

# РИСОВОДСТВО

## НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1684-2464

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр риса»  
Издается с 2002 года. Периодичность – 4 выпуска в год  
Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, на соискание ученой степени кандидата наук. Дата включения издания в перечень – 6 июня 2017 года.

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

#### 4.1.1. Общее земледелие, растениеводство

(сельскохозяйственные науки, биологические науки)

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

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

**Е.М. Харитонов (ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»)** - академик РАН, д-р соц. наук

#### 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

(сельскохозяйственные науки, биологические науки)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

(сельскохозяйственные науки, биологические науки)

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

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

**О.А. Гуророва (ФГБОУ ВО «КубГАУ им. И. Т. Трубилина»)** - д-р биол. наук

**О.А. Подколзин (ФГБУ «РосАгрохимслужба»)** - 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, профессор

#### 4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика

(сельскохозяйственные науки, 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")** - Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of agriculture

**V.A. Ladatko (FSBSI "FSC of Rice")** - Ph.D. in agriculture

**E.M. Kharitonov (FSBEI HE "KSAU named after I. T. Trubilin")** - Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Social Sciences.

#### 4.1.2. Breeding, seed production and biotechnology of plants

(agricultural sciences, biological sciences)

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

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

**L.V. Esaulova (FSBSI "FSC of Rice")** - Ph.D. in biology

**G.L. Zelensky (FSBSI "FSC of Rice")** - Dr. of agriculture, professor

**P.I. Kostylev (FSBSI "ARC "Donskoy")** - Dr. of agriculture, professor

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

**Zh.M. Mukhina (FSBSI "FSC of Rice")** - Dr. of biology

**M.A. Skazhennik (FSBSI "FSC of Rice")** - Dr. of biology

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

#### 4.1.3. Agrochemistry, agrosoil science, plant protection and quarantine

(agricultural sciences, biological sciences)

**T.F. Bochko (FSBEI HE "KubSU")** - Ph.D. in biology

**A.Kh. 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 "Rosagrokhimluzhba")** - 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. Pysnaya (FSBSI "FSC of Vegetable Growing")** - Dr. of agriculture, professor

#### 4.1.5. Land reclamation, water management and agrophysics

(agricultural sciences, biological sciences, technical sciences)

**N.N. Dubenok (RFAU 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

**Полякова Н.В., Королева С.В.**

Синхронность цветения родительских линий в зависимости от условий яровизации при беспересадочном семеноводстве капусты белокочанной 6

**Шумилова Е.В., Королёва С.В.**

Контроль стерильности ЦМС-линии перца сладкого в камере искусственного климата 14

**Поляков А.В., Стружкин Е.И.**

Регенерация чеснока (*Allium Sativum* L.) из апексов стебля 23

**Ковалева Е.В., Лазько В.Э.**

Влияние схем посева на урожайность семян тыквы мускатных сортов 34

**Гергель И.А.**

Основные критерии для оценки показателей плодородия почвы рисовых оросительных систем (обзор) 45

**Гергель В.В.**

Динамика различных форм азота в почве рисовых севооборотов при возделывании риса 52

**Малышева Н.Н., Хаджиди А.Е., Малышева А.И.**

Исследование баланса водных ресурсов Крюковского водохранилища 58

**Лалаян Л.М., Туманьян Н.Г.**

Характеристика новых сортов риса селекции ФНЦ риса по технологическим признакам качества 68

**Поляков А.В., Алексеева Т.В.**

Чеснок (*Allium Sativum* L.) как источник химических элементов (обзор) 74

**Абанина О.А., Беспалова Н.С.**

К 85-летию со дня рождения талантливого ученого и агрохимика Валерия Трофимовича Рымаря 83

**СОДЕРЖАНИЕ**

|   |     |
|---|-----|
| <b>Тешева С.А., Осипов А.В., Наумова М.В.</b><br>Оценка агрофизических свойств аллювиальных луговых почв агроценозов Кубани         | 88  |
| Премия академика РАН А.Х. Шеуджена  | 96  |
| В ФГБНУ «ФНЦ риса» прошла школа-конференция для молодых ученых с международным участием «Агроинновации: интеграция науки и бизнеса» | 97  |
| День поля овощных и бахчевых культур 2025   | 98  |
| II Всероссийский форум селекционеров и семеноводов «Русское поле – 2025»  | 99  |
| <b>ЮБИЛЕИ УЧЕНЫХ</b>  |     |
| Бондаревой Татьяне Николаевне - 70 лет!   | 100 |
| Савенко Елене Георгиевне - 65 лет!  | 101 |

## TABLE OF CONTENTS

### SCIENTIFIC PUBLICATIONS

|  |    |
|--|----|
| <b>Polyakova N.V., Koroleva S.V.</b><br>Synchrony of flowering of parental lines depending on vernalization conditions in non-transplant seed growing of white cabbage | 6  |
| <b>Shumilova E. V., Koroleva S.V.</b><br>Sterility control of CMS-line of the sweet pepper in an artificial climate chamber  | 14 |
| <b>Polyakov A.V., Struzhkin E.I.</b><br>Regeneration of garlic ( <i>Allium Sativum L.</i> ) from stem apices   | 23 |
| <b>Kovaleva E.V., Lazko V.E.</b><br>The influence of sowing schemes on seed yield of butternut squash varieties  | 34 |
| <b>Gergel I. A.</b><br>The main criteria for assessing soil fertility indicators of rice irrigation systems (review)   | 45 |
| <b>Gergel V. V.</b><br>Dynamics of various forms of nitrogen in the soil of rice crop rotations in rice cultivation  | 52 |
| <b>Malysheva N.N., Hadjidi A.E., Malysheva A.I.</b><br>Study of the balance of water resources of the kryukovskoye reservoir   | 58 |
| <b>Lalayan L.M., Tumanyan N.G.</b><br>Technological assessment of medium-grain rice varieties  | 68 |
| <b>Polyakov A.V., Alekseeva T.V.</b><br>Garlic ( <i>Allium Sativum L.</i> ) as a source of chemical elements (review)  | 74 |
| <b>Abanina O.A., Bespalova N.S.</b><br>On the 85th anniversary of the birth of the talented scientist and agrochemist Valery Trofimovich Rymar                         | 83 |

**TABLE OF CONTENTS**

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tesheva S. A., Osipov A. V., Naumova M.V.</b><br>Assessment of agrophysical properties of alluvial meadow soils of Kuban agrocenoses                                    | 88  |
| Prize of academician of the Russian Academy of Sciences A.Kh. Sheudzhen  | 96  |
| The Federal Research Center for Rice held a school-conference for young scientists with international participation «Agroinnovations: Integration of Science and Business» | 97  |
| Vegetable and Melon Field Day 2025   | 98  |
| II All-Russian Forum of Breeders and Seed Growers «Russian Field 2025»   | 99  |
| <b>ANNIVERSARIES OF SCIENTISTS</b>   |     |
| Tatiana Nikolaevna Bondareva is 70 years old!  | 100 |
| Elena Georgievna Savenko is 65 years old!  | 101 |

DOI 10.33775/1684-2464-2025-68-3-6-13  
УДК 635.34:631.527

Полякова Н.В., канд. с.-х. наук,  
Королева С.В., канд. с.-х. наук  
г. Краснодар, Россия

### СИНХРОННОСТЬ ЦВЕТЕНИЯ РОДИТЕЛЬСКИХ ЛИНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ЯРОВИЗАЦИИ ПРИ БЕСПЕРЕСАДОЧНОМ СЕМЕНОВОДСТВЕ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ

Перед отечественными селекционно-семеноводческими центрами стоит задача по обеспечению коммерческого овощеводства высококачественным семенным материалом, что в свою очередь позволит исключить доминирование сортимента зарубежных компаний на полях РФ. Классический метод выращивания семян капусты – это длительный процесс, который занимает около двух лет. В условиях центральной зоны Краснодарского края получение семенного материала капусты белокочанной возможно при одногодичном цикле выращивания. Наиболее предпочтительным и менее трудозатратным способом семеноводства гибридов капусты является беспересадочное выращивание семенников через стеклинги в весенних пленочных теплицах. Целью исследований являлось изучение влияния среднесуточной температуры воздуха в период яровизации на инбредные родительские линии гибридов капусты белокочанной разной группы спелости. В статье рассмотрен важный элемент для успешного производства семян гибридов  $F_1$  – синхронность цветения родительских линий. Представлены результаты по изучению влияния погодных условий Кубани на фазу цветения родительских компонентов 10 коммерческих гибридов  $F_1$  капусты белокочанной селекции «ФНЦ риса» в течение 5 лет. Температурные колебания осенне-зимнего периода 2022-2023 гг. повлияли на асинхронность цветения родительских компонентов (12-18 сут.) по 5 коммерческим гибридам. Отмечено, что влиянию неблагоприятных условий в период яровизации наиболее подвержены раннеспелые линии. Продолжительность периода яровизации от 81 до 97 суток способствовала равномерному переходу к фазе цветения родительских пар в 2021, 2022 и 2025 годах. Родительские линии перспективной комбинации (Kor1×270-488)  $F_1$  и гибридов  $F_1$  Сударыня,  $F_1$  Викторина,  $F_1$  Казачок,  $F_1$  Атаман продемонстрировали синхронность по цветению и стабильность по годам.

**Ключевые слова:** капуста белокочанная, семеноводство, синхронность цветения, яровизация, инбредные линии.

### SYNCHRONY OF FLOWERING OF PARENTAL LINES DEPENDING ON VERNALIZATION CONDITIONS IN NON-TRANSPLANT SEED GROWING OF WHITE CABBAGE

Domestic breeding and seed centers are faced with the task of providing commercial vegetable growing with high-quality seed material, which in turn will eliminate the dominance of the assortment of foreign companies in the fields of the Russian Federation. The classic method of growing cabbage seeds is a long process that takes about two years. In the conditions of the central zone of Krasnodar region, obtaining seed material for white cabbage is possible with a one-year growing cycle. The most preferable and less labor-intensive method of seed production of cabbage hybrids is non-transplant growing of seed plants through steklings in spring film greenhouses. The aim of the research was to study the effect of average daily temperature during the vernalization period on inbred parental lines of white cabbage hybrids of different maturity groups. This article discusses an important element for the successful production of  $F_1$  hybrid seeds - the synchronicity of flowering of parental lines. The results of studying the effect of Kuban weather conditions on the flowering phase of parental components of 10 commercial  $F_1$  white cabbage hybrids bred by Federal Scientific Rice Centre for 5 years are presented. Temperature fluctuations in the autumn-winter period of the 2022-2023 season affected the asynchrony of flowering of parental components (12-18 days) for 5 commercial hybrids. It is noted that early maturing lines are most susceptible to the influence of unfavorable conditions during the vernalization period. The duration of the vernalization period from 81 to 97 days contributed to a uniform transition to the flowering phase of parental pairs in 2021, 2022 and 2025. The parental lines of the promising combination (Kor1×270-488)  $F_1$  and hybrids  $F_1$  Sudarynya,  $F_1$  Viktorina,  $F_1$  Kazachok,  $F_1$  Ataman demonstrated synchronicity in flowering and stability over the years.

**Key words:** white cabbage, seed production, synchronicity of flowering, vernalization, inbred lines.

### Введение

В семеноводстве капусты белокочанной гибридность семян обеспечивается способностью родительских компонентов к 100 %-му переопылению и отсутствием сибсовых растений. Использование во многих странах в качестве материнского компонента линии на основе ЦМС позволило исключить примесь материнских форм в партии семян [8, 10]. Однако вопрос достижения синхронности цветения родительскими линиями, от которой зависит урожайность семян, остается актуальным. Расхождение во времени цветения между материнским и отцовским растением обычно не должно превышать пяти дней [1]. Продолжительность цикла развития капусты белокочанной от семени до семени предопределяет множество факторов, ключевыми из которых являются возраст растения на момент яровизации, диапазон температурных условий, уровень освещенности и специфика генетической реакции. Начало фаз бутонизации и цветения варьирует в зависимости от группы спелости [4].

В ряде исследований отмечена закономерность: возраст растений на момент воздействия пониженных температур определяет эффективность перехода к развитию генеративных органов. Позднеспелые линии способны воспринимать пониженные температуры уже в ноябре, так как растения формируют к этому моменту более 20 листьев, у раннеспелых линий, в свою очередь, розетка образует 6-7 листьев. Зачастую процесс яровизации скороспелых линий затягивается, а цветение наступает позже [3].

Принято считать, что минимальная сумма яровизирующих температур для раннеспелых линий капусты – 300 °С, оптимум температурного режима от 0 до 10 °С и продолжительность его воздействия 60-65 суток [11, 12].

