, содержащийся в зерне риса, клейстеризуется при температурных режимах, превышающих стандартные значения для процессов осахаривания. В связи с этим требуется предварительная термическая обработка рисового сырья, чаще всего в форме отваривания, перед его совместным использованием с солодом. Применение дробленого риса даёт ряд технологических преимуществ, включая увеличение выхода экстракта, снижение показателей цветности готового напитка, смягчение вкуса, а также улучшение коллоидной и органолептической стабильности пива. Существенным аргументом в пользу использования риса в пивоварении выступает также его экономическая эффективность, обусловленная сравнительно низкой себестоимостью и стабильностью качества.

**Ключевые слова:** перерабатывающая промышленность, рисовое сырьё для пивоварения, биохимические свойства зерна.

### ALTERNATIVE GRAIN PRODUCT IN BREWING (REVIEW)

Unmalted brewing raw materials include plant-based substances that contain significant amounts of starch or simple carbohydrates but exhibit very low intrinsic enzymatic activity. This category encompasses numerous cereal grains, among which the most commonly used are barley, rice, maize, wheat, oats, rye, millet, sorghum, triticale, and buckwheat. The present study focuses on the analysis of the technological and functional properties of rice, which, after barley, occupies a leading position among cereals utilized in the brewing industry as an unmalted ingredient. Depending on its chemical composition and degree of processing, such raw material can be incorporated into the brewing process either at the mashing stage together with malt or directly during wort boiling. In some cases, pre-processed raw material in the form of flakes – representing a gelatinized mass that does not require additional thermal treatment and is suitable for direct addition at the wort preparation stage – is used. The use of rice contributes to a reduction in the content of high-molecular-weight proteins and phenolic compounds, which facilitates a decrease in the extract content of the beer wort, formation of a drier taste profile, and improvement of the so-called drinkability of the beverage, understood as the sensory ease of consumption in significant quantities. Moreover, the inclusion of rice in the recipe allows for accentuation of hop bitterness, making the beer's flavor profile more balanced and clean. Rice flakes, employed as a substitute for barley malt, enhance the colloidal stability of the beverage and reduce the tendency to haze formation, especially in light beer styles such as lagers. Rice provides a higher extract yield compared to malt. It should be noted that the starch contained in rice grains gelatinizes at temperature regimes exceeding the standard parameters for saccharification processes. Therefore, preliminary thermal treatment of rice raw material, most commonly in the form of boiling, is required prior to its joint use with malt.

*The application of crushed rice offers several technological advantages, including increased extract yield, reduced color intensity of the finished product, softened taste, as well as improved colloidal and organoleptic stability of the beer. A significant argument in favor of using rice in brewing is also its economic efficiency, driven by comparatively low cost and consistent quality.*

**Key words:** *processing industry, rice raw material for brewing, biochemical properties of grain.*

### **Введение**

Классическая технология пивоварения предусматривает использование сусле, полученного на основе солода. Однако в ряде случаев часть солода заменяется так называемым несоложенным сырьем – крахмалосодержащими и сахаросодержащими зерновыми культурами, характеризующимися низкой ферментативной активностью. К таким культурам относятся кукуруза, сорго, а также рис.

Использование риса в рецептурах пива требует высокой точности расчётов. При соблюдении оптимальных пропорций его добавление может оставаться незаметным для потребителя, однако уже придает напитку статус рисового пива. Введение риса в состав затора практически не изменяет вкусовые характеристики продукта, но способствует увеличению его стабильности. В частности, пиво становится более устойчивым к воздействию света и других внешних факторов, что позволяет ему дольше сохранять первоначальные свойства. Однако превышение допустимого содержания риса может негативно сказаться на пеностойкости напитка. При концентрации риса в заторе выше 15 % наблюдается ухудшение метаболической активности дрожжей, что замедляет процесс брожения и в некоторых случаях может привести к его полному прекращению.

Использование несоложёного сырья в производстве пива рассматривается как перспективное технологическое решение, обладающее рядом преимуществ. В частности, включение таких компонентов способствует снижению общей себестоимости сырья, особенно при частичной замене соложёного ячменя. Применение крахмалосодержащих добавок, таких как рис, кукуруза, сорго, пшеница, а также различных сиропов, позволяет повысить экстрактивность сусле, что, в свою очередь, положительно влияет на эффективность брожения и выход готового продукта. Дополнительным преимуществом является возможность увеличения производительности варочного отделения за счёт использования ингредиентов с высокой растворимостью и экстрактивной способностью – например, гидролизатов крахмала и концентрированных сиропов. Применение альтернативных источников углеводов также расширяет возможности для создания новых сортов пива с оригинальными вкусовыми характеристиками и улучшенными технологическими параметрами. Кроме того, введение несоложёного сырья определённого состава может оказывать по-

ложительное воздействие на устойчивость пива к коллоидным и вкусовым изменениям в процессе хранения.

Исторически рис использовался в пивоварении преимущественно в странах Азии. В Японии, например, он традиционно входит в состав лагеров, а в Китае и Корее из него производят как традиционные ферментированные напитки (например, макколи), так и современные сорта пива. В США применение риса в пивоварении стало особенно популярным в XX веке, когда крупные пивоваренные компании начали использовать его для создания лёгких лагеров с мягким вкусом. Современные технологии позволяют варьировать пропорции риса в рецептурах, адаптируя пиво под предпочтения потребителей [17].

В практике пивоваренной промышленности в качестве несоложёного сырья преимущественно используется рисовая дроблёнка – фрагменты зерна, формирующиеся в процессе шелушения и полировки риса. Этот вид сырья применяется при производстве сортов пива с повышенной концентрацией сухих веществ в начальном сусле (более 13 %). Несмотря на то, что рисовая дроблёнка является побочным продуктом переработки, контроль её качества представляет собой важнейший элемент технологического контроля, напрямую влияющий на стабильность параметров готового продукта. К сырью предъявляются жёсткие требования: оно должно состоять исключительно из чистых, светлых и блестящих частиц зерна, не содержащих тёмных включений (остатков оболочек), посторонних примесей и механических загрязнений, включая песок и пыль. Наряду с дроблёнкой, в пивоварении может использоваться и рисовая крупка, которая изготавливается методом прямого размола шлифованного риса на мощностях пивоваренного предприятия [9].

Перед введением в затор рис требует специальной технологической подготовки, поскольку его структура отличается от ячменного солода. В промышленных масштабах для улучшения гидратации и повышения доступности крахмала часто применяется паровая обработка, ферментативная модификация или использование предварительно осахаренных рисовых сиропов. Эти методы позволяют снизить нагрузку на ферментативный потенциал затора и избежать снижения интенсивности брожения.

Состав и структура зерновых культур, в частности оболочки, алейронового слоя, эндосперма и зародыша, играют важную роль в пивоварении. Рис, используемый в форме дробленого ядра или

крупки, должен обладать чисто белым цветом и высокой экстрактивностью. В сравнении с солодом он обеспечивает больший выход экстракта.

К числу основных достоинств риса как несоложёного компонента в пивоваренном производстве следует отнести ряд важных технологических и биохимических характеристик. Во-первых, рис обладает высокой степенью экстрактивности, достигающей до 97 % от массы сухого вещества. Во-вторых, сырьё характеризуется низким уровнем растворимых белковых соединений, что благоприятно сказывается на физико-химической стабильности готового напитка. В-третьих, белки риса имеют сбалансированный аминокислотный профиль, который, согласно ряду исследований, может повышать устойчивость пива к окислительным изменениям. Дополнительным преимуществом является минимальное содержание липидов, положительно влияющее на вкусовую стойкость. Кроме того, в составе риса отсутствуют  $\beta$ -глобулины и антоцианогены, что снижает риск помутнения и увеличивает как коллоидную, так и органолептическую стабильность пива.