Для группы среднепоздних линий оптимальная сумма активных температур (2-6 °С) равна 500-600 °С, а диапазон воздействия 70-80 суток. Немаловажным является стабильность периода воздействия яровизирующих температур на растения. В более ранних исследованиях указано, что недельные колебания температур в течение суток от 4 до 15 °С снимают эффект яровизации, тогда как при 10 °С этого не наблюдается [4].

Переход от генеративной фазы к репродуктивному состоянию происходит в результате преодоления растением пяти этапов органогенеза. В совокупности влияние внешних факторов на растения провоцирует изменения в обмене веществ с последующей дифференциацией конуса нарастания и появлением видимых меристематических бугорков – бутонов и соцветий [7].

Доказано, что у позднеспелых генотипов дифференциация конуса нарастания и продолжительность каждой фазы проходит медленнее, а у раннеспелых – переход к генеративной фазе наступает уже

на 15<sup>-й</sup> день от начала яровизации, в то время как у среднепоздних на 30-40<sup>-й</sup> день. Это обуславливает необходимость в более длительном воздействии пониженными температурами на позднее линии. У позднеспелых линий капусты белокочанной яровизация лучше протекает в возрасте растений 55 дней при 2-6 °С, за счет чего бутонизация и цветение наступают раньше, чем у раннеспелых.

Изучая воздействие процесса яровизации на время начала цветения, В.А. Лудилов сформулировал ряд положений. Отмечено, что наиболее выраженный эффект яровизации наблюдается при температуре 5 °С. Полная деяровизация наступает при  $t=12...15$  °С, а показатель 10 °С является пороговым значением, также снижение от 10 до 5 °С, наоборот, активирует яровизацию. Понижение до 0 °С ослабляет данный процесс.

Благоприятные мягкие зимы южного региона позволяют успешно проходить растениям капусты белокочанной яровизацию для последующего перехода к цветению. Возможность выращивания семенников через штеклинги (розеточные растения) в весенних пленочных теплицах дает возможность растениям накопить достаточное количество питательных веществ и ассимиляционной поверхности для способности восприятия пониженных температур с последующей дифференциацией в конусе нарастания.

### Цель исследований

Изучить влияние среднесуточной температуры в период яровизации в течение пяти исследуемых сезонов на инбредные родительские линии коммерческих гибридов капусты белокочанной.

### Материалы и методы

Материал исследований – 9 инбредных линий среднепозднего и позднего сроков созревания, 8 раннеспелых инбредных линий белокочанной капусты. Испытания линий проводили в центральной зоне Краснодарского края в селекционной пленочной неотапливаемой теплице площадью 250 м<sup>2</sup> отдела овощеводства ФГБНУ «ФНЦ риса». Выращивание в севообороте, на капельном орошении. Инбредные линии выращены рассадным способом в кассетах №96. Работа проводилась в соответствии с методиками Литвинова С.С. и Доспехова Б.А. [2, 5]. Схема посадки растений (80+50)×40 см. Рассада линий в возрасте 40-45 дней. При понижении температуры наружного воздуха до -3(-4) °С растения укрывали нетканым материалом – агрилом. В течение вегетации проводили наблюдения за развитием растений, отмечали прохождение фенологических фаз: образование кочана, начало бутонизации, стрелкование, начало цветения и конец цветения.

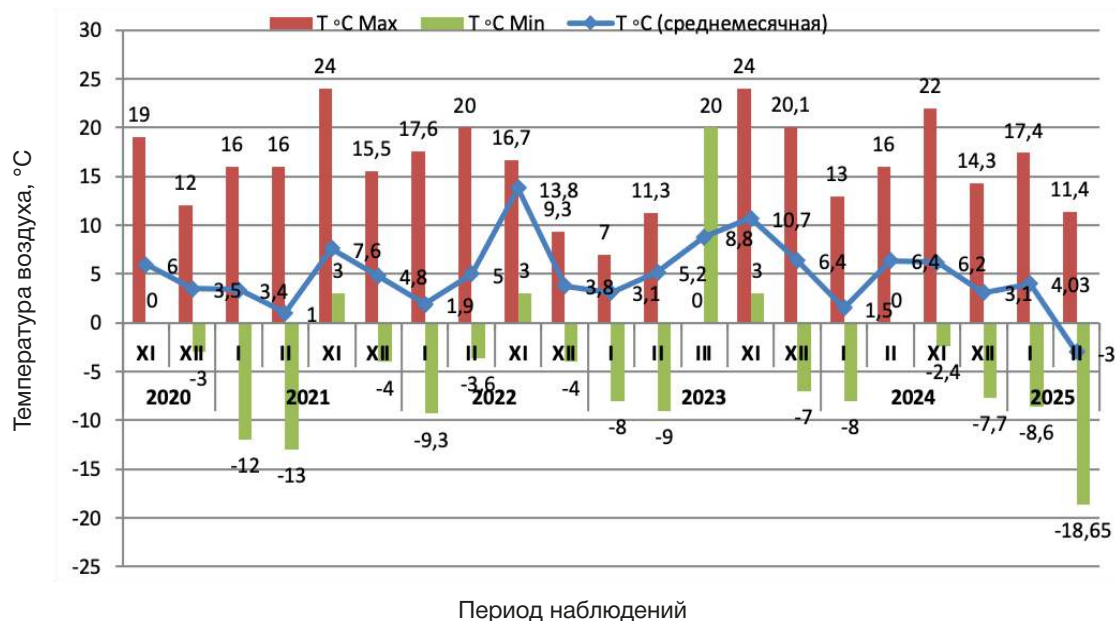
Ранее проведенные исследования на линиях разных сроков созревания показали, что в условиях пленочной теплицы на растения в разные периоды вегетации воздействуют стрессовые условия, в частности высокие перепады температур, которые приводят к

повреждению бутонов, сформировавшихся в нижней зоне соцветия, на центральном побеге и побегах 1<sup>-го</sup> порядка в верхнем ярусе семенников.

Реакция на стресс зависит от генотипа и фазы морфогенеза; на некоторых линиях отмечаются более сильные повреждения, такие как замирание центрального побега, опадение бутонов, отсутствие пыльцы и как следствие, плохая завязываемость стручков. Разница температур между условиями наружного воздуха и теплицы может составлять 2-3 градуса, и достигать до 5-8 °С в зависимости от условий внешней среды. В зимний период при пасмурной погоде температура в теплице на 3 градуса выше. При низких плюсовых температурах внешнего воздуха (+2...+3 °С) разница составляет 3-4 °С. В морозные солнечные дни при -1 °С на улице, в теплице при закрытых фрамугах и укрытии агрилом отмечается на 5 °С выше. В последние годы прослеживается значительное изменение климатических условий в виде отклонения температурных показателей от средне-

голетней нормы. Нередко наблюдаются аномальные плюсовые перепады температур в зимний период, достигающие до +17 ...+20 °С, что в свою очередь влияет на растения капусты деярвизирующе.

Переход к формированию генеративных органов у родительских линий коммерческих гибридов зависит от сложившихся погодных условий года. Благоприятные температуры для оптимального прохождения яровизации сезона 2020-2021 гг. установились с середины ноября и продолжились до января включительно. В зимние месяцы отмечались оттепели с повышением дневной температуры; так, в феврале кратковременное потепление в дневное время до 20 °С приостановило процесс яровизации (рис. 1). Однако синхронность цветения среднепоздней группы гибридов свидетельствует о достаточном количестве яровизирующих температур с ноября по январь. Минимальная разница в цветении раннеспелых линий (1-5 суток), говорит о возможном продлении периода яровизации в марте (табл. 1).



**Рисунок 1. Температурные показатели в период яровизации (ноябрь-март) капусты белокочанной, 2020–2025 гг.**

Противоположный эффект температур отражают результаты 2021–2022 гг., где воздействие низких положительных температур началось в декабре из-за затяжной осени. Значительные колебания ночных и дневных температур пришлось на февраль, где разница составила 10-17 °С в отдельные дни. Задержку в цветении по линиям (Тс139, Пи714, Ал3ф, Юби122) от 4 до 8 суток можно связать с приходом холодной весны, практически весь март температуры были приближены к яровизирующим. По ранним линиям цветение наблюдалось раньше обычного срока: очень раннее – Дт46, Сз15, Б26 – 4-7 апреля и было практически

одновременно с поздними линиями – Бс1 ф (7.04), Ал3ф (7.04), Тен211 (4.04), Агр82 (2.04). Максимальная асинхронность цветения родительских пар наблюдалась в сезон 2022–2023 гг. Температурные колебания воздуха в ноябре (-1–12 °С) и высокие положительные показатели по отдельным дням (до +20 °С) задержали наступление яровизации. Установление стабильных температур отмечалось в конце декабря – начале января (3,8-3,1 °С), соответственно. В начале февраля минусовые показатели температур приостанавливали процесс яровизации, потепление до 20 °С в дневное время воздействовало на растения деярвизирующе,



в результате чего продолжительность перехода растений к генеративному состоянию увеличилась (табл. 2).

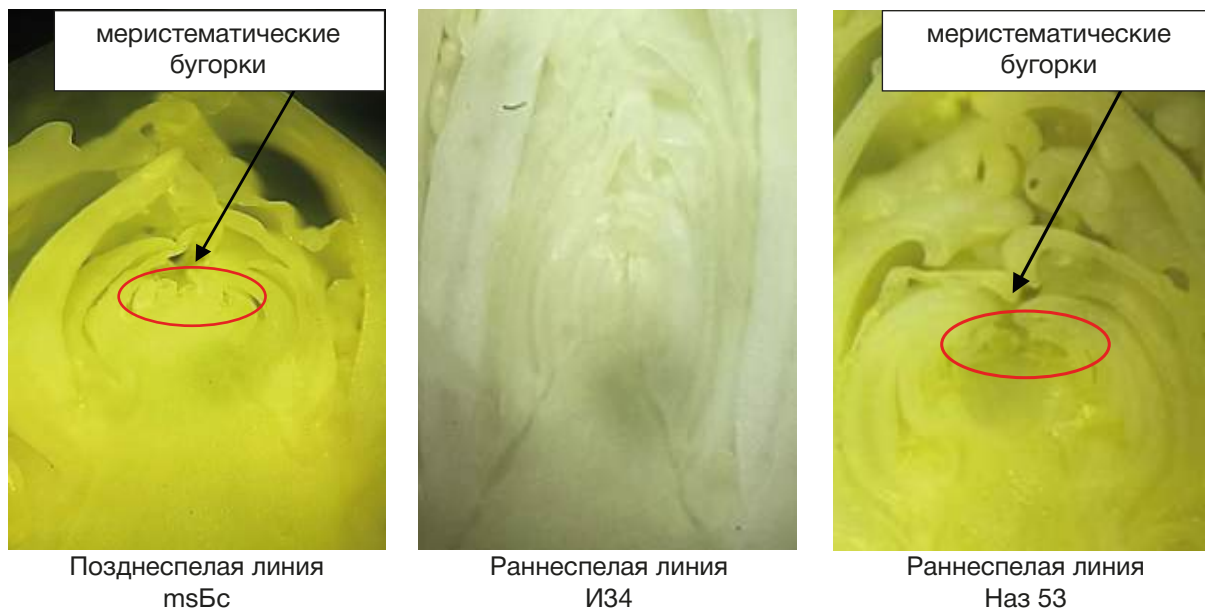
В марте установились положительные температуры, среднемесячные показатели составили 8,6 °С. Образование плотного кочана у линий Эдт77422, И34 задержало цветение и являлось результатом повышенных нестабильных температур в марте. Влияние условий 2023 года отразилось на задержке фазы цветения по гибриду Василиса на 15 суток, Рица – 14 суток, Милана – 16 суток, Казачок – 15 суток и Атаман – 9 суток.

В среднепоздней группе гибридов существенная

разница (15-18 сут.) прослеживается по линиям Пи714 и Ал3ф. По более поздним лежким линиям, напротив, отмечается синхронность в цветении родительских компонентов в конце марта - начале апреля.

Более сильная реакция на теплую весну выражена у раннеспелой линии И34 типа «стоунхэд» в виде формирования более плотного кочана. Более позднее цветение обусловлено устойчивостью к стрелкованию, как реакция на пониженные температуры в весенний период. В то время, как у линий msБс и Наз 53 во вторую декаду января прослеживается появление меристематических бугорков (рис. 2).

Яровизация в период 2023–2024 гг. началась в



**Рисунок 2. Морфологические изменения точки роста инбредных линий капусты белокочанной на момент перехода из вегетативного в генеративное состояние, январь 2023 г.**

первой декаде декабря, но отличалась нестабильностью. В зимние месяцы отмечалось повышение температуры днем, а именно до 20,1 °С в декабре, до 13 °С в январе и до 16 °С в феврале. В ночное время температурный порог составлял –7,4-8,0 °С в декабре и январе.