Применение риса в рецептуре способствует увеличению выхода экстракта при затирании, изменению цветовых характеристик напитка и формированию более мягкого вкуса. Вместе с тем частичная замена соложёного ячменя рисом требует учёта возможных технологических рисков. Так, чрезмерная доля рисового сырья в засыпи может неблагоприятно повлиять на флокуляционную активность пивных дрожжей. Кроме того, понижение концентрации легкоусвояемого белка и слабая растворимость азотистых соединений в процессе затирания способны привести к снижению уровня  $\alpha$ -аминного азота в сусле, что влечёт за собой замедление основного этапа брожения. С учётом указанных факторов, рекомендуется ограничивать долю риса в общем составе зерновой засыпи на уровне не выше 20 %, что позволяет обеспечить оптимальное сочетание технологической эффективности и стабильного качества конечного продукта.

#### **Цель исследований**

Провести предварительный анализ биохимических характеристик продуктов переработки риса с целью их оценки в качестве альтернативного сырья для пивоваренной промышленности.

В последние десятилетия в ряде стран мира активно применяется практика использования несоложёного сырья в технологии пивоварения, что обусловлено как экономическими, так и технологическими преимуществами. В нормативно-правовом аспекте подход к допустимому уровню замены пивоваренного солода существенно различается. Так, в таких странах, как Бельгия, США, Аргентина и Бразилия, допустимая доля несоложёных компонентов может превышать 20 %. В Канаде, Великобритании и Китае подобные количествен-

ные ограничения вовсе отсутствуют. В то же время Германия сохраняет историческую приверженность «Закону о чистоте пива» (Reinheitsgebot), принятому ещё в 1516 году, согласно которому в рецептуре пива разрешено использовать исключительно воду, солод, хмель и дрожжи, исключая любые несоложёные добавки.

В Российской Федерации порядок использования вспомогательного зернового и сахаросодержащего сырья регламентируется Федеральным законом № 171-ФЗ от 22.11.1995 г. (в редакции от 03.07.2016 г.). В соответствии с его положениями, допускается частичная замена пивоваренного солода зерном либо его производными (зернопродуктами), а также сахаросодержащими компонентами при условии, что их суммарное количество не превышает 20 % массы заменяемого солода, причём содержание сахаров не должно быть более 2 % от этой массы [4]. Согласно ГОСТ Р 51174-2009 «Пиво. Общие технические условия», к допустимым несоложёным материалам относят: ячмень, пшеницу, крупы пшеничную и кукурузную, дробленую крупы риса, а также сахар-сырец, сиропы и иные углеводсодержащие добавки, соответствующие требованиям качества и безопасности.

Среди злаковых культур, используемых в производстве пива, в качестве несоложённого сырья, особое внимание заслуживает рис (*Oryza sativa* L.), относящийся к семейству Poaceae (злаковые), который представляет собой плёночную зерновку, характеризующуюся разнообразной структурой эндосперма – от стекловидной до мучнистой. С морфологической точки зрения рисовое зерно состоит из эндосперма, зародыша и комплекса оболочек, включающего семенную, плодую и цветковые плёнки. Последние не сростаются с зерновкой и составляют от 14 до 35 % массы неочищенного зерна.

По длине зерна рис подразделяется на три группы: короткозёрный (менее 6 мм), среднезёрный (6-7 мм) и длиннозёрный (более 7 мм). В зависимости от ширины различают округлое, толстое, среднее и тонкое зерно. Абсолютная масса 1000 зёрен варьирует в пределах от 15 до 43 г [6, 7].

Перед применением в пивоварении рис подвергается предварительной очистке и шлифовке, в ходе которых удаляются внешние оболочки, а также частично устраняются белки, жиры и другие балластные вещества, ухудшающие органолептические и технологические свойства сусла. Химический состав очищенного зерна включает преимущественно углеводы, среди которых основную часть составляет крахмал – до 90 % от сухого вещества, при этом доля пищевых волокон (в основном клетчатки) не превышает 0,5 %. Белковые компоненты составляют около 9-12 %, представленные глютелинами, глобулинами, альбуминами и проламинами. Также в незначительных количествах присутствуют липиды,

минеральные элементы, витамины и фенольные соединения [2, 14].

Крахмал риса характеризуется преимущественно округлой формой гранул, которые подразделяются на крупные (9-30 мкм) и мелкие (2-8 мкм); последние преобладают количественно. В очищенном рисе массовая доля крахмала составляет 73-78 % от сухого

вещества, в рисовой дробленке – до 85-90 % [1, 3, 11]. Содержание амилозы в составе крахмала приближается к 17 %, амилопектина – около 83 % (табл. 1). Температура клейстеризации крахмала, в зависимости от сорта, колеблется от 68 до 85 °С, что является важным технологическим параметром при разработке рецептур и режимов затирания.

**Таблица 1. Характеристика компонентного состава риса и продуктов его переработки**

Нутритивный профиль	Содержание в 100 г продукта, содержащего 86 % СВ (средние значения), г			Рисовая мука, % от СВ
	цельное зерно	шлифованная крупа	рисовые хлопья	
Вода	14,0	14,0	8,0	–
Протеины	7,5	7,0	7,5	7,6
Липиды	2,6	1,0	0,4	0,3
Крахмальные соединения	55,2	70,7	85,0	91,2
Пищевые волокна (клетчатка)	9,0	0,4	2,1	0,4
Минеральные вещества (зола)	3,9	0,7	0,5	0,5

По содержанию белков, углеводов, минеральных веществ и витаминов рисовая крупа не уступает большинству других видов крупяной продукции, а по ряду показателей даже превосходит их. Несмотря на сравнительно невысокую общую белковую ценность (в среднем 5-13 %), рис характеризуется более полноценным аминокислотным составом по сравнению с другими злаковыми культурами. Белковая концентрация варьирует в зависимости от фракции зерна: в дробленке она составляет 5-8 %, в зародыше – 17-25 %, в отрубях – 12-17 %, в мучке – 12-16 % от сухого вещества [2, 8]. Углеводы занимают более 70 % от общей массы крупы, что обуславливает её высокую калорийность (около 345 ккал) и лёгкую

усвояемость организмом.

Содержание некрахмалистых полисахаридов, в частности клетчатки (целлюлозы), в рисовом зерне, освобождённом от оболочек, не превышает 0,3-0,4 %. При этом до 40 % клетчатки сосредоточено именно в плёнках, удаляемых при шлифовании. Шелушённое зерно и дробленка содержат минимальные количества пентозанов и β-глюканов [12, 13]. Следует отметить, что использование риса и продуктов его переработки в качестве несоложёного сырья, способствует повышению коллоидной стабильности пива, но может приводить к ухудшению пенообразующих свойств напитка.

**Таблица 2. Распределение протеиновых фракций в рисовом зерне (в процентном соотношении от общего содержания белка)**

Класс белковых соединений	Доля в белковом комплексе
Альбуминовые фракции	5,8 ± 0,4
Глобулиновые компоненты	9,2 ± 0,3
Проламиновые соединения	14,0 ± 0,5
Глютелины (оризенины)	70,0 ± 1,2

Рисовый белок обладает высокой степенью усвояемости (до 98 %) и содержит полный набор незаменимых аминокислот, причём их суммарное содержание превосходит аналогичные показатели у пшеницы и ржи. Основной белковой фракцией риса является глютелин (в частности, оризенин) – щелочераство-

ривый белок, составляющий в среднем около 70 % от общего белка. Значительно меньшие доли приходятся на спирторастворимые (проламины – около 14 %), водорастворимые (альбумины – 5,8 %) и солерастворимые (глобулины – 9,2 %) компоненты [15].