Надо отметить, что в 2024 году у длинностадийных линий начало цветения было во второй декаде апреля. Среднепоздние и поздние линии зацвели в третьей декаде марта и первой декаде апреля. Раннеспелые линии отличались дружным цветением в период с первой по вторую декады апреля.

В 2025 году зафиксирована минимальная разница по цветению по всем группам спелости. Уже начиная с ноября в течение 50 суток, температурные показатели были приближены к оптимальным (5–6 °С), а низкие температуры нивелировались в тепличных условиях и были в пределах допустимых значений. Кратковременное потепление в январе в дневное время до 15–17 °С в течение 4 дней, способство-

вало более активному росту растений и мощному развитию розеточных листьев. Резкая смена температур в феврале до минусовых показателей, вновь запустила процесс яровизации раннеспелых линий. В дневное время температуры в марте достигали высоких положительных показателей - до 22–29 °С в течение 12<sup>ти</sup> дней, что вызвало активный рост побегов, высвобождение цветоносов уже в начале марта и массовое цветение в конце месяца у поздних линий. У раннеспелых линий начало цветения выпало на начало апреля. Все линии вне зависимости от группы спелости зацвели с незначительной разницей по цветению, а поздние - одновременно.

Диаграмма отражает диапазон яровизирующих температур в осенне-зимний период начиная с ноября по февраль (рис. 3). Количество дней со среднесуточными показателями от 2 до 6 °С в первый и второй год (2020–2022 гг.) было примерно одинаковым – 81–84 суток.

Значительно сократилось количество дней с оп-



**Рисунок 3. Количество суток с оптимальными для яровизации температурными показателями в осенне-зимний период, 2020-2025 гг.**

тимальными яровизирующими температурами в 2023 и 2024 годах: до 69<sup>™</sup> и 62<sup>х</sup> суток, соответственно. В свою очередь, реакция генотипов выражалась в существенном отставании по срокам цветения.

Продолжительный период яровизации (97 суток) способствовал равномерному прохождению всех этапов органогенеза и переходу линий к синхронному цветению по всем группам спелости в 2024-2025 году.

Вступление в фазу цветения значительно варьировало по годам у линий с продолжительным периодом вегетации (табл. 1). Родительские компоненты

всех представленных гибридов переходили в фазу цветения одновременно, исключение составил 2023 год. Максимальная асинхронность по родительским линиям следующих гибридов: Грация, Викторина, Олимп, Орбита, составила 6-12 дней. Так, в течение пяти лет наилучшей стабильностью по синхронности цветения характеризовался гибрид Сударыня. Ежегодно начало цветения линий 270-488 и Тен211 устанавливалось в конце марта – первой декаде апреля, а максимальная разница составила 5 дней.

Такая же тенденция прослеживалась и по ранне-

**Таблица 1. Характеристика родительских линий среднеспелых и среднепоздних гибридов F<sub>1</sub> по срокам цветения, 2021-2025 гг.**

| Гибрид F <sub>1</sub> | Линии   | Даты начала цветения |         |         |         |         |
|-----------------------|---------|----------------------|---------|---------|---------|---------|
|                       |         | 2021 г.              | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | 2025 г. |
| Грация                | ms Бс   | 05.04                | 07.04   | 02.04   | 10.04   | 24.03   |
|                       | Тс139   | 05.04                | 11.04   | 06.04   | 29.03   | 24.03   |
| асинхронность, сут.   |         | 0                    | 4       | 4       | 12      | 0       |
| Олимп                 | ms Бс   | 05.04                | 07.04   | 02.04   | 10.04   | 24.03   |
|                       | Пи714   | 04.04                | 12.04   | 20.04   | 04.04   | 29.03   |
| асинхронность, сут.   |         | 1                    | 5       | 18      | 6       | 5       |
| Орбита                | 270-488 | 29.03                | 30.03   | 28.03   | 02.04   | 25.03   |
|                       | Ал3ф    | 29.03                | 07.04   | 12.04   | 03.04   | 25.03   |
| асинхронность, сут.   |         | 0                    | 8       | 15      | 1       | 0       |
|                       | 270-488 | 29.03                | 30.03   | 28.03   | 02.04   | 25.03   |
|                       | Кор 1   | 28.03                | 24.03   | 30.03   | 02.04   | 24.03   |
| асинхронность, сут.   |         | 0                    | 5       | 2       | 0       | 1       |
| Сударыня              | 270-488 | 29.03                | 30.03   | 28.03   | 02.04   | 25.03   |
|                       | Тен 211 | 30.03                | 04.04   | 29.03   | 29.03   | 26.03   |
| асинхронность, сут.   |         | 0                    | 5       | 0       | 4       | 0       |
| Викторина             | Юби 122 | 05.04                | 10.04   | 08.04   | 10.04   | 01.04   |
|                       | Агр 82  | 02.04                | 05.04   | 08.04   | 06.04   | 28.03   |
| асинхронность, сут.   |         | 3                    | 5       | 0       | 4       | 3       |

спелым линиям капусты (табл. 2). В 2021, 2022 и 2025 годах метеорологические факторы способствовали синхронному началу цветения у всех гибридных форм, при этом максимальное расхождение не превышало 4-5 суток независимо от года. Исключением стал 2023 год с неблагоприятными условиями, когда у трех коммерческих гибридов один из родительских компонентов зацвел в конце второй – начале третьей декады апреля. Неравномерность по срокам

цветения достигала более двух недель в результате позднего генеративного развития линий Эдт 77422 и Дт46.

Невзирая на отставание в развитии линии Дт46, выступающей в роли материнского компонента двух представленных гибридов, зафиксировано синхронное наступление фазы цветения с линией И34, относящейся к типу «стоунхэд» по гибриду Казачок F<sub>1</sub>.

Динамика начала цветения линий по годам позво-

**Таблица 2. Характеристика родительских линий скороспелых гибридов F<sub>1</sub> по срокам цветения, 2021-2025 гг.**

| Гибрид F <sub>1</sub> | Линии     | Даты начала цветения |         |         |         |         |
|-----------------------|-----------|----------------------|---------|---------|---------|---------|
|                       |           | 2021 г.              | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | 2025 г. |
| Василиса              | Ори11     | 13.04                | 9.04    | 5.04    | 2.04    | 5.04    |
|                       | Эдт 77422 | 12.04                | 13.04   | 17.04   | 10.04   | 2.04    |
| Асинхронность, сут.   |           | 1                    | 4       | 12      | 8       | 3       |
| Рица                  | ms Дт46   | 10.04                | 5.04    | 24.04   | 9.04    | 1.04    |
|                       | Сз15п     | 12.04                | 4.04    | 10.04   | 2.04    | 3.04    |
| Асинхронность, сут.   |           | 2                    | 1       | 14      | 7       | 2       |
| Милана                | Дт46      | 10.04                | 5.04    | 24.04   | 9.04    | 1.04    |
|                       | Наз53     | 6.04                 | 4.04    | 8.04    | 7.04    | 24.03   |
| Асинхронность, сут.   |           | 4                    | 1       | 16      | 2       | 3       |
| Казачок               | И34р      | 10.04                | 10.04   | 20.04   | 6.04    | 5.04    |
|                       | ms Дт46   | 5.04                 | 5.04    | 24.04   | 1.04    | 1.04    |
| Асинхронность, сут.   |           | 5                    | 1       | 4       | 5       | 4       |
| Млада                 | ms Мр378  | 12.04                | 15.04   | 15.04   | 10.04   | 3.04    |
|                       | Б26       | 7.04                 | 7.04    | 10.04   | 2.04    | 29.03   |
| Асинхронность, сут.   |           | 5                    | 8       | 5       | 8       | 5       |
| Атаман                | ms Мр378  | 12.04                | 15.04   | 15.04   | 10.04   | 3.04    |
|                       | И34р      | 10.04                | 10.04   | 20.04   | 6.04    | 5.04    |
| Асинхронность, сут.   |           | 2                    | 5       | 5       | 4       | 2       |

ляет выделить линии, наиболее стабильные к меняющимся погодным условиям. В группу раннецветущих можно отнести Наз 53 и Б26. Более позднее цветение по годам отмечается у линий Эдт77422, Мр378 и в отдельные годы (2021, 2023) у линий Сз15, Ори11.

С наименьшим разрывом по синхронности цветения выделились гибриды Млада и Атаман.

#### Выводы

Анализ влияния погодных условий на формирование генеративных органов родительских линий коммерческих гибридов выявил выраженную зависимость сроков цветения от температурных режимов в период яровизации. Осенне-зимние периоды 2022-2023 гг. и 2023-2024 гг. с нестабильными температурами и отклонениями от оптимальных значений

приводили к асинхронности цветения родительских пар и снижению эффективности гибридизации.

Несмотря на общую тенденцию влияния температур, отдельные линии продемонстрировали различную степень адаптивности к меняющимся условиям. Родительские формы среднепоздних гибридов Сударыня F<sub>1</sub>, Викторина F<sub>1</sub> и (Кор1 × 270-488) F<sub>1</sub> отличались стабильным и синхронным цветением в течение пяти лет исследований. В группе скороспелых образцов с минимальной разницей по цветению (до 5 суток) выделились Атаман и Казачок.

С целью повышения качества гибридов и исключения сибсов родительские линии 270-488, Ори11 и Юби122 селекционным путем переводятся на ЦМС.

**Литература**

1. Бунин, М.С. Производство гибридных семян овощных культур: Учебное пособие / М. С. Бунин, Г.Ф. Монахос, В.И. Терехова – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. – 182 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – 3-е изд., перераб. и доп.. – Москва: Издательство «Колос», 1973. – 336 с. – EDN ZJTYLB.
3. Зведенюк, А. П. Выращивание семян капусты белокочанной из розеточных растений / А. П. Зведенюк, В. И. Казаку // Овощи России. – 2013. – № 3(20). – С. 40-42. – EDN RBJTOJ.
4. Кружилин, А.С. Биология двулетних растений/А.С. Кружилин, З.М. Шведская – М.: Наука, 1966.-325 с.
5. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, 2011. – 650 с. – EDN VVLERZ.
6. Лудилов, В. А. Биологические аспекты совершенствования технологий семеноводства овощных культур / В. А. Лудилов // Гавриш. – 2006. – № 6. – С. 36-41. – EDN KVRFBZ.
7. Мисриева, Б. У. Биофенологические особенности семенников белокочанной капусты в Дагестане при беспересадочном способе выращивания / Б. У. Мисриева // Вестник Социально-педагогического института. – 2015. – № 3(15). – С. 14-20. – EDN WKTDNR.
8. Монахос, Г. Ф. Сочетаемость родительских линий позднеспелой капусты по семеноводческим признакам в беспересадочной культуре и способ ее регулирования / Г. Ф. Монахос, З. К. Курбанова // Гавриш. – 2008. – № 3. – С. 40-43. – EDN KUTGOZ.
9. Монахос, Г.Ф. Технология размножения самонесовместимых линий и беспересадочного семеноводства гибридов / Монахос, Г.Ф. Крючков, А.В. и др. – М., 2009 – 63 с.
10. Kang, H. Vernalization regulates flowering genes and modulates glucosinolates biosynthesis in chinese cabbage /H. Kang, A. Kim //Journal of Plant Biology. – 2022. – V. 65. – № 2. – P. 157-173.
11. Lee, S. G. Effects of vernalization, temperature, and soil drying periods on the growth and yield of Chinese cabbage/ S.G. Lee, O. Karaagac, H. Kar, M. Ozbakir Ozer //Horticultural Science and Technology. – 2015. – V. 33. – № 6. – P. 820-828.
12. Murat, D. Effect of different vernalization duration on seed yield in white head cabbage /D. Murat//International Horticultural Congress IHC2018: II International Symposium on Plant Breeding in Horticulture 1282. – 2018. –P. 83-90.