Распределение белковых фракций неоднородно: в периферийных слоях зерна преобладают альбумины и глобулины, тогда как в эндосперме основная доля приходится на оризенины. Эти белки, как правило, не оказывают влияния на органолептику готового продукта, поскольку преимущественно выводятся из процесса с белковым осадком при охлаждении сула. Низкое содержание альбумина и глобулина дополнительно способствует повышению коллоидной стабильности пива, хотя при этом

может отмечаться снижение пеностойкости [9, 18].

Аминокислотный профиль риса зависит как от сорта, так и от агроэкологических условий его возделывания. Сравнительный анализ аминокислотного профиля шелушенного риса и продуктов его переработки демонстрирует выраженные различия, связанные прежде всего с характером ферментативного и кислотного гидролиза (табл. 3) [10].

**Таблица 3. Аминокислотный состав зерна риса**

Аминокислота	Концентрация	
	содержание в белке, %	в зерне риса при 14 % влажности, мг/100 г
Аспарагиновая кислота	14,50-15,92	640
Глутаминовая кислота	12,40-26,65	1280
Валин	3,83-6,50	400
Лизин	3,62-4,57	–
Метионин	0,70-2,08	150
Пролин	2,33-5,25	360
Фенилаланин	4,00-7,80	410
Цистеин (цистин)	1,42-2,44	140

Основными свободными аминокислотами являются аспарагиновая и глутаминовая. Существенно более низким, по сравнению с другими злаковыми культурами, является содержание пролина – около 300 мг на 100 г сухого вещества. Для сравнения: в ячмене этот показатель составляет 1010 мг, в кукурузе – 940 мг, в пшенице – 920 мг. Содержание метионина и цистина, также играющих важную роль в образовании коллоидных помутнений (белково-дубильных комплексов), в рисе также ниже, чем у большинства хлебных злаков. Кроме белковых аминокислот, в рисе выявлены и свободные: аспарагин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота, глутамин, гомосерин, орнитин и другие соединения. При этом установлено, что аминокислотный состав не зависит от наличия восковидных признаков зерна [23].

Сходство аминокислотных профилей непрозрачных и полупрозрачных фракций указывает на физическую, а не биохимическую природу их различий [16]. Даже для диких видов риса установлено аминокислотное распределение, близкое к культурным формам [19].

После шелушения и шлифования содержание липидов в зерне уменьшается примерно в 1,5 раза. Основная масса жиров (около 80 %) локализуется в отрубях и мучке, меньшая часть – в зародыше. Обработка риса существенно снижает концентрацию не только жиров (табл. 1), но также витаминов и минеральных веществ, поскольку они сосредоточены преимущественно в наружных слоях зерна – алейроновом слое и оболочках (табл. 4).

**Таблица 4. Сравнительный анализ макро- и микронутриентов в цельном зерне и переработанной рисовой крупе**

Компоненты	Ед. изм.	Концентрация		Коэффициент сохранения, %
		в цельном зерне	в шлифованной крупе	
Зольные элементы	г	3,9	0,7	17,9
Калий (K)	мг	314,0	100,0	31,8
Кальций (Ca)	мг	40,0	8,0	20,0
Магний (Mg)	мг	116,0	50,0	43,1
Фосфор (P)	мг	328,0	150,0	45,7
Железо (Fe)	мг	2,1	1,0	47,6
Кремний (Si)	мг	1240,0	100,0	8,1

Продолжение таблицы 4

Цинк (Zn)	мг	1,8	1,42	78,9
Марганец (Mn)	мг	3,63	1,25	34,4
Тиамин (B <sub>1</sub> )	мг	0,34	0,08	23,5
Ниацин (B <sub>3</sub> )	мг	0,6	0,4	66,7
Биотин (B <sub>7</sub> )	мкг	12,0	3,5	29,2

Минеральный состав риса варьирует в зависимости от почвенных условий выращивания. Согласно литературным данным, распределение золы по фракциям зерна таково: отруби – 51 %, зародыш – 11 %, мучка – 13 %, шлифованный рис – 25 % [20]. Однако некоторые элементы, такие как фосфор, магний и калий, присутствуют в зерне относительно равномерно. Особенно значим фосфор, как один из доминирующих компонентов зольной фракции [5, 21].

#### Выводы

Технологические особенности применения дроблёного риса в качестве несоложеного сырья в пивоварении обусловлены рядом важных преимуществ, которые делают этот компонент весьма востребованным в производственном процессе. Во-первых, дроблёный рис отличается сравнительно низкой себестоимостью, что позволяет снизить затраты на сырьё без ущерба для качества напитка. Кроме того, он характеризуется высокой экстрактивностью – достигающей до 97 % по сухому веществу, что способствует более эффективному извлечению полезных веществ в сусло. Важным технологическим фактором является низкое содержание растворимых белков и полифенолов в рисе, что оказывает благоприятное влияние на коллоидную стабильность готового пива и способствует продлению срока его хранения.

Также следует отметить благоприятный аминокислотный профиль рисового белка. В частности, по сравнению с белками других злаковых культур рис содержит меньше серосодержащих аминокислот – метионина и цистина – что положительно отражается на коллоидной стойкости конечного продукта. Низкая концентрация липидов в рисе дополнительно

улучшает вкусовую стабильность пива в процессе хранения, снижая вероятность возникновения неприятных привкусов. Благодаря оптимальному сочетанию этих характеристик использование рисовой сечки в рецептуре позволяет увеличить выход экстракта в варочном отделении, снизить цветность напитка, а также смягчить его вкусовой профиль, что в совокупности повышает коллоидную и органолептическую стабильность пива.

Несмотря на указанные достоинства, внедрение риса в пивоваренный процесс связано и с рядом определённых технологических трудностей. Низкое содержание белка и его ограниченная растворимость в условиях затирания могут привести к снижению концентрации α-аминного азота в сусле, что негативно влияет на интенсивность ферментации. Кроме того, наблюдается уменьшение пенообразующей способности пива, связанное с дефицитом белковых соединений, что может снижать и полноту вкуса готового напитка, а также ухудшать способность дрожжей к флокуляции.

Ещё одной важной особенностью является необходимость применения более сложных температурных режимов при затирании, включая многоступенчатые отварки. Это обусловлено высокой температурой клейстеризации крахмала риса, что, в свою очередь, ведёт к увеличению энергозатрат в производственном процессе.

Таким образом, хотя использование дроблёного риса и приносит заметные технологические и экономические преимущества, оно требует дополнительного внимания и корректировки технологических параметров.

#### Литература

1. Авакян, Э.Р. Физиолого-биохимические аспекты роста и развития риса / Э.Р. Авакян. – Краснодар. 2017. – С. 168.
2. Алёшин, Е. П. Рис / Е.П. Алёшин, Н.Е. Алёшин. – М.: – 1993. – 505 с.
3. Грист, Д. Рис / Д. Грист. Перевод с англ. М. Суетиной; Под ред. А. П. Джулая [и др.]. – Москва: Изд-во иностр. лит., 1959. – 390 с.
4. ГОСТ Р 51174-2009. Пиво. Общие технические условия. Стандарт. – 2009 – 15 с.
5. Ерыгин, П.С. Физиология риса / П.С. Ерыгин. – М.: Колос, 1981. – 208 с.
6. Зеленский, Г.Л. Рис: от растения до диетического продукта: монография / Г.Л. Зеленский, О.В. Зеленская. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – 272 с.
7. Костылев, П.И. Северный рис (генетика, селекция, технология) / П.И. Костылев, А.А. Парфенюк, В.И. Степовой. – Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга». 2004 г. – 576 с.
8. Ляховкин, А.Г. Рис. Мировое производство и генофонд. – 2-е изд., перераб. и доп. / А.Г. Ляховкин. –

Санкт-Петербург: «Профи-Информ», 2005. – 288 с.