**References**

1. Bunin, M.S. Production of hybrid seeds of vegetable crops: Textbook /Bunin, M.S., Monakhos, G.F. Terekhova, V.I. - M. : Publishing house of the Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2011. - 182 p.
2. Dospikhov, B. A. Methodology of field experiment: with the Basics of Statistical Processing of Research Results / B. A. Dospikhov. – 3rd ed., revised and enlarged – Moscow: Kolos Publishing House, 1973. – 336 p. – EDN ZJTYLB.
3. Zvedenyuk, A. P. Growing white cabbage seeds from rosette plants / A. P. Zvedenyuk, V. I. Kazaku // Vegetables of Russia. - 2013. - № 3 (20). - P. 40-42. - EDN RBJTOJ.
4. Kruzhilin, A.S. Biology of Biennial Plants/ A.S. Kruzhilin, Z.M. Shvedskaya. – Moscow: Nauka, 1966.-325 p.
5. Litvinov, S. S. Methodology of field experiment in vegetable growing / S. S. Litvinov. - Moscow: All-Russian Research Institute of Vegetable Growing, 2011. - 650 p. - EDN VVLERZ.
6. Ludilov, V. A. Biological aspects of improving seed production technologies for vegetable crops / V. A. Ludilov // Gavrish. – 2006. – № 6. – P. 36-41. – EDN KVRFBZ.
7. Misrieva, B. U. Biophenological features of white cabbage seed plants in Dagestan with direct cultivation / B. U. Misrieva // Bulletin of the Social and Pedagogical Institute. – 2015. – № 3(15). – P. 14-20. – EDN WKTDNR.
8. Monakhos, G. F. Compatibility of parental lines of late-ripening cabbage by seed-growing traits in direct cultivation and the method of its regulation / G. F. Monakhos, Z. K. Kurbanova // Gavrish. – 2008. – № 3. – P. 40-43. – EDN KUTGOZ.
9. Monakhos, G.F. Technology of propagation of self-incompatible lines and direct seed production of hybrids / Monakhos, G.F. Kryuchkov, A.V. et al. - M., 2009 - 63 p.
10. Kang, H. Vernalization regulates flowering genes and modulates glucosinolates biosynthesis in chinese cabbage /H.Kang, A. Kim //Journal of Plant Biology. – 2022. – V. 65. – № 2. – P. 157-173.
11. Lee, S. G. Effects of vernalization, temperature, and soil drying periods on the growth and yield of Chinese cabbage/O. Karaagac, H. Kar, M. Ozbakir Ozer //Horticultural Science and Technology. – 2015. – V 33. – №. 6. – P. 820-828.
12. Murat, D. Effect of different vernalization duration on seed yield in white head cabbage /D. Murat//International Horticultural Congress IHC2018: II International Symposium on Plant Breeding in Horticulture 1282. – 2018. –P. 83-90.

**Нелли Владимировна Полякова**

Научный сотрудник  
отдела овощеводства  
E-mail: nellipolyakova2019@mail.ru

**Светлана Викторовна Королева**

Заведующая отделом овощеводства, ведущий  
научный сотрудник  
E-mail: agrotransfer@mail.ru

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

**Nelly V. Polyakova**

Researcher  
Vegeculture Growing Department  
E-mail: nellipolyakova2019@mail.ru

**Svetlana V. Koroleva**

Head of Vegeculture Growing Department,  
Leading Researcher  
E-mail: agrotransfer@mail.ru

All: FSBSI Federal Scientific Rice Centre  
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia  
E-mail: arrri\_kub@mail.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2025-68-3-14-22  
УДК 631.53.02:635.649

Шумилова Е. В.,  
Королёва С. В., канд. с.-х. наук  
г. Краснодар, Россия

### КОНТРОЛЬ СТЕРИЛЬНОСТИ ЦМС-ЛИНИИ ПЕРЦА СЛАДКОГО В КАМЕРЕ ИСКУССТВЕННОГО КЛИМАТА

С увеличением площадей возделывания перца сладкого (*Capsicum annuum* L.) на территории России возникла потребность в производстве достаточного объёма качественного семенного материала. Наиболее рентабельная стратегия ведения гибридного семеноводства перца сладкого – использование ЦМС-линий в качестве материнского компонента. Этот подход направлен на снижение расходов, связанных с ручными манипуляциями, и сохранение стандартной гибридности потомства (не менее 98 %). Однако существует проблема: некоторые ЦМС-линии, чувствительные к слабо контролируемым факторам внешней среды выращивания, могут дестабилизироваться по признаку «стерильность», что приводит к самоопылению линии в некоторые критические фазы и снижению гибридности поколения  $F_1$ . Интерес исследования состоит в определении критической для признака «стерильность-фертильность» ночной температуры и выявлении чувствительной к этому фактору фазы развития цветка на ЦМС-линии перца сладкого ms Тол 55. Таким образом, цель исследования – изучение влияния ночной температуры на проявление стерильности у нестабильной по этому признаку ЦМС-линии перца сладкого в камере искусственного климата. Согласно результатам исследования при ночной температуре менее 18 °С на ЦМС-линии в большей степени развиваются фертильные цветки, формируются плоды и завязываются семена от самоопыления; при ночной температуре более 18 °С в большей степени развиваются стерильные цветки, при этом в варианте не сформировалось ни одного плода. Данные опытов показали, что первая стадия развития цветка является чувствительной к значениям ночных температур.

**Ключевые слова:** перец сладкий, гибрид  $F_1$ , семеноводство, цитоплазматическая мужская стерильность, ЦМС-линия, температура, камера искусственного климата.

### STERILITY CONTROL OF CMS-LINE OF THE SWEET PEPPER IN AN ARTIFICIAL CLIMATE CHAMBER

With the increase in the cultivation area of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in Russia, a need to produce a sufficient amount of high-quality seed material has occurred. The most cost-effective strategy for conducting hybrid seed production of sweet pepper is the use of CMS-lines as a maternal component. This approach is aimed at reducing the costs associated with manual manipulation and maintaining the standard hybridity of the progeny (at least 98 %). However, there is a problem: some CMS-lines that are sensitive to poorly controlled factors of the growing environment can be destabilized by the «sterility» trait, which leads to self-pollination of the line and a decrease in hybridity of the  $F_1$  generation. The interest of the research is to determine the critical night temperature for the «sterility-fertility» trait and to identify the phase of flower development sensitive to this factor on the CMS-line of sweet pepper ms Tol 55. Thus, the aim of the study was to study the effect of night temperature on the manifestation of sterility in a sweet pepper CMS-line unstable in this feature in an artificial climate chamber. According to the results of the study: at night temperatures of less than 18 °C, fertile flowers develop to a greater extent on the CMS-line, fruits are also formed and seeds are set from self-pollination; at night temperatures of more than 18 °C, sterile flowers develop to a greater extent, while not a single fruit has formed in the variant. Experimental data have shown that the 1st stage of flower development is sensitive to night temperatures.

**Key words:** sweet pepper,  $F_1$  hybrid, seed production, cytoplasmic male sterility, CMS-line, temperature, artificial climate chamber.

#### Введение

Перец сладкий (*Capsicum annuum* L.), в силу своих качественных (питательная ценность, витаминный состав) и органолептических характеристик, экономической целесообразности возделывания товарных плодов гетерозисных гибридов  $F_1$ , привлекает внимание рынка, как следствие, расширяются площади возделывания, как в открытом, так и в защищенном грунте [5, 7, 10, 11, 16]. В связи с увеличением

площадей возделывания встает острая необходимость обеспечения производителя достаточным объемом качественных семян [6, 12, 14]. При этом стратегия ведения гибридного семеноводства должна быть экономически оправдана и рентабельна. Так, задействованные в гибридизации материнские линии с цитоплазматической мужской стерильностью позволяют исключить некоторые трудоёмкие манипуляции: кастрацию фертильных цветков, мар-

кироку, сортовые прополки [8, 13, 15]. Однако, селекционеры столкнулись с проблемой: ЦМС – не гарантия стопроцентной стерильности растения, так как существуют исторически сложившиеся генотипы («стерильность» Петерсона), чувствительные к слабо контролируемым факторам среды (в частности, ночные температуры в течение вегетации). К тому же, используемые в размножении ЦМС-линии закрепители стерильности при многократных скрещиваниях насыщают материнский компонент генами-модификаторами, которые обеспечивают частичное завязывание семян, в том числе у ЦМС-линий [4, 9, 19, 22]. Появление на ЦМС-линии фертильных цветков ведет к самоопылению и снижению гибридности потомства (стандартный показатель, согласно ГОСТу 32592–2013 – не менее 98,0 %) [2]. Таким образом, важно определить факторы, влияющие на проявление стерильности, и в связи с этим, внести корректировку в общую стратегию работы с такими линиями, которые являются частью селекционных программ ценных по хозяйственным признакам гибридов. Известно, что главный абиотический фактор, включающий работу генов – модификаторов, – пониженная ночная температура: менее 15–17 °С [21, 22]. А восприимчивы к изменчивым повышенным (более 30 °С) и пониженным температурам 1–2<sup>-я</sup> фазы развития цветка, которые коррелируют с фазами развития микроспор (премейотическая и различные фазы мейоза) [18]. Интерес представляет чувствительность первой стадии развития цветка, в тот период, когда функционально тапетум обеспечивает питание и доставку спорополленина, который участвует в образовании экзины пыльцы после растворения тетрад. Важно отметить, что мужская стерильность на функциональном уровне ассоциирована с неисправностью тапетума [1, 17]. Следовательно, встает вопрос о возможности за счет генетически обусловленной мужской стерильности и контроля внешних условий (в частности, ночной температуры) стабилизировать стерильность у подверженных влиянию температуры ЦМС-линий.

#### **Цель исследований**

Изучить влияние ночной температуры на проявление стерильности у нестабильной по этому признаку ЦМС – линии перца сладкого в камере искусственного климата.

#### **Материалы и методы**

Опыт проводили в 2024, 2025 гг. на базе отдела овощеводства и лаборатории биотехнологий и молекулярной биологии ФГБНУ «ФНЦ риса» в условиях камеры искусственного климата с разделением исследуемого материала на два варианта опыта: 1 – ночная температура менее 18 °С, 2 – ночная температура более 18 °С.

Семена исследуемого материала перца сладкого (ms Тол 55) предварительно замачивали в 1% растворе перманганата калия и прогревали при тем-

пературе 40 °С в течение 3 часов. Обработанные таким образом семена оставляли при температуре 22–24 °С до момента наклевывания единичных семян. Посев проклюнувшихся семян проводили 13.11.2024 в кассеты № 64 (в качестве субстрата использовался торфяной универсальный грунт Агробалт) с помещением в камеру искусственного климата (до момента начала опытов были установлены единые температурные условия: день/ночь – 25/17 °С). Проводили фиксацию единичных – 18.11, и массовых – 19.11, всходов. С появлением у растений 1–2 настоящих листьев, проводили подкормку Тетрафлексом каждые 4–5 дней из расчета 30 г препарата на 10 л воды. Пересадку растений в горшки объемом 5 л осуществляли в фазу 4–5 листьев. В качестве субстрата использовали универсальный торфяной грунт Агробалт с добавлением гранулированного органического удобрения «Конский перегной». После пересадки растений горшки расставляли согласно вариантам опыта по 10 растений в каждом. В опыте использовали ЦМС-линию ms S6 в качестве стандарта стабильной стерильности.

В первом варианте опыта массовая бутонизация отмечена 08.01, массовое цветение – 10.01; во втором варианте опыта: массовая бутонизация – 09.01, массовое цветение – 12.01. Цветки с нулевого порядка семенного куста удаляли. В период вегетации линии проводилась двукратная листовая подкормка препаратом Спарк-Вирид из расчета 60 мл препарата на 10 л воды. Пятнадцатого января в камеру искусственного климата, которая предназначалась для обеспечения температурных условий второго варианта опытов, установлен кварцевый обогреватель для поддержания необходимой в опыте ночной температуры (более 18 °С).

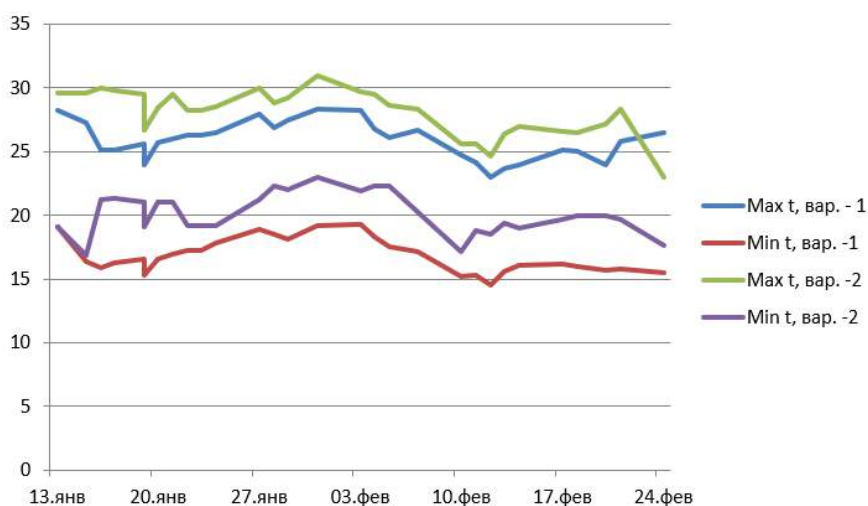
В опыте проводили следующие наблюдения и анализы: фиксация ночной и дневной температуры проводилась ежедневно; измерение длины бутонов по порядкам ветвления с фиксацией стадии развития бутона; визуальная оценка стерильности и фертильности цветков по порядкам ветвления; микроскопический анализ стерильных и фертильных цветков. Подготовка к микроскопическому анализу проводилась следующим образом: за сутки до манипуляции брали исследуемый материал, зафиксировав порядок ветвления и стадию развития цветка. Изъятый материал помещали в холодильную камеру на сутки, температура содержания – 4–6 °С. Микроскопический анализ проводили согласно рекомендациям: методами йодного и ацитокарминового окрашивания при помощи микроскопа [1]. В поле зрения микроскопа фиксировали количество пыльцы, определяли цвет, форму и выполненность окрашенного материала. Таким образом выявляли факт стерильности или фертильности исследуемой пыльцы. По мере образования и созревания плодов подсчитывали количество завязавшихся

семян. Отбор материала и микроскопический анализ осуществлялся до шестого порядка ветвления ЦМС-линии. В ходе опыта и анализа сформировавшихся плодов и семян некоторые растения были пересажены в весеннюю пленочную теплицу (22.04) для дальнейшего наблюдения.

### Результаты и обсуждение

Чувствительность некоторых ЦМС-линий к пониженным ночным температурам (менее 18 °С) приводит к нестабильному проявлению стерильности в течение вегетации, как по порядкам ветвления, так и в пределах одного порядка. Дестабилизация стерильности является причиной появления фертильных цветков, частичного или полного самоопы-

ления материнского компонента и, как следствие, снижению гибридности потомства. Важно понимать, что инициация и развитие одиночных цветков перца сладкого на ярусе происходит не одновременно. В связи с этим, в зависимости от разных ночных температур, влияющих на конкретный цветок (1-я фаза развития), в процессе цветения всего порядка, происходит дифференциация яруса по качеству стерильности. Подобная динамика проявления стерильности и фертильности наблюдалась в двух вариантах опыта, если установленная температура выходила за пределы допустимого для конкретного варианта (рис. 1).



**Рис. 1. Максимальные и минимальные температурные условия выращивания линии ms Тол 55 в камере искусственного климата по вариантам опыта, 2025 год**

Температурные условия в 1-м варианте опыта можно охарактеризовать так: средняя максимальная температура – 25,9 °С (диапазон максимальной температуры: 23,0–28,3 °С); средняя минимальная (ночная) температура – 16,8 °С (диапазон ночной температуры: 14,5–19,2 °С).

Характер температурных условий во 2-м варианте опыта: средняя максимальная температура – 28,1 °С (диапазон максимальной температуры: 23,0–31,0 °С), средняя минимальная (ночная) температура – 20,1 °С (диапазон ночной температуры: 16,9–22,3 °С).

Таким образом, как в 1-м, так и во 2-м вариантах, в отдельные периоды отмечались небольшие отклонения минимальных ночных температур от критической (18 °С), влияющей на стабильность стерильности. Надо полагать, это внесет некоторые погрешности в полученные результаты.

Динамика развития бутонов по вариантам опыта представлена в таблицах 1 и 2. Фиксация длины бутонов проводилась со второго порядка ветвления. Показатель учитывался как основополагающий в определении ассоциированной с развитием цветка стадии микроспорогенеза, чувствительной к температурным условиям.

**Таблица 1. Стадии развития бутонов по датам на линии ms Тол 55 (первый вариант опыта), 2025 год**

| Порядок ветвления | Даты измерения бутонов и размеры в мм |       |       |       |       |       |
|-------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 17.01                                 | 24.01 | 31.01 | 07.02 | 14.02 | 21.02 |
| 2                 | 1-2                                   | 2-3   | 3-5   |       |       |       |
| 3                 | 1                                     | 2     | 3-4   |       |       |       |
| 4                 |                                       | 1-2   | 2-4   | 5     |       |       |
| 5                 |                                       | 1     | 1-2   | 2-3   |       |       |
| 6                 |                                       |       |       | 1-2   | 2-4   |       |



Таблица 2. Стадии развития бутонов по датам на линии ms Тол 55 (второй вариант опыта), 2025 год

| Порядок ветвления | Даты измерения бутонов и размеры в мм |       |       |       |       |       |
|-------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 17.01                                 | 24.01 | 31.01 | 07.02 | 14.02 | 21.02 |
| 2                 | 1-3                                   | 2-5   | 2-4   |       |       |       |
| 3                 | 2                                     | 1-2   | 3-4   |       |       |       |
| 4                 |                                       | 1-2   | 2-3   | 4-5   |       |       |
| 5                 |                                       |       | 1     | 2-3   | 3-4   |       |
| 6                 |                                       |       |       | 1-3   | 2-3   | 4     |

В двух вариантах опыта происходило практически синхронное развитие бутонов и наступление 1-й фазы развития: 2-й порядок – 17.01, 3-й порядок – 17.01-24.01, 4-й порядок – 24.01, 5-й порядок – 24.01-31.01, 6-й порядок – 07.02. Некоторые различия могут быть связаны с установленными температурными режимами по вариантам и с завязыванием плодов на растениях, относящихся к 1-му варианту опыта. На определенном порядке ветвления в одно и то же

время отмечалось несколько фаз развития цветка, что приводило к неоднозначному воздействию температур на цветки одного порядка.

В таблицах 3 представлены данные о датах цветения и числе дней до цветения по порядкам ветвления на линии ms Тол 55; число дней до цветения учитывалось с момента фиксации 1-2-й фаз развития бутонов.

Таблица 3. Даты цветения и число дней до цветения по порядкам ветвления на линии ms Тол 55 по вариантам опыта, 2025 год

| Порядок ветвления | Даты цветения |                    | Число дней до цветения |             |
|-------------------|---------------|--------------------|------------------------|-------------|
|                   | 1-й вариант   | 2-й вариант        | 1-й вариант            | 2-й вариант |
| 2                 | 29-31.01      | 28.01-04.02        | 12-14                  | 11-18       |
| 3                 | 31.01-05.02   | 31.01-04.02        | 14-20                  | 11-13       |
| 4                 | 07.02-11.02   | 04.02-07.02(18.02) | 14-18                  | 11-14       |
| 5                 | 14.02-20.02   | 11.02-18.02        | 20                     | 11-18       |
| 6                 | 21.02         | 18.02-21.02        | 14                     | 11-14       |

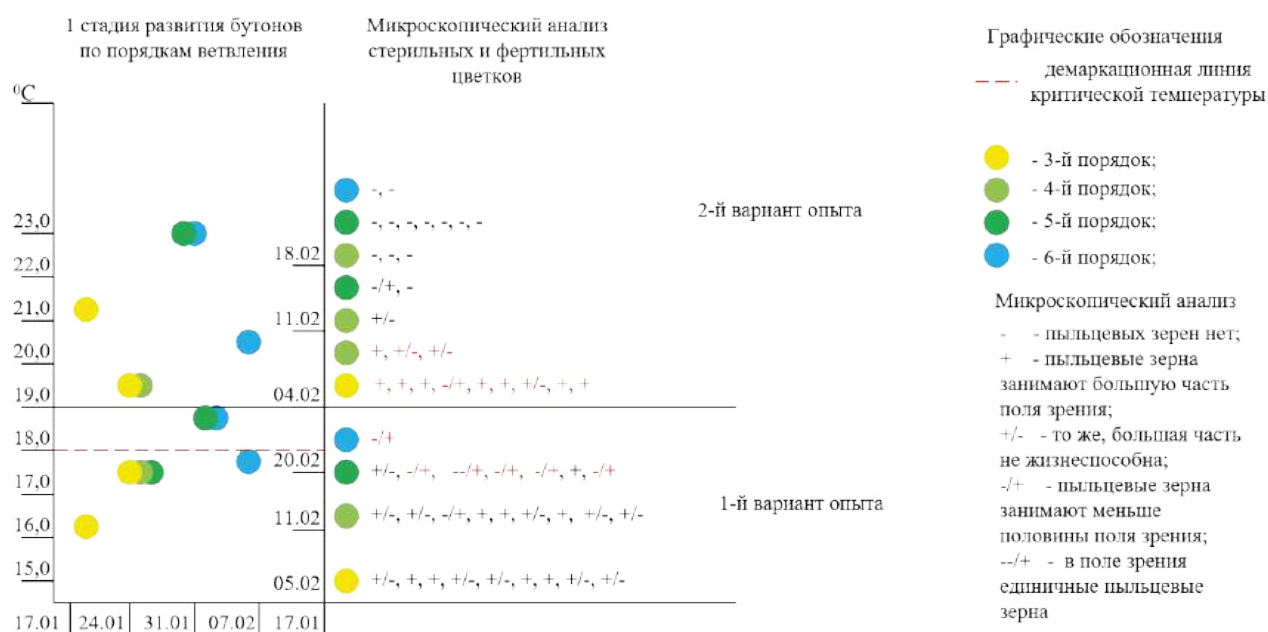
Из данных таблицы 3 видно, что температурный режим не повлиял на динамику развития бутонов, но оказал некоторое влияние на скорость формирования цветка и число дней до цветения. Так, разница в числе дней до цветения составила от 1<sup>го</sup> до 4<sup>х</sup> дней. В первом варианте опыта цветение на четвертом порядке детектировалось через 14-18 дней после фиксации 1-2-й фаз развития бутонов. Во втором варианте опыта – через 11-14 дней, что на 3-4 дня меньше. Цветение на пятом порядке первого варианта опыта наступило через 20 дней, тем временем как, цветки пятого порядка во втором варианте опыта зацвели через 11-18 дней. Некоторые различия в числе дней до цветения, вероятно, связаны с температурными условиями опыта: оптимальная ночная температура, обеспечивающая наибольший рост в период вегетации перца сладкого, составляет 18-20 °С, между тем, ночные температуры 1<sup>го</sup> варианта опыта находились в диапазоне от 14,5 до 19,2 °С.

Используя материалы из выше изложенных наблюдений, составлен график (рис. 2), на котором

представлены данные о датах и температурных условиях (указана ночная температура) 1-й фазы развития цветка, а так же микроскопический анализ цветков на предмет их стерильности и фертильности.

Первый этап наблюдений заключался в определении дат наступления 1-й фазы развития цветков по порядкам ветвления при определенном температурном режиме. Первый и второй порядки ветвления не учитывались, так как развитие 1-й фазы цветков на этих порядках предшествовало установлению экспериментальных температур.

Так, в 1-м варианте опыта отмечены следующие температурные условия развития 1-й фазы по порядкам: 3-й порядок – 16,3-17,6 °С, 4-й порядок – 17,6-19,2 °С, 5-й порядок – 17,6-18,9 °С, 6-й порядок – 17,9-18,9 °С. Отклонение ночных температур от запланированных в варианте повлияло на развитие некоторых цветков на 5-м и 6-м порядках ветвления, что обусловило проявление частичной стерильности в этих условиях (на рис. 1 текст выделен красным).



**Рисунок 2. Температурный режим и даты 1<sup>й</sup> фазы развития цветков, микроскопический анализ цветков по порядкам ветвления на линии ms Тол 55, 2025 год**

Во 2<sup>-м</sup> варианте опыта следует отметить следующие условия развития 1 фазы по порядкам: 3<sup>-й</sup> порядок – 19,3-21,3 °С, 4<sup>-й</sup> порядок – 19,3 °С, 5<sup>-й</sup> порядок – 23,0 °С, 6<sup>-й</sup> порядок – 20,3-23,0 °С. Фертильность некоторых цветков на 3<sup>-м</sup> и 4<sup>-м</sup> порядках, вероятно, обусловлена температурой менее 18 °С в период до создания соответствующих варианту условий (14-15.01, при ночной температуре менее 17 °С).

Необходимо обратить внимание на то, что стерильные линии, в принципе, образуют отличную от фертильных линий по количеству и качеству пыльцу, что отражается как в результатах микроскопического анализа стерильных линий, так и в характере завязывания плодов и семян на таких линиях, что будет отмечено в дальнейшем обсуждении опыта.