9. Меледина, Т.В. Несоложенные материалы в пивоварении: Учебное пособие / Т.В. Меледина, И.В. Матвеев, А.В. Федоров. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2017. – 66 с.

10. Сергеева, А.Т. Изменчивость технологических свойств сортов риса в зависимости от эколого-географических зон выращивания / А.Т. Сергеева, А.Г. Ляховкин // Бюл. ВИР. – 1981. – Вып. 110. – С. 63-68.

11. Туманьян, Н.Г. Качество сортов риса селекции ФНЦ риса, переданных на госсортоиспытание в 2019-2023 гг., по трещиноватости зерна в связи с содержанием амилозы / Н. Г. Туманьян, Т. Б. Кумейко, К. К. Ольховая // Рисоводство. – 2024. – Т. 23. – № 2(63). – С. 39-45.

12. Туманьян, Н.Г. Рис: сорт, парбойлинг / Н.Г. Туманьян. – Краснодар: КГУ, 2005. – 206 с.

13. Улиано, О. Зерновка риса и ее состав / О. Улиано. Перевод с английского // Рис и его качество. – 1976. – С. 20-74.

14. Цуранова, Л.Г. Биохимическое изучение сортов и форм риса различного географического происхождения. Автореф. дис... канд. биол. наук. – Л., 1971. – 26 с.

15. Шеуджен, А.Х. Диетология риса / А.Х. Шеуджен, Е.М. Харитонов, В.А. Козырев и др. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. – 1080 с.

16. Del Rosario Aurora R. Composition and endosperm structure of developing and mature rice kernel // R. Del Rosario Aurora, P. Briones Vivian, J. Vadal Amanda, B.O. Juliano // Cereal Chem. - 1968. - 45. - 225.

17. Handbook of cereal science and technology Second edition. Revised and expanded by K. Kulp – CRC Press. 2000 – P. 449

18. Houston, D.F. Rice Chemistry and Technology / D.F. Houston // American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, 1972. – 400 p.

19. Ignacio Cynthia C. Physicochemical properties of brown rice from *Oryza* species and hybrids / C. Ignacio Cynthia, B.O. Juliano // J. Agr. Food Chem. - 1968. - 3. - 438.

20. Leonzio M. Il contenuto di pentosani nel riso e nie suoi principali sottoprodotti / M. Leonzio // Riso . - 1967. - 16. - 313.

21. McCall Elizabeth R. Composition of rice. Influence of variety and environment on physical and chemical composition / R. McCall Elizabeth, J.F. Jurgens, Carrol L. Hoffpauir, W.A. Jr. Pons, D.C. Heinzelman, Vidabelle O. Cirino, M.D. Marray // J. Agr. Food Chem. - 1953. - 1. - 988.

22. Unnikvishnan K.R. Influence of varietal difference on properties of parboiled rice / K.R. Unnikvishnan, K.R. Bhattacharya // General Chemistry. – Vol. 64. – № 5 – 1987. – P. 315-321.

23. Vadal Amanda J. Comparative composition of waxy and nonwaxy rice / Amanda J. Vadal, B.O. Juliano // Cereal Chem. - 1967. - 44. - 86.

### References

1. Avakyan, E.R. Physiological and biochemical aspects of rice growth and development / E.R. Avakyan. – Krasnodar. 2017. – P. 168.

2. Aleshin, E. P. Rice / E.P. Aleshin, N.E. Aleshin. – М.: – 1993. – 505 p.

3. Grist, D. Rice / D. Grist. Translated by M.Suetina; Under editorship of A.P.Dzhulay [et al]. – Moscow: Publishing office of foreign literature, 1959. – 390 p.

4. GOST R 51174-2009. Beer. General specifications. Standard. – 2009 – 15 p.

5. Erygin, P.S. Physiology of rice / P.S. Erygin. – М.: Kolos, 1981. – 208 p.

6. Zelensky, G.L. Rice: from a plant to a dietary product: monograph / G.L. Zelensky, O.V. Zelenskaya. – Krasnodar: KubSAU, 2022. - 272 p.

7. Kostylev, P.I. Northern rice (genetics, breeding, technology) / P.I. Kostylev, A.A. Parfenyuk, V.I. Stepova. – Rostov-on-Don: ZAO “Kniga”. 2004 – 576 p.

8. Lyakhovkin, A.G. Rice. World production and gene pool. – 2nd ed., revised and enlarged / A.G. Lyakhovkin. – St. Petersburg: “Profi-Inform”, 2005. – 288 p.

9. Meledina, T.V. Unmalted materials in brewing: A tutorial / T.V. Meledina, I.V. Matveev, A.V. Fedorov. – St. Petersburg: ITMO University, 2017. – 66 p.

10. Sergeeva, A.T. Variability of technological properties of rice varieties depending on eco-geographical zones of cultivation / A.T. Sergeeva, A.G. Lyakhovkin // Bulletin of VIR. - 1981. – Iss. 110. - P. 63-68.

11. Tumanyan, N. G. The quality of rice varieties bred by Federal Scientific Rice Centre, submitted for state testing in 2019-2023, according to grain fracturing due to amylose content / N. G. Tumanyan, T. B. Kumeyko, K. K. Olkhovaya // Rice growing. – 2024. – Vol. 23. - № 2(63). – P. 39-45.

12. Tumanyan, N.G. Rice: variety, steam boiling / N.G. Tumanyan. – Krasnodar: KSU, 2005. – 206 p.

13. Uliano, O. Rice grain and its composition / O. Uliano. Translated from English // Rice and its quality. – Moscow: Kolos, 1976. – P. 20-74.

14. Tsuranova, L.G. Biochemical study of rice varieties and forms of different geographical origin. Abstract of Ph.D. Thesis – L., 1971. – 26 p.
15. Sheudzhen, A.Kh. Rice dietetics / A.Kh. Sheudzhen, E.M. Kharitonov, V.A. Kozyrev, et al. – Maykop: GURIPP “Adygeya”, 2004. – 1080 p.
16. Del Rosario Aurora R., Composition and endosperm structure of developing and mature rice kernel // R. Del Rosario Aurora, P. Briones Vivian, J. Vadal Amanda, B.O. Juliano // *Cereal Chem.* 1968. - 45. - 225.
17. Handbook of cereal science and technology Second edition. Revised and expanded by K. Kulp – CRC Press. 2000 – P. 449.
18. Houston D.F. Rice Chemistry and Technology / D.F. Houston // American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, 1972. – 400 p.
19. Ignacio Cynthia C. Physicochemical properties of brown rice from *Oryza* species and hybrids / C. Ignacio Cynthia, B.O. Juliano // *J. Agr. Food Chem.* - 1968. - 3. - 438.
20. Leonzio M. Il contenuto di pentosani nel riso e nie suoi principali sottoprodotti / M. Leonzio // *Riso* . - 1967. - 16. - 313.
21. McCall Elizabeth R. Composition of rice. Influence of variety and environment on physical and chemical composition / R. McCall Elizabeth, J.F. Jurgens, Carrol L. Hoffpauir, W.A. Jr. Pons, D.C. Heinzelman, Vidabelle O. Cirino, M.D. Marray // *J. Agr. Food Chem.* - 1953. - 1. - 988.
22. Unnikvishnan K.R. Influence of varietal difference on properties of parboiled rice / K.R. Unnikvishnan, K.R. Bhattacharya // *General Chemistry.* – Vol. 64. - № 5 – 1987. – P. 315-321.
23. Vadal Amanda J. Comparative composition of waxy and nonwaxy rice / Amanda J. Vadal, B.O. Juliano //