Проведенный микроскопический анализ показал, что в 1<sup>-м</sup> варианте опыта цветки с 3<sup>-го</sup> порядка в основном были фертильными, лишь пыльники некоторых образовывали нестандартную пыльцу (деформированную, слипшуюся и так далее); на 4<sup>-м</sup> порядке образовывались цветки как с фертильной, так и с большим количеством нестандартной пыльцы. Стерильных цветков на упоминаемых порядках не было. На 5<sup>-ом</sup> порядке образовались цветки, как с большим количеством нестандартной пыльцы, так и без неё, что, вероятно, обусловлено влиянием температуры более 18 °С (31.01) на ранних стадиях развития цветков на этом ярусе. Цветки с 6<sup>-го</sup> порядка не подвергались микроскопическому анализу, однако, непосредственный визуальный их анализ показал: 1<sup>-я</sup> фаза развития которых пришлась на 31.01 (18,9 °С), не образовали пыльцу, а пыльники были темно-фиолетового цвета и щуплые; при этом,

цветки, 1<sup>-я</sup> фаза развития которых пришлась на 07.02 (17,9 °С), пыльцу образовали.

Во втором варианте опыта цветки с 3<sup>-го</sup> порядка имели разнокачественный состав: некоторое количество цветков были фертильными, однако большая часть исследуемого материала имела единично визуализируемую, в основном нестандартную пыльцу. На образование фертильных цветков повлияли установленные температуры соответствующего режима (менее 18 °С). На 4<sup>-м</sup>, 5<sup>-м</sup> и 6<sup>-м</sup> порядках микроскопический анализ показал отсутствие пыльцевых зерен в пыльниках исследуемых растений.

Данные о количестве образовавшихся плодов и завязавшихся семян на линии ms Тол 55 представлены в таблице 5. Примечательно, что в условиях второго варианта опыта не образовалось ни одного плода, что, вероятно, связано с высокими дневными температурами и реакцией ЦМС-линии на такие «стрессовые» условия.

Условия первого варианта опытов позволили растениям линии на некоторых порядках завязать плоды. Так, на 8<sup>-ми</sup> из 9<sup>-ти</sup> участвующих в опыте растениях образовалось от 1<sup>-го</sup> до 4<sup>-х</sup> плодов. Образование плодов наблюдалось на 1<sup>-м</sup>, 2<sup>-м</sup>, 3<sup>-м</sup> и 4<sup>-м</sup> порядках. Внутри варианта выделялись генотипы по количеству завязавшихся плодов и семян. Образовывались плоды как с незначительным количеством семян: 2 штуки, – такие плоды считались стерильными; так и плоды, в которых сформировалось до 10<sup>-ти</sup> штук семян. Они считались «потенциально» стерильными. Плоды, которые завязали более 10<sup>-ти</sup> семян, учитывались как фертильные. В результате анализа отобрано одно растение (№ Т-1) с 1<sup>-го</sup> варианта опыта, также одно

Таблица 5. Учет обсемененности плодов на линии ms Тол 55 (первый вариант), 2025 год

| № растения | Порядок ветвления | Количество семян на плод, шт. | Характер стерильности (S – стерильность, F – фертильности, F <sub>м</sub> – мало семян) |
|------------|-------------------|-------------------------------|---|
| T-1        | 4                 | До 10                         | F <sub>м</sub>  |
| T-2        | 3                 | около 30                      | F   |
|            | 4                 | до 10                         | F <sub>м</sub>  |
| T-3        | 2                 | до 10                         | F <sub>м</sub>  |
|            | 3                 | много                         | F   |
| T-4        | 2                 | 2                             | S   |
|            |                   | много                         | F   |
|            | 3                 | много                         | F   |
|            |                   | много                         | F   |
|            | 4                 | много                         | F   |
|            |                   | до 10                         | F <sub>м</sub>  |
| T-5        | 3                 | более 30                      | F   |
|            |                   | 50                            | F   |
|            | 4                 | много                         | F   |
| T-6        | 3                 | до 10                         | F <sub>м</sub>  |
|            |                   | много                         | F   |
|            | 4                 | 2                             | S   |
|            |                   | до 30                         | F   |
|            |                   | много                         | F   |
| T-7        | 3                 | до 30                         | F   |
|            |                   | до 30                         | F   |
|            | 4                 | много                         | F   |
| T-8        | 1                 | более 30                      | F   |
|            | 3                 | более 30                      | F   |
|            |                   | много                         | F   |
|            | 4                 | до 20                         | F   |
|            |                   | до 10                         | F <sub>м</sub>  |

растение со 2<sup>-го</sup> варианта опыта. Образцы пересажены в весеннюю пленочную теплицу для наблюдения.

В последующем (6.06 и 30.06) на отобранных растениях проверяли факт завязывания плодов и семян в них. Так, на растении № T-1 (06.06) из 10<sup>-ти</sup> образовавшихся плодов 10 оказались бессемянными; наблюдения 30.06 показали, что из 19<sup>-ти</sup> образовавшихся плодов один отмечен как «фертильный – F». На растении, отобранном со 2<sup>-го</sup> варианта опыта, 06.06 зафиксировали 9 стерильных плодов, 30.06 – два фер-

тильных, два «потенциально» стерильных и двадцать один стерильный.

Интерес представляет «обратная» реакция отобранных образцов на ночные температуры: так, 1<sup>-я</sup> фаза развития бутонов анализируемых плодов проходила при неблагоприятных ночных температурах (диапазон от 9 до 13,9 °С), однако большая часть сформированных плодов отнесена к категории «стерильные», что, возможно, связано с возрастом растения.

**Выводы**

В опыте, проведенном в камере искусственного климата, выявилась тенденция влияния температурного режима на проявление стерильности цветков у линии с цитоплазматической мужской стерильностью. В частности, влияние оказывают ночные температуры в течение вегетации материнского компонента. Так, ночная температура менее 18 °С является причиной появления фертильных цветков, завязывания плодов и семян на ЦМС-линии, причем, выде-

ляются растения, в плодах которых завязалось небольшое количество семян (от 2<sup>х</sup> до 10<sup>тм</sup>). Напротив, ночная температура более 18 °С увеличивает количество стерильных цветков на порядках ветвления, при этом, в данном варианте опыта не образовалось ни одного плода на исследуемой линии. Настоящее исследование представляет интерес в связи с разработкой семеноводческой стратегии на основе таких линий и включения их в схемы скрещиваний.

**Литература**

1. Бунин, М. И. Методические рекомендации по определению жизнеспособности пыльцы рода *Capsicum annuum* L. / М. И. Бунин, Н. А. Шмыкова // М. – 2004. – С. 32.
2. ГОСТ 32592-2013 «Межгосударственный стандарт. Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортные и посевные качества. Общие технические условия»: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fsvps.gov.ru/files/gost325922013mezhgosudarstvennyj-standart>. Дата обращения (21.11.2024).
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). – 5 изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Иванов, М. К. Цитоплазматическая мужская стерильность и восстановление фертильности у высших растений / М. К. Иванов, Г. М. Дышмиц // Генетика. – 2007. – Том 43. – № 4. – С. 451-468.
5. Капустина, Р. Н. Перспективные гибриды сладкого перца для юга России / Р. Н. Капустина, А. А. Волков // Вестник овощевода. – Крымск, 2010. – № 2. – С. 3-8.
6. Клименко, Н. Н. Семеноводство овощных культур: дальнейший регресс или развитие? / Н. Н. Клименко // Картофель и овощи. – 2022. – № 1. – С. 4-9.
7. Королев С. В. О секретах успешной политики импортозамещения в сельском хозяйстве / С. В. Королёва // Гавриш. – 2017. – № 1. – С. 4-6.
8. Королева, С. В. Изучение посевных и сортовых качеств гибридных семян, полученных на различных порядках ветвления растения материнской цмс-линии перца сладкого / С. В. Королева, Е. В. Шумилова // Рисоводство – 2025. – Том 24. – С. 58-66.
9. Королева, С. В. К вопросу создания стерильных линий сладкого перца при селекции на гетерозис / С. В. Королева, Н. В. Полякова, О. Г. Пистун / Овощи России. – 2020. – № 5. – С. 38-42.
10. Королёва, С. В. Испытание гибридов перца сладкого на основе мужской стерильности в весенних пленочных теплицах / С. В. Королёва, О. Г. Пистун, Н. В. Полякова // Рисоводство. – Краснодар, 2022. – № 1 (54). – С. 46-52.
11. Литвинов, С.С. Эффективность овощеводства России (анализ, стратегия, прогноз) / С.С. Литвинов, М.В. Шатилов // М.: ФГБНУ ВНИИО. – 2015. – С. 140.
12. Монахос, Г.Ф. Селекция и первичное семеноводство: состояние и перспективы / Г. Ф. Монахос // Картофель и овощи. – 2017. – № 3. – С. 10-16.
13. Монахос, Г.Ф. Особенности использования мужской стерильности в селекции F<sub>1</sub> гибридов перца сладкого / Г.Ф. Монахос, С.В. Королева, А.А. Авдеева // Картофель и овощи – 2016. – № 4. – С. 35-37.
14. Сирота, С. М. Законодательное обеспечение семеноводства овощных культур в Российской Федерации (по материал парламентских слушаний 11 июля 2017 года) / С. В. Сирота // Овощи России. – № 4 (37). – 2017. – С. 13-15.
15. Юрченко, С. А., Королева С. В. Экономическая эффективность семеноводства гибридов F<sub>1</sub> сладкого перца, созданных на основе ядерно-цитоплазматической мужской стерильности. Международный саммит молодых ученых. Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства. – 2016. – С. 252-256.
16. Buczkowska, H. Comparison of qualitative traits, biological value, chemical compounds of sweet pepper fruit / H. Buczkowska, Z. Michajow // J. Elem. – 2012. – № 1. – P. 367-377.
17. Dhaliwal, M. S. Induction and exploitation of nuclear and cytoplasmic male sterility in pepper (*Capsicum* spp.): a review / M. S. Dhaliwal, S. K. Jindal // The journal of Horticultural science and biotechnology. – 2014. – V. 89. – P. 471-479.
18. Erickson, A. N. Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature / A. N. Erickson, A. H. Markhart // Plant, Cell and Environment. – 2002. – № 25. – P. 121-130.
19. Jindal, S. K. Molecular advancement in male sterility systems of *Capsicum*: a review // S. K. Jindal, M. S.

Dhaliwal, O. P. Meena // Plant Breeding. – 2019. – № 139 (1). – P. 42-64.

20. Mbandlwa, N. P. et al. Stomatal conductance, leaf chlorophyll content, growth, and yield of sweet pepper in response to plant growth regulators / N. P. Mbandlwa, H. Fotouo-M, M. M. Maboko, D. Sivakumar // International Journal of Vegetable Science. – 2020. – V. 26. – № 2. – P. 116-126.

21. Meena, O. P. et al. Development of cytoplasmic male sterile lines in chilli (*Capsicum annuum* L.) and their evaluation across multiple environments / O. P. Meena, M. S. Dhaliwal, S. K. Jindal // Breeding Science. – 2018. – № 68. – P. 404-412.

22. Wang, L. QTL analysis of fertility restoration in cytoplasmic male sterile / L. Wang, B. Zhang, V. Lefebvre, S. Huang, A. Daubèze, A. Palloix // Theoretical and Applied Genetics. – 2004. – № 109 (5). – P. 1058-1063.

### References

1. Bunin, M. I. Guidelines for determining the viability of pollen of *Capsicum annuum* L./ M. I. Bunin, N. A. Shmirkova // M. – 2004. – P. 32.

2. GOST 32592-2013 «Interstate standard. Seeds of vegetable, melon crops, fodder root crops and fodder cabbage. Varietal and sowing qualities. General technical conditions»: [Electronic resource]. Access mode: <https://fsvps.gov.ru/files/gost325922013mezhgosudarstvennyj-standart>. Date of request (11/21/2024).

3. Dospel'kov, B. A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., revised and enlarged – Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.

4. Ivanov, M. K. Cytoplasmic male sterility and restoration of fertility in higher plants/ M. K. Ivanov, G. M. Dyshmits // Genetics. – 2007. – Volume 43. – № 4. – P. 451-468.

5. Kapustina, R.N. Promising sweet pepper hybrids for the south of Russia / R.N. Kapustina, A. A. Volkov // Bulletin of the vegetable grower. – Krymsk, 2010. – № 2. – P. 3-8.

6. Klimenko, N. N. Seed production of vegetable crops: further regression or development?/ N. N. Klimenko // Potatoes and vegetables. – 2022. – № 1. – P. 4-8.

7. Koroleva, S. V. On the secrets of a successful policy of import substitution in agriculture/ S. V. Koroleva// Gavrish. – 2017. – № 1. – P. 4-6.

8. Koroleva, S. V. Study of sowing and varietal qualities of hybrid seeds obtained at various branching orders of the plant of the maternal CMS line of sweet pepper / S. V. Koroleva, E. V. Shumilova // Rice production. – 2025.– V. 24. – P. 58-66.