**Руслан Рамазанович Джамирзе**

Старший научный сотрудник отдела селекции  
E-mail: arrri\_kub@mail.ru

**Ruslan Ramazanovich Dzhamirze**

Senior scientist of breeding department  
E-mail: arrri\_kub@mail.ru

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

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

DOI 10.33775/1684-2464-2025-67-2-97-100  
УДК: 633.18(470.620)

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

### НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОТРАСЛИ РИСОВОДСТВА В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

*В статье рассматриваются проблемы и перспективы развития отрасли рисоводства Краснодарского края для обеспечения продовольственной безопасности. В работе используются сравнительный и статистический анализ данных мирового и отечественного рынка риса. В настоящее время посевы риса имеются в 118 странах на площади 167 млн га с годовым производством зерна свыше 780 млн т. В России площадь посевов составляет ежегодно более 200 тыс. га, а основные районы рисосеяния сосредоточены на юге. Краснодарский край занимает ведущее место в России по объемам производства риса и вносит большой вклад в обеспечение продовольственной безопасности страны – валовый сбор в весе после доработки 828,2 тыс. тонн. В соответствии с программой Минсельхоза России по повышению урожайности отечественного риса основной задачей к 2030 году является увеличение объемов производства риса до 2 млн тонн и площади сева риса до 320 тыс. га, что обусловлено задачами импортозамещения, повышением качества отечественной продукции и позволит создать высокий потенциал для экспорта. Научное сопровождение отрасли рисоводства в Российской Федерации осуществляет Федеральный научный центр риса. В рамках выполнения поручений министра сельского хозяйства РФ Лут О.Н. о повышении урожайности риса учеными Центра риса проведены обучающие семинары во всех рисосеющих регионах и изданы научные рекомендации, ориентированные на рисоводов-практиков, ученых, специалистов, являющиеся хорошей базой для объединения усилий науки и производства.*

**Ключевые слова:** рис, производство, наука, сорт, урожайность, население, продовольственная безопасность.

### SCIENTIFIC SUPPORT OF RICE GROWING INDUSTRY IN KRASNODAR REGION

*The article considers the problems and prospects for the development of the rice growing industry in the Krasnodar Territory in solving food security issues. The work uses comparative and statistical analysis of data from the world and domestic rice markets. Currently, rice crops are available in 118 countries on an area of 167 million hectares with an annual grain production of over 780 million tons. In Russia, the crop area is more than 200 thousand hectares annually, and the main rice-growing areas are concentrated in the south. Krasnodar Krai occupies a leading position in Russia in terms of rice production volumes and makes a major contribution to ensuring the country's food security - the gross harvest in weight after processing is 828.2 thousand tons. In accordance with the program of the Ministry of Agriculture of Russia to increase the yield of domestic rice, the main task by 2030 is to increase rice production to 2 million tons and the area of rice sowing to 320 thousand hectares, which is due to import substitution, improving the quality of domestic products and will create a high potential for export. Scientific support for the rice growing industry in the Russian Federation is provided by the Federal Rice Research Center. In the context of fulfilling the instructions of the Minister of Agriculture of the Russian Federation, O.N. Lut, on increasing rice yields, scientists from the Rice Center held training seminars in all rice-growing regions and published scientific recommendations aimed at practicing rice growers, scientists, and specialists, which are a good basis for combining the efforts of science and production.*

**Key words:** rice, production, science, variety, yield, population, food security.

#### Введение

Рис по объему производства является одной из важнейших в мире продовольственных зерновых культур, занимая среди них второе место после пшеницы. По данным ФАОСТАТ в 2024 года посевы риса размещены в 118 странах на площади 167 млн га, годовое производство зерна более 780 млн т [7, 9].

В России рис выращивается в трех федеральных округах, в девяти субъектах: в Южном федеральном округе – Республики Адыгея, Калмыкия,

Краснодарский край, Астраханская и Ростовская области; Северо-Кавказский федеральный округ – Республики Дагестан и Чеченская; Дальневосточный федеральный округ – Приморский край и Еврейская автономная область. Более 75 % посевных площадей размещено в Южном федеральном округе [5, 6].

Крупнейшим регионом, производителем риса в России, на долю которого приходится около 66 % валового производства риса в стране, является Краснодарский край. В 2024 году посевные площа-

ди риса на Кубани составили 117,0 тыс. га, валовой сбор в весе после доработки составил 828,2 тыс. тонн [1, 8].

#### **Цель исследований**

Изучить проблемы и перспективы развития отрасли рисоводства Краснодарского края в решении проблем продовольственной безопасности.

#### **Материалы и методы**

Основные материалы для проведения статистической оценки мирового и отечественного рынка риса были взяты из материалов статей и источников статистических данных. В работе использованы сравнительный и статистический анализ данных и их трактовка для более наглядного представления результатов.

#### **Результаты и обсуждение**

В апреле 2025 года на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр риса» состоялось предпосевное совещание по севу риса при поддержке Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края. В совещании приняли участие ученые, руководители и представители профильных ведомств и рисоводческих предприятий.

В основе повестки дня проведенного совещания – вопросы увеличения объемов производства риса до 1,2 млн тонн и площадей сева риса до 140 тыс. га в Краснодарском крае – основном рисосеющем регионе страны к 2030<sup>-му</sup> году, что позволит полностью удовлетворить внутренний спрос и создать высокий потенциал для экспорта.

В феврале 2025 года в рамках выполнения поручений министра сельского хозяйства РФ Лут О.Н. о повышении урожайности риса в Российской Федерации, ученые Федерального научного центра риса провели обучающие семинары во всех рисосеющих регионах.

В 2025 году планируемая площадь сева риса в Краснодарском крае составляет 117 тыс. га, что соответствует показателям 2024 года.

В текущем году наблюдается изменение суммарного влагозапаса речного бассейна. По состоянию на 15 апреля 2025 года объем наполнения Краснодарского водохранилища составляет 1832 млн м<sup>3</sup>, по сравнению с 2024 годом – 1748 млн м<sup>3</sup>. Согласно прогнозам Краснодарского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в Краснодарское водохранилище ожидаются притоки ниже средних показателей в апреле – 300-440 м<sup>3</sup>/с (при норме 476 м<sup>3</sup>/с) [8].

Существенное значение в повышении эффективности отрасли рисоводства имеет организация элитного и первичного семеноводства. В связи с поставленной задачей по увеличению производства риса в Российской Федерации в объеме до 2 млн тонн к 2030 году важно использовать семена риса высоких

репродукций, в частности категории элитные семена, а также необходимо ежегодно увеличивать площади высева элитных семян.

Ежегодно ФГБНУ «ФНЦ риса» совместно с филиалах центра – ЭСОС «Красная» и РПЗ «Красноармейский» им. А.И. Майстренко производит более 4 тысяч тонн семян риса высших репродукций и обеспечивают семенами рисоводческие хозяйства Краснодарского края и других регионов России, а также стран ближнего зарубежья.

В период с 2024 по 2030 гг. ФГБНУ «ФНЦ риса» совместно с филиалами ЭСОС «Красная», РПЗ «Красноармейский» и семеноводческими предприятиями рисосеющих субъектов планирует увеличить производство семян риса до 6700-7770 тыс. тонн в год [2, 4, 5].

Широкомасштабные экологические и производственные испытания новых и перспективных сортов риса в разных агроландшафтах позволили разработать сортовые комплексы, максимально реализующие свой биологический и адаптивный потенциал в зависимости от агроэкологического качества земель [2, 10, 11].

Совместно с ООО «СХП им. П.П. Лукьяненко» проведены исследования по повышению степени реализации потенциальной урожайности риса путём оптимизации структуры агроценоза за счёт подбора компонентов из числа сортов, отличающихся архитектурой растений и устойчивостью к разным стресс-факторам. Производственное и экологическое испытания различных сортосмесей на основе районированных и новых сортов (сортообразцов) риса. В результате выявлено 9 лучших, превосходящих по урожайности чистосортные преобладающие сортов-компонентов: Каурис+Яхонт, Патриот+Каурис, Аполлон+Каурис, Патриот+Классик, Патриот+Аполлон, Престиж+ВНИИР 7042 (Тритон), Аполлон+Наутилус, ВНИИР 7220+Злата, Яхонт+Восход.

В Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве в России на 2024 год, насчитывается 91 сорт риса, из них 45 сортов селекции ФГБНУ «ФНЦ риса», которыми занято более 80 % площадей в РФ. В производстве основные площади занимают следующие сорта риса: Рапан 2, Полевик, Патриот, Наутилус, Аполлон, Каурис [3, 4]. В перспективе предусмотрено ускоренное создание высокоурожайных среднезерных, крупнозерных и длиннозерных сортов риса и разработка технологий возделывания с учетом изменений климата.

#### **Выводы**

Таким образом, для динамичного развития рисоводческой отрасли Краснодарского края необходимо объединение усилий науки и производства, предусматривающих внедрение ресурсосберегающих технологий, адаптированных к зональным

почвенно-климатическим условиям региона, и высокопродуктивных сортов риса, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессорам при оперативной и эффективной реализации научных достижений на практике.

*«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. Есаулова, Л.В. Анализ состояния отрасли рисоводства Краснодарского края/ Л.В. Есаулова, И.А. Лыско// Рисоводство. – Краснодар, 2022 – №3 (56). – С. 6-10.
2. Ковалёв, В.С. Использование сортосмесей, как способа повышения урожайности риса/ В.С. Ковалёв, А.М. Оглы, Л.В. Есаулова, В.Ф. Орловский, И.А. Сирота// Рисоводство. – Краснодар, 2024 – № 1 (62) – С. 21-26.
3. Ковалёв, В.С. Новые сорта селекции ФНЦ риса/ В.С. Ковалев, Г.Л. Зеленский, Н.В. Остапенко, А.М. Оглы, С.В. Гаркуша// Рисоводство. – Краснодар, 2024 – № 1 (62) – С. 6-13.
4. Пищенко, Д.А. Внедрение новых сортов риса как основной фактор интенсификации производства риса// Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России. Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием посвященная 90-летию ФГБОУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К. Беляева». Том I: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференций. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2020 – с.122-126.
5. Рекомендации по получению 70-80 ц/га риса в Российской Федерации/ под общ. ред. С.В. Гаркуши. – Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса», 2025. – 78 с.
6. Система рисоводства Российской Федерации/ под общ. ред. С.В. Гаркуши. – Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса», 2024. – 368 с.
7. ФАОСТАТ. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org>.
8. <http://www.msh.krasnodar.ru> (28.04.2025).
9. Mohidem, Nur Atikah Rice for Food Security: Revisiting Its Production, Diversity, Rice Milling Process and Nutrient Content/ Nur Atikah Mohidem, Norhashila Hashim, Rosnah Shamsudin, Hasfalina Che Man// Agriculture. – 2022. – № 12(6). – P. 741.
10. Sarma, B. Abiotic Stress in Rice: Visiting the Physiological Response and Its Tolerance Mechanisms/ B. Sarma, H. Kashtoh, T. Lama Tamang, P.N. Bhattacharyya, Y.K. Mohanta, K.-H. Baek// Plants. – 2023. – №12. – P. 3948.
11. Zhaowu, Li Overexpression of NB-LRR Gene AtRPM1(D505V) Improved Drought and Salt Resistance and Decreased Cold Tolerance in Transgenic Rice/ Zhaowu Li, Xiaojie Zhou, Xiaoxiao Liu, Xiaoqi Wu, Zhiming He, Zhiyong Gao, Zhangying Wang// Agronomy. – 2024. – №14. – P. 1050.

### References

1. Esaulova, L.V. Analysis of the state of the rice growing industry in Krasnodar Krai / L.V. Esaulova, I.A. Lysko // Rice growing. - 2022. - № 3 (56). - P. 6-10.
2. Kovalev, V.S. Use of variety mixtures as a way to increase rice yields / V.S. Kovalev, A.M. Ogly, L.V. Esaulova, V.F. Orlovsky, I.A. Sirota // Rice growing. - 2024. - № 1 (62) - P. 21-26.
3. Kovalev, V.S. New varieties bred by the Federal Rice Research Center / V.S. Kovalev, G.L. Zelensky, N.V. Ostapenko, A.M. Ogly, S.V. Garkusha // Rice growing. – Krasnodar, 2024 – No. 1 (62) – P. 6-13.
4. Pishchenko D.A. Introduction of new rice varieties as the main factor in the intensification of rice production// Agricultural science in the context of modernization and innovative development of the Russian agro-industrial complex. All-Russian scientific and practical conference with international participation dedicated to the 90th anniversary of the Ivanovo State Agricultural Academy named after D.K. Volume I: collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference. - Ivanovo: FGBOU VO Ivanovo State Agricultural Academy, 2020 - P. 122-126.
5. Recommendations for obtaining 70-80 c/ha of rice in the Russian Federation / under the general editorship of S.V. Garkusha. - Krasnodar: FGBNU «FNC Rice», 2025. - 78 p.
6. Rice growing system of the Russian Federation / edited by S.V. Garkusha. – Krasnodar: Federal Scientific Center of Rice, 2024. – 368 p.
7. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Electronic resource]. URL: <http://www.fao.org>.
8. <http://www.msh.krasnodar.ru> (28.04.2025).
9. Mohidem, Nur Atikah Rice for Food Security: Revisiting Its Production, Diversity, Rice Milling Process and

Nutrient Content/ Nur Atikah Mohidem, Norhashila Hashim, Rosnah Shamsudin, Hasfalina Che Man// Agriculture. – 2022. – № 12(6). – P. 741.

10. Sarma, B. Abiotic Stress in Rice: Visiting the Physiological Response and Its Tolerance Mechanisms/ B. Sarma, H. Kashtoh, T. Lama Tamang, P.N. Bhattacharyya, Y.K. Mohanta, K.-H. Baek// Plants. – 2023. – №12. – P. 3948.

11. Zhaowu, Li Overexpression of NB-LRR Gene AtRPM1(D505V) Improved Drought and Salt Resistance and Decreased Cold Tolerance in Transgenic Rice/ Zhaowu Li, Xiaojie Zhou, Xiaoxiao Liu, Xiaoqiu Wu, Zhiming He, Zhiyong Gao, Zhangying Wang// Agronomy. – 2024. – №14. – P. 1050.

**Любовь Владимировна Есаулова**

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

**Lyubov Vladimirovna Esaulova**

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

**Ирина Анатольевна Лыско**

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

**Irina Anatolyevna Lysko**

Leading researcher at the Laboratory of Plant Immunity and Protection  
E-mail: ilysko@mail.ru

**Виктор Савельевич Ковалев**

Главный научный сотрудник отдела селекции  
E-mail: viktor.kovalev.49@inbox.ru

**Viktor Savelyevich Kovalev**

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

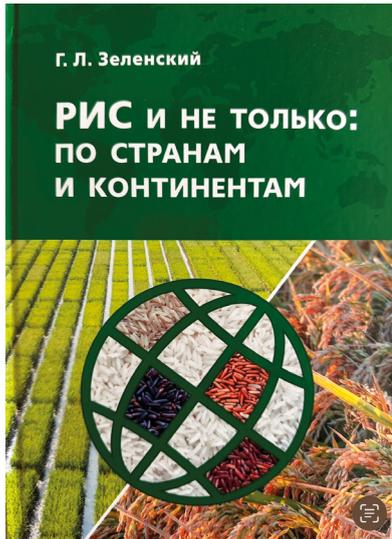
**Andrey Mikhailovich Ogly**

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

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

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

## Г.Л. ЗЕЛЕНСКИЙ. «РИС И НЕ ТОЛЬКО: ПО СТРАНАМ И КОНТИНЕНТАМ» (ОТЗЫВ)



Вышла книга Григория Леонидовича Зеленского «Рис и не только: по странам и континентам», доктора сельскохозяйственных наук, профессора, крупного ученого, чьи сорта известны, и рисопродукты из которых – у нас на столе присутствуют неизменно.