9. Koroleva, S. V. On the issue of developing sterile lines of sweet pepper in heterosis breeding/ S. V. Koroleva, N. V. Polyakova, O. G. Pistun / Vegetables of Russia. – 2020. – № 5. – P. 38-42.

10. Koroleva, S. V. Testing of sweet pepper hybrids based on male sterility in spring film greenhouses / S. V. Koroleva, O. G. Pistun, N. V. Polyakova // Rice growing. – Krasnodar, 2022. – № 1 (54). – P. 46-52.

11. Litvinov, S.S. The effectiveness of Russia's governance (analysis, strategy, progress) / S.S. Litvinov, M.V. Shatilov // Moscow: VNIIEF publishing house. – 2015. – P. 140.

12. Monakhos, G.F. Breeding and primary seed production: state and prospects / G. F. Monakhos // Potatoes and vegetables. – 2017. – № 3. – P. 10-16.

13. Monakhos, G.F., Features of the use of male sterility in the breeding  $F_1$  sweet pepper hybrids/ G.F. Monakhos, S.V. Koroleva, A.A. Avdeeva // Potatoes and vegetables – 2016. – № 4. – P. 35-37.

14. Sirota, S. M. Legislative support for vegetable seed production in the Russian Federation (based on the parliamentary hearings on July 11, 2017)/ S. V. Sirota// Vegetables of Russia. – № 4 (37). – 2017. – P. 13-15.

15. Yurchenko, S. A., Koroleva S. V. Economic efficiency of seed production of  $F_1$  sweet pepper hybrids based on nuclear cytoplasmic male sterility. International Summit of Young Scientists. Modern solutions in the development of agricultural science and production. (26-30).06.2016. – 2016. – P. 252-256.

16. Buchkowska, H. Comparison of qualitative characteristics, biological value, chemical compounds of sweet pepper fruits / H. Buchkowska, Z. Mihailova // J. Elem. – 2012. – № 1. – P. 367-377.

17. Dhaliwal, M. S. Induction and exploitation of nuclear and cytoplasmic male sterility in pepper (*Capsicum* spp.): a review /M. S. Dhaliwal, S. K. Jindal // The journal of Horticultural science and biotechnology. – 2014. – V. 89. – P. 471-479.

18. Erickson, A. N. Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature / A. N. Erickson, A. H. Markhart // Plant, Cell and Environment. – 2002. – № 25. – P. 121-130

19. Jindal, S. K. Molecular improvements in systems for ensuring male sterility of capsicum: a review // S. K. Jindal, M. S. Daliwal, O. P. Mina // Plant breeding. – 2019. – № 139 (1). – P. 42-64.

20. Mbandlwa, N. P. et al. Stomatal conductivity, chlorophyll content in leaves, growth and yield of sweet peppers depending on the use of plant growth regulators / N. P. Mbandlwa, H. Fotouh-M, M. M. Maboko, D. Sivakumar // International scientific journal on vegetable growing. – 2020. – Vol. 26. – № 2. – P. 116-126.

21. Meena, O. P. and others. Breeding of cytoplasmic male sterile chili pepper lines (*Capsicum annuum* L.)

and their evaluation under various conditions / O. P. Meena, M. S. Daliwal, S. K. Jindal // Breeding Science. - 2018. - № 68. - P. 404-412.

22. Wang, L. QTL-analysis of fertility restoration in cytoplasmatically sterile men / L. Wang, B. Zhang, V. Lefebvre, S. Huang, A. Dobež, A. Pallua // Theoretical and applied genetics. - 2004. - № 109 (5). - P. 1058-1063.

**Светлана Викторовна Королева**

Заведующая отделом овощеводства,  
ведущий научный сотрудник  
E-mail: agrotransfer@mail.ru

**Svetlana Victorovna Koroleva**

Head of Vegeculture Growing Department, Leading  
Researcher  
E-mail: agrotransfer@mail.ru

**Екатерина Владимировна Шумилова**

Младший научный сотрудник  
E-mail: 79186778737agro@gmail.com

**Ekaterina Vladimirovna Shumilova**

Junior research assistant  
E-mail: 79186778737agro@gmail.com

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

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

DOI 10.33775/1684-2464-2025-68-3-23-33  
УДК УДК 635.262:57.085.23

**Поляков А.В.**, д-р биол. наук,  
**Стружкин Е.И.**  
Московская область, Раменский район,  
д. Верея, Россия

### РЕГЕНЕРАЦИЯ ЧЕСНОКА (*ALLIUM SATIVUM L.*) ИЗ АПЕКСОВ СТЕБЛЯ

Многочисленными исследованиями доказана возможность получения оздоровленного посадочного материала растений при использовании *in vitro* технологий. Чеснок, как исключительно вегетативно размножаемый вид, особенно подвержен поражению патогенами. Для оздоровления посадочного материала чеснока используются системы регенерации из различных органов растений, среди которых размножение из апексов стебля представляет наибольший интерес. Цель исследования: совершенствование способа регенерации чеснока (*Allium sativum L.*) из апексов стебля. Проведенные исследования выявили высокую инфицированность чеснока фитопатогенами. В наибольшей степени зубки были поражены грибами (73,9 %), среди которых преобладали представители родов *Fusarium* и *Penicillium*. Обработка апексов побегов показала высокую эффективность препарата «Главхлор», снизившего инфицированность эксплантов до 36,7 %. Культивирование эксплантов на среде Мурасиге-Скуга (MS), обогащенной кинетином, 2-изопентениладенином (2 IP) и тидиазуоном (TDZ) в концентрации 1,0 мг/л, показало большую эффективность использования кинетина. В данном варианте наблюдалось образование 97,2 морфогенных зон от числа жизнеспособных эксплантов. При использовании сред MS, Данстена-Шорта (BDS) и ее модификации, обогащенных кинетином в концентрации 1,0 мг/л, доля жизнеспособных эксплантов составила от 68,9 до 69,6 %, доля эксплантов с побегами – от 86,0 до 93,9 %, а число побегов на жизнеспособный эксплант 1,6–1,9 шт. Деление апекса стебля на две части при введении *in vitro* позволяет получить в среднем 2,4 побега от исходного стебля. Проведенные исследования позволили получить 223 регенеранта, адаптированных к условиям *ex vitro*, из них 26 многозубковых луковиц со средней массой 5,9 г и 197 однозубковых луковиц массой 2,8 г. На основе зубков, полученных от растений регенерантов, выделено 42 клона чеснока ярового сорта 'Гиппократ', средняя масса луковиц которых составляла 11,6 г, а число зубков в луковице 4,1 шт.

**Ключевые слова:** чеснок *Allium sativum L.*, регенерация, апекс стебля, питательная среда, регуляторы роста растений.

### REGENERATION OF GARLIC (*ALLIUM SATIVUM L.*) FROM STEM APICES

Numerous studies have proved the possibility of obtaining healthy planting material when using *in vitro* technologies. Garlic, as an exclusively vegetatively propagated species, is particularly susceptible to pathogen damage. To improve the health of garlic planting material, regeneration systems from various plant organs are used, among which propagation from stem apices is of the greatest interest. The aim of the research is to improve method of garlic (*Allium sativum L.*) regeneration from stem apices. The investigations revealed high infection of garlic with phytopathogens. Claves were most damaged by fungi (73.9 %), among which representatives of the genera *Fusarium* and *Penicillium* prevailed. Treatment of shoot apices showed high efficiency of *Glavchlor*, which reduced the infection of explants to 36.7 %. Cultivation of explants on Murashige-Skooga (MS) medium enriched with kinetin, 2-isopentenyladenine (2 IP) and thidiazuron (TDZ) at a concentration of 1.0 mg/l showed a high efficiency of kinetin. In this variant, the formation of 97.2 % of explants with morphogenic zones of the number of viable explants was observed. Using MS, Dunstan-Short (BDS) and its modification enriched with kinetin at a concentration of 1.0 mg/l, the proportion of viable explants ranged from 68.9 to 69.6%, the proportion of explants with shoots ranged from 86.0 to 93.9%, and the number of shoots per viable explant was 1.6-1.9. The division of the stem apex into two parts for *in vitro* cultivation allows obtaining an average of 2.4 shoots from the initial stem. The carried-out experiments allowed us to obtain 223 regenerants adapted to *ex vitro* conditions, including 26 multiclove bulbs with an average weight of 5.9 g and 197 singleclove bulbs with a weight of 2.8 g. Based on the cloves obtained from regenerant plants, 42 clones of spring garlic cultivar 'Hippocrates' were isolated, with an average bulb weight of 11.6 g and the number of cloves in a bulb of 4.1 pcs.

**Key words:** garlic *Allium sativum L.*, regeneration, stem apex, nutrient medium, plant growth regulators.

#### Введение

Чеснок посевной (*Allium sativum L.*) относится к числу видов культурных растений, которые обычно размножаются вегетативным способом. Размножение

осуществляют зубками, однозубковыми луковицами (севком) и воздушными луковичками (бульбочками). При таких способах размножения растения в период вегетации и хранения могут быть поражены различ-

ными фитопатогенами, в результате чего происходит резкое снижение урожайности и потеря качества продукции. При использовании пораженного материала для посадки сорта подвержены угрозе вырождения [11].

Современные технологии подразумевают интенсификацию всех процессов выращивания, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции [12]. Однако единственным способом размножения чеснока нестрелкующегося является посадка зубками. Это обстоятельство в еще большей степени осложняет процесс получения оздоровленного посадочного материала. При этом скрытые болезни и вредители передаются потомству [7, 41, 43].

Использование культуральных методов в селекции и семеноводстве вегетативно размножаемых культур даёт возможность получать большее количество оздоровленного посадочного материала, свободного от патогенов, при сохранении ценных генотипов в подконтрольных условиях среды [8, 36, 38].

В настоящее время, при разработке систем *in vitro* размножения многих видов растений, в качестве минеральной основы наиболее используемые питательные среды: по прописи Мурасиге-Скуга (MS), Гамборга-Эвелега (B5) и специально разработанная для видов луковых культур среда Данстена-Шорта (BDS) [19, 23, 34].

В настоящее время известны многочисленные исследования по регенерации растений чеснока из различных органов.

**Регенерация из воздушных луковичек.** В исследованиях, проведенных М. Иби и соавторами (2000), установлено, что растения, полученные в условиях *in vitro* из незрелых воздушных луковичек диаметром около 0,4 мм, не содержат вируса мозаики [20].

В исследованиях, проведенных Kerešič S. с соавторами, успешно разработан метод регенерации безвирусных растений чеснока через соматический эмбриогенез для двух хорватских экотипов. Наибольшая эффективность регенерации растений достигнута при использовании среды с низкой концентрацией 2,4-D (0,1 мг/л). Соматический эмбриогенез позволил устранить основные вирусы чеснока, обеспечив 19,5 % свободных от вирусов регенерантов [29].

Показано, что при культивировании воздушных луковичек чеснока наибольшая доля каллусогенных эксплантов с эмбриогенными структурами (95,2 %) была получена на среде MS с добавлением 1,0 мг/л 2,4-D (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота) и 1,0 мг/л кинетина. Для формирования соматических эмбрионов оптимальной оказалась среда с 100 г/л сахарозы и 1 мг/л 2,4-D. Созревание эмбрионов происходило на среде с 12 г/л сахарозы и 0,75 мг/л 2,4-D, а прорастание — на среде с 0,6 мг/л BA (6-бензиламинопурина) [22].

В настоящих опытах при культивировании воздушных луковичек чеснока, изолированных из нерас-

крывшихся соцветий диаметром до 25 мм, на среде MS с добавлением 2 мг/л BA и 0,1 мг/л НУК, доля жизнеспособных эксплантов достигала 56,3–74,2 %, а доля микролуковичек с листьями составляла 77,8–79,3 %. Адаптация полученных растений к условиям *ex vitro* заканчивалась образованием однозубковых луковиц [9].

**Регенерация из листьев.** В исследованиях, проведенных Е. Ким с соавторами, лучшее образование и развитие луковичек наблюдалось на среде, содержащей 11 % сахарозы. Хороший рост листьев и формирование луковичек происходили на среде MS с добавлением α-нафтилуксусной кислоты (НУК) в концентрации 0,1 мг/л и жасминовой кислоты в концентрации 10 мкМ. Использование сред, обогащенных абсцизовой кислотой, стимулировало индукцию луковичек [31].