Автор закончил в 1976 г. агрономический факультет Кубанского сельскохозяйственного института (сейчас Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина) и уехал работать в родной колхоз «Кубань» Славянского района Краснодарского края. Однако мечта создавать сорта риса, которая зародилась еще в техникуме, привела его в аспирантуру при Всероссийском научно-исследовательском институте риса в 1977 г. Затем были защиты кандидатской и докторской диссертаций, работа в должности заведующего лабораторией исходного материала отдела селекции ВНИИ риса, заведование кафедрой селекции и семеноводства в Кубанском ГАУ. Селекционная работа продолжалась и ведется им до сих пор; научные знания, накопленные за эти годы, автор передает теперь молодому поколению.

Зарубежных поездок у автора в 1986-2020 гг. в рамках научных делегаций, участия по приглашению оргкомитетов в международных конгрессах, симпозиумах, конференциях было очень много, более 40.

В Венгрии в 1986 г. молодой ученый Григорий Зеленский познакомился с селекцией и агротехникой риса, с государственным и производственным сортоиспытанием. И, конечно - с учеными, в том числе с Ибоей Киш, с которой его в дальнейшем связывала большая дружба. Франция, 1990, 1991, 2000, 2010 гг., Индия, Вьетнам, 1991 г: Монпелье, Арль, Академия INRA, CIRAD, Камаргский заповедник; знакомство с учеными Ги Клемани, Мишелем Жако; выступление

на Конгрессе по рисоводству с докладом «Селекция риса в СССР». 1996: Арль, Конференция по рису, поездки на рисовые поля. 2000: решение вопросов подготовки российской конференции по рису. Неоднократные рабочие поездки во Францию осуществлялись благодаря сотрудничеству с Союзом Европейских рисоводов по подготовке конференции. Хайдарабад, Каттак, Институт по селекции риса и других сельскохозяйственных культур, Национальный институт риса; период летних дождей. Научно-исследовательский институт риса во Вьетнаме, знакомство с технологией возделывания риса, который растет в дельтах рек Меконг и Красной на террасных полях. Из Франции и Индии по результатам поездок автора был получен ценнейший генетический материал: генотипы с коротким вегетационным периодом, устойчивые к заболеваниям и вредителям.

Австралия, 1997 г. Григорий Леонидович на страницах книги рассказывает очень интересную историю 1990 года о поставке рисовых комбайнов в Австралию. Наш комбайн на гусеничном ходу «Кубань» на полях Австралии оставил далеко позади комбайны «Джондир» и «Кейс», «Сампо» и «Лаверда». Был сделан заказ на производство 25 штук «Кубани», однако поставлено только 5, на остальные не хватило металла в нашей стране, а предоплату австралийская сторона не хотела делать. НИИ зерновых культур в Сиднее: знакомимся с лабораториями. Литон. Научно-исследовательский центр по рису и Штаб-квартира Ассоциации австралийских рисоводов. Национальный Парк и еще много интересной информации об Австралии тех лет. Первые семена риса со скручивающимися листьями Григорий Леонидович привез из Австралии! И солому рисовую, оказывается здесь на полях тоже жгут.

Англия, 1997 г. Поездка автора на Международную конференцию по рису в Ноттингеме. Присутствуют рисоводы из 22 стран Европы, Америки, Азии и Австралии. Египет 1998 г. Международный Конгресс по рису, проблема солеустойчивости, организованный Комитетом европейских рисоводов. Именно здесь был поднят вопрос автором книги о проведении Конференции ФАО во ВНИИ риса. И этот план был зафиксирован в Резолюции Конференции. Конференция была проведена в 2001 г. в год 70-летия ВНИИ риса.

Филиппины, 1999 г. Знакомимся со страной и Международным институтом риса, Филиппинским институтом биологии и биотехнологии, ходим по улицам Манилы с его храмами и небоскребами. В IRRI – огромный банк генетических ресурсов риса. Сорта риса, созданные в IRRI, являются ценным исходным материалом в селекции риса во многих странах мира.

Именно здесь – колыбель Первой Зеленой революции, где были созданы и внедрены в производство первые короткостебельные сорта с периодом вегетации до 110 дней; доктор Куш здесь начал работу по созданию растения нового типа, позволяющего повысить урожайность риса на 20-25 % - с коротким стеблем, мощной корневой системой, небольшим кущением, темно-зелеными, вертикальными, толстыми листьями и крупной метелкой.

Румыния, 1999 г., Узбекистан 2002 г., Украина, 1981, 2002, 2008 гг., Казахстан, 2010, 2010, 2013, 2017, 2019 гг. Конференции по рису ФАО. Уз НИИ риса, Самаркандский СХИ. В этих поездках Григорий Леонидович и ныне академик РАН Асхад Хазретович Шеуджен встретились с директором Уз НИИ риса Гиезжаном Нишановичем Рахимовым, который когда-то учился в аспирантуре во ВНИИ риса. Узбекистан, сложная страна для рисоводства, особенно это связано с обмелением Аральского моря, засолением. В 2002 году автор организует заседание Комитета европейских рисоводов в Укр НИС риса, где было принято решение о проведении Конференции в Скадовске в 2008 г. Кзылорда, Казахский НИИ рисоводства – поездка в 2010 г.. На научной конференции выступление на АгроБизнесФоруме «Золотая Осень» о сорте Лидер и путях повышения продуктивности риса на засоленных землях было воспринято с большим интересом. В 2013 году автор книги читает лекции в Институте биологии и биотехнологии Казахстана по новейшим достижениям в области рисоводства, посещает Институт Земледелия и растениеводства, рисоводческие хозяйства. В 2017 г. состоялась поездка автора в Казахстан в качестве эксперта по образовательной программе повышения квалификации агрономов-семеноводов и лектора на базе Казахского НИИ рисоводства. Здесь на рисовых полях Григорий Леонидович увидел свой сорт риса Лидер и семенные участки Лидера, потребность в семенах которого была на тот момент – 500 тонн. И еще было несколько научно-производственных поездок в Казахстан, в том числе в Каз НИИ рисоводства, работа в диссертационном совете по защите диссертаций, членом которого является Григорий Леонидович.

Турция, 2000, 2007, 2012 гг. Знакомство с рисоводством в Турции на полевым семинаре. 2007 г. – Международная конференция по рису для стран Средней Азии и Ближнего Востока в Стамбуле. В 2012 г. состоялось заседание Комитета по рисоводству в странах умеренного климата в Научно-исследовательском институте сельского хозяйства в Эдирне. По предложению Григория Леонидовича в резолюции было записано: «Расширить спектр генов устойчивости к пирикулярриозу при селекции новых сортов».

Италия, 2002, 2004, 2006, 2007, 2012. В 2002 г. Григорий Леонидович Зеленский на Международной

конференции по применению биотехнологий и молекулярных маркеров в рисоводстве в Турине был избран координатором по рисоводству восточно-европейских стран в области селекции Комитета европейских рисоводов ФАО. И везде с интересом слушают его доклады о высокоэффективном рисоводстве, и снова поездки, связанные с подготовкой Международной конференции, приуроченной к 75-летию ВНИИ риса, встречи, хлопоты ... В 2006 г. при участии Г.Л. Зеленского был подписан договор с Туринским Университетом о сотрудничестве, который сильно расширил возможности программы сотрудничества между университетами - Туринским и КубГАУ. 2007 г. – Новара, центр рисовой зоны Италии. Именно здесь голландские производители детского питания заинтересовались восковидным рисом, который был создан российским селекционером Григорием Леонидовичем Зеленским. Повествование сопровождается красочным описанием необычного города Венеции с его достопримечательностями.