Райханул Хайдер С. с соавторами описали методику *in vitro* регенерации чеснока из основания листа. При этом для индукции каллуса культивирование эксплантов проводили на среде MS, дополненной 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислотой (2,4-D) и/или 6-бензиламинопурином (BA). Для регенерации растений использовали среду MS, обогащенную NAA и BA [25].

При культивировании сегментов молодых листьев на среде B5 доля трансплантов с соматическими зародышами составляла около 30 %. Впоследствии растения, полученные из них, были адаптированы к условиям открытого грунта [21].

Регенерация из корней. Робледо-Пас А. описал метод регенерации растений чеснока с использованием культуры корней. При культивировании сегментов корней наиболее высокую частоту формирования каллуса наблюдали при использовании комбинаций 2,4-D с BA или кинетином. Наибольшее количество регенерированных растений было достигнуто при использовании кинетина в концентрации 2,5–5 мкМ. Полученные растения успешно акклиматизировались в условиях теплицы с уровнем выживаемости 96 %. У растений наблюдался нормальный рост и формирование луковиц [39].

Barandjarian X. при культивировании кончиков корней, изолированных из стерильных зубков чеснока, на среде B5, получил побеги, доля которых составила 53 % от культивируемых эксплантов [14].

Мартин-Урдироз А. установил, что использование света с момента культивирования корней чеснока повышало органогенный потенциал эксплантов, а среда A3 оказалась наиболее эффективной для регенерации побегов [32].

Келес Д. с соавторами при использовании сегментов корней и культивировании их на среде MS с добавлением индолилуксусной кислоты (IAA) в концентрации 2 мг/л, 2,4-D – 1 мг/л и кинетина – 2 мг/л наблюдали высокий уровень образования каллуса (81,2%). Эмбриогенез был отмечен у 71,4 % каллусов.



Эмбрионы формировались через 9 дней после переноса каллуса на безгормональную среду и превращались в полноценные растения через 35 дней [28].

В экспериментах по регенерации *in vitro* чеснока *Allium tuncelianum* L. установлено, что верхушки и средняя часть листа не способны к образованию новых побегов. Однако базальная часть листа и корни проявляли частичную способность к регенерации. Фитогормоны БА и NAA стимулировали рост меристем и регенерацию луковиц [13].

Изучена индукция каллуса и последующая регенерация растений у индийского сорта чеснока 'G-41'. 2,4-Д в низкой концентрации (0,25 мг/л) и Пиклорам в высокой (10,0 мг/л) оказались эффективны для индукции каллуса из корневых сегментов чеснока. На среде с 2,4-Д каллус образуется только на апикальной части корня, тогда как Пиклорам инициирует каллус по всему корневому сегменту, кроме субапикальной части. Использование только ауксинов привело к образованию корней без появления побегов, тогда как сочетание ауксинов и цитокининов способствовало образованию побегов, так и корней [30].

Хассан М. Н. в своей работе, посвященной методике соматического эмбриогенеза чеснока с использованием кончика корня в качестве экспланта, выявил высокую эффективность использования 2,4-Д в концентрации 1,0 мг/л. Доля каллусогенных эксплантов в этом варианте составила 88,10 %, а максимальный диаметр каллуса - 2,19 см. Для регенерации соматических эмбрионов и образования побегов оптимальной была концентрация 2,0 мг/л кинетина, которая обеспечила наибольшее количество (4,67) и наибольшую длину побегов (7 см). Исследование показало, что использование корневых верхушек в качестве эксплантов при соматическом эмбриогенезе является успешным и быстрым методом для регенерации растений чеснока [27].

Маовалкар М. С. в своей работе по быстрой регенерации растений *in vitro* *Allium sativum*, выращенных на среде MS, использовал кончики корня для индукции регенерации растений. Полученные данные показали, что на корневых кончиках на среде MS, дополненной 2,4-D (1,0 мг/л) BA (0,5 мг/л), MS с добавлением 2,4-D (1,5 мг/л) и Kn (5,0 мг/л), показано отличное качество каллуса с последующей высокой регенерацией (70 % на варианте среды MS, дополненной 3,0 мг/л BA и 0,5 мг/л NAA) [33].

**Регенерация из цветков.** При культивировании цветков чеснока на среде MS, обогащенной 2,4-Д, НУК и БА, отмечено образование каллуса. Наибольшая доля таких эксплантов (71,4 %) наблюдалась на среде, содержащей 2,4-Д в концентрации 1,0 мг/л [40].

**Регенерация из побегов.** Bhojwani S. в своей работе, используя апикальные почки, изолированные из побегов длиной 5–8 мм, наблюдал образование как пазушных, так и придаточных побегов на среде

B5, дополненной 0,5 мг/л изопентениладенина (2 IP) и 0,1 мг/л α-нафтилуксусной кислоты (NAA). Увеличение числа побегов в 8 раз происходило каждые 6 недель. Побеги легко укоренялись на среде B5 с 0,01 мг/л 2 IP и 0,2 мг/л NAA и после пересадки в горшки около 70 % адаптировались к обычным условиям выращивания. Растения, полученные этим методом, сохраняли диплоидное состояние, характерное для исходных сортов [16].

На виде чеснока *Allium tuncelianum* L. выявлена высокая эффективность культуры побегов. Наиболее эффективными были низкие дозы IAA и BA (0,1 мг/л). При дальнейшем субкультивировании полученные побеги образовывали луковицы на среде MS без добавления NAA и с добавлением ее в концентрации 2,0 мг/л [42].

Таким образом, известные системы регенерации растений чеснока из различных органов представляют интерес для клеточной селекции и размножения чеснока в условиях *in vitro*. Регенерация из незрелых воздушных луковиц нашла применение в ряде организаций для ускоренного размножения и оздоровления посадочного материала. Однако для оздоровления сортов чеснока, не образующих воздушные луковички, использование апексов стеблей, изолированных из зубков луковиц, представляет наибольший научный и практический интерес.

#### Цель исследований

Усовершенствовать способ регенерации чеснока (*Allium sativum* L.) из апексов стебля.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- оценить инфицированность чеснока перед введением в культуру *in vitro*;
- выявить эффективность стерилизации эксплантов чеснока при введении в культуру *in vitro* с применением современных средств дезинфекции;
- исследовать эффективность *in vitro* размножения чеснока из апексов стеблей зубков при использовании различных регуляторов роста;
- исследовать эффективность *in vitro* размножения чеснока из апексов стеблей зубков при использовании различных питательных сред;
- исследовать эффективность деления апексов побегов на морфогенез чеснока в культуре *in vitro*;
- получить и изучить растения регенеранты.

#### Материалы и методы

Исследования проведены в ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО (Московская область, Раменский район, д. Веряя) в 2019–2024 гг. в секторе агробиотехнологий лаборатории репродуктивной биотехнологии предбридингового центра в лабораторных условиях и в открытом грунте на опытном участке.

Материалом для исследований служили зубки сорта чеснока ярового (*Allium sativum* L.) 'Гиппократ', включенного в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию с 1

по 12 регион с 2022 г. Сорт среднеспелый, нестрелкующийся. Лист зеленый, зеленой окраски с восковым налетом. Луковица среднего размера, округло-плоской формы. Окраска сухих наружных чешуй кремовая с фиолетовыми прожилками, окраска кожистых чешуй фиолетовая, окраска мякоти кремовая. Масса луковицы 70 г, вкус острый. Урожайность составляет 3,1 кг/м<sup>2</sup> [3].

Лабораторные исследования проведены в соответствии с «Методическими указаниями по культуре ткани и органов в селекции растений», по методическим рекомендациям «*In vitro* регенерация и размножение растений», «Производство чеснока озимого (*Allium sativum* L.) из воздушных луковичек», «Микроклональное размножение садовых растений», «Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: учеб. пособие», «Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений» [1, 2, 4, 8, 10], а так же с помощью методик, описанных зарубежными коллегами [15, 26, 35].

В качестве эксплантов использовали апексы стеблей, изолированные из зубков в условиях ламинарного бокса. Для введения в культуру *in vitro* применяли ступенчатую стерилизацию: очищенные от наружных чешуй зубки подвергали обработке в 1 % растворе хозяйственного мыла на протяжении 20 минут, затем переносили в 0,1 % раствор марганцовокислого калия также на 20 минут, после чего в условиях ламинарного бокса стерилизовали в 1,5 % растворе препарата «Главхлор» с экспозицией 20 минут и трижды промывали стерильной водой в течение 20 минут.

В зависимости от поставленных задач и этапа культивирования в питательные среды добавляли регуляторы роста растений в различных комбинациях и концентрациях: 6-фурфуриламинопурин (KIN), 2-изопентениладенин (2 IP) и тидиазурон (TDZ). Все регуляторы роста растений от фирмы-производителя «Sigma-Aldrich cell culture». Растения-регенеранты высаживали в горшочки с простерилизованной почвосмесью.

Культивирование эксплантов и трансплантов проводили при температуре 20±1 °С в световой комнате при интенсивности освещения 44 μмоль/(м<sup>2</sup>/с), 16/8-часовом фотопериоде. Длительность культивирования на каждом этапе составляла 30 суток.

Экспланты и транспланты культивировали на питательных средах MS, BDS и ее модификации (BDS mod), отличающейся от оригинальной прописи содержанием MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O (500 мг/л) и CaC<sub>12</sub>·2H<sub>2</sub>O (440 мг/л) [19, 34]. Учитывали инфицированность эксплантов и тип инфекции, долю жизнеспособных эксплантов, долю эксплантов с морфогенными зонами, долю эксплантов с побегами и число побегов.

Обработка почвы в полевых опытах включала осеннее фрезерование, глубокое рыхление весной, выравнивание поверхности. Внесение удобрений осуществляли трижды: в рядки при посадке (азофоска – 50 г/м<sup>2</sup>), в период 3–4 листьев (аммиачная селитра – 30 г/м<sup>2</sup> и в период окончания появления новых листьев (сульфат калия – 30 г/м<sup>2</sup>). Перед посадкой проведена обработка зубков препаратом Максим, КС (ООО «Август») в концентрации 0,2 %.

При обработке экспериментальных данных использованы общепринятые математико-статистические методы. Данные представлены как средние значения с указанием стандартной ошибки. Стандартная ошибка доли рассчитана по формуле:

$$Sp = (\sqrt{q \cdot (100-q)/n}) \cdot 2, \text{ где:}$$

q - наблюдаемая доля признака (%),

n - объем выборки [5, 6].

#### Результаты и обсуждение

При оценке клонов чеснока сорта Гиппократ перед введением в условия *in vitro* выявлена высокая инфицированность зубков различными патогенами. С помощью микроскопирования было установлено, что грибами заражено 73,9 %, а бактериями - 26,1 % эксплантов. Среди грибковых патогенов преобладали представители родов *Fusarium* и *Penicillium*, которые встречались в равных пропорциях. Доля зубков, пораженных грибами рода *Botrytis*, варьировалась от 9,3 до 10,5 % (табл. 1).

Сравнительный анализ трёх клонов выявил вариативность устойчивости к патогенам. Наибольшая бактериальная контаминация (*Pseudomonas* sp.) отмечена в клоне 3 (32,6 %), что, по мнению Bhatwalkar S., может быть связано с особенностями исходного материала или условиями его хранения [16, 24].

Высокий уровень инфицированности эксплантов указывает на необходимость оптимизации методов стерилизации на этапе введения растительного материала в условия *in vitro*.

Таблица 1. Инфицированность чеснока перед введением *in vitro*

| Клоны | Введено эксплантов, шт. | Инфицировано эксплантов |           | По видам фитопатогенов |            |                        |           |                     |           |                        |           |
|-------|-------------------------|-------------------------|-----------|------------------------|------------|------------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------------|-----------|
|       |                         |                         |           | род <i>Fusarium</i>    |            | род <i>Penicillium</i> |           | род <i>Botrytis</i> |           | род <i>Pseudomonas</i> |           |
|       |                         | шт.                     | %±2Sp     | шт.                    | %±2Sp      | шт.                    | %±2Sp     | шт.                 | %±2Sp     | шт.                    | %±2Sp     |
| 1     | 111                     | 54                      | 48,6±9,52 | 20                     | 37,0±9,17  | 22                     | 40,7±9,32 | 5                   | 9,3±5,52  | 7                      | 13,0±6,38 |
| 2     | 74                      | 35                      | 47,3±11,6 | 15                     | 42,9±11,51 | 8                      | 22,9±9,78 | 2                   | 5,7±5,4   | 10                     | 28,6±10,5 |
| 3     | 198                     | 95                      | 48,0±7,11 | 22                     | 23,2±6,0   | 32                     | 33,7±6,72 | 10                  | 10,5±4,36 | 31                     | 32,6±6,68 |

Для снижения инфицированности эксплантов были протестированы