Уругвай, 2003 гг. В Уругвае состоялась Международная конференция по рису стран умеренного климата, где были новые знакомства и встречи с коллегами, представлены новые достижения науки о рисе.

Китай, 2006, 2019 г. Институт риса, г. Чэнду, китайские ученые представляют результаты своих научных работ. В 2019 году автор был приглашен Комитетом по изучению риса в умеренном климате для участия в рабочей встрече TRRC. На Международном Симпозиуме, организованном Академией JAAS «Здоровый рис для Здорового мира» Григорий Леонидович вдруг увидел, что его раннеспелый сорт Азовский формирует урожай более 80 кг зерна в день с 1 га, что считается высоким достижением у рисоводов в мире.

В Таиланде, в 2014 г., проходил Международный Конгресс по рису. Доклады, встречи с зарубежными коллегами. В Бразилии в 2020 г. Комитет TRRC проводит 7 Международную конференцию по рису стран умеренного климата в г. Пелотасе с выездом на сельскохозяйственное предприятие. Доклады были посвящены вопросам селекции и агротехнологиям риса. Григорий Леонидович представляет ученым свои достижения в области селекции кубанского риса.

На страницах книги мы знакомимся с замечательными учеными - Ибоей Киш из Венгрии, селекционером по рису из Франции Ги Клеманом, ведущим селекционером Австралии по рису Лори Льюином, австралийским ученым Расселом Фордом, ведущим селекционером из Международного института риса Гурдев Кушем, румынским ученым Жоржем Алионте, вьетнамцем Нгуен из Управления по рису ФАО, Ж. Шатани – председателем Комитета Европейских рисоводов, Дат Траном - председателем комиссии ФАО по рису, профессором Туринского университета Альдо Ферреро, уругвайским селекционером

Гонзалло Зарилло, доктором Дзу из Китая – автором гибридного риса, казахским селекционером Умирзаком Аймухамбетовым – тоже выходец из ВНИИ риса и другими известными учеными. Автор осуществляет научно-методическую помощь ученым из Казахстана, Узбекистана и других стран, которую трудно переоценить, особенно в условиях, когда связи между странами были нарушены в 90<sup>-е</sup>. Читатель на страницах книги узнает о грандиозной «зеленой революции», которая привела к созданию нового типа растения риса. Очень приятно, что автор пропагандирует и отмечает роль журнала «Рисоводство».

Увлекательно, подробно, живописно представлена информация о развитии рисоводства в странах, где побывал автор. Большое количество иллюстраций, событий и их участников сопровождает повествование. Знакомимся с запланированным развалом рисоводства в Румании, когда в страну был ввезен рис по демпинговым ценам из-за рубежа. Собственный рис при этом стал неконкурентоспособным, и рисовая мелиоративная система была уничтожена. Дешевый импортный рис разорил и производство, и предприятия по переработке риса. Через 3 года стали ввозить рис по высоким ценам, то есть румынский рынок был таким образом подготовлен для импорта риса – да, поучительная история!

Мы понимаем, почему автор так предан своей культуре - рису, мы видим большую роль автора в развитии рисоводства, в обучении нового поколения основам селекции и технологии риса, видим, что знания и огромный опыт Григория Леонидовича приносят и будут приносить плоды и станут вкладом в новых достижениях рисоводства - этой важнейшей отрасли сельского хозяйства.

Д-р биол. наук, проф. Туманьян Наталья Георгиевна,  
ФГБНУ «ФНЦ риса»,  
г. Краснодар



**Российская делегация на Китайско-российском Симпозиуме по вопросам интеллектуального сельского хозяйства в регионах с холодным климатом, г. Харбин, КНР**

15–17 мая в городе в Харбине при поддержке Министерства образования и Министерства науки и технологий провинции Хэйлунцзян Китайской народной республики состоялся Китайско-российский симпозиум по вопросам интеллектуального сельского хозяйства в регионах с холодным климатом (организаторы: Северо-Восточный сельскохозяйственный университет в провинции Хэйлунцзян и Санкт-Петербургский государственный университет).

На симпозиум, направленный на укрепление международного сотрудничества и развития взаимодействия в научной сфере, был приглашен академик РАН, руководитель отдела прецизионных технологий ФГБНУ «ФНЦ риса», зав. кафедрой агрохимии ФГБОУ ВО «КубГАУ» Асхад Хазретович Шеуджен.

На заседании Симпозиума А. Х. Шеуджен сделал доклад «Цифровые агрохимические сервисы Юга России, который вызвал большой интерес у научного сообщества.



**Академик РАН А.Х. Шеуджен и проректор Северо-Восточного сельскохозяйственного университета Чэнь Циншань (г. Харбин)**

## 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](mailto: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;
- инициалы и фамилия, 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 четко 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

- поля: верхнее, нижнее, правое – 1,5 см, левое – 2 см; шрифт – Times New Roman, 12 кегль; интервал полуторный; абзацный отступ – 1,25 см; без переносов;
- используйте *курсив* или **полужирный курсив** для примеров, а также наиболее важных терминов и понятий;
- избегайте использования подчёркиваний;
- таблицы и рисунки должны иметь отдельную нумерацию (например, **Таблица 1**, **Рисунок 1**) и быть озаглавлены, ссылки на них обязательны в тексте статьи. Название таблиц размещается над левым верхним углом таблицы, название рисунка – под рисунком по центру;
- в случае необходимости можно использовать обычные (не концевые!) пронумерованные сноски

### Оформление ссылок и списка литературы

Библиографический список приводится в конце статьи в алфавитном порядке в виде пронумерованного списка источников под названием **ЛИТЕРАТУРА**. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

- Книги* Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Апрод. – Краснодар, 1972. – 156 с.  
Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): в 2 т. / А. А. Жученко. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с; Т. 2. – 785 с.  
Ерыгин, П. С. Физиология риса / П. С. Ерыгин. – М.: Колос, 1981. – 208 с.
- Авторефераты* Система рисоводства Краснодарского края / под. ред. Е. М. Харитоновна. – Краснодар, 2011. – 316 с.  
Ляховкин, А. Г. Мировой генофонд риса (*Oryza sativa* L.) в связи с проблемами селекции: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / А. Г. Ляховкин. – Ленинград, 1989. – 58 с.
- Диссертации* Ковалев, В. С. Селекция сортов риса для Краснодарского края и Адыгеи и разработка принципов их рационального использования: дис. ... д-ра с.-х. наук в форме научного доклада : 06.01.05 : защищена 25.03.1999 / В. С. Ковалев. – Краснодар, 1999. – 49 с.
- Газеты, журналы, статьи* Рисоводство: научно-производственный журнал / учредитель: ГНУ «ВНИИ риса» Россельхозакадемии. – 2013, № 1 (22). – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – ISSN 1684-2464.  
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 **LWDOLFV** 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. Kropf,*

*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. Ерыгин, П. С.*

*Физиология риса / П. С. Ерыгин. – М.: Колос, 1981. – 208 с.*

*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 29.06.2025  
 Тираж изготовлен в типографии ИП Копыльцов П.И.,  
 394052, г. Воронеж,  
 ул. Маршала Неделина, д. 27, кв. 56.  
 Формат 60\*84/8 Бумага офсетная  
 Усл. печатн. листов 12.44  
 Заказ № 020425. Тираж 500 экз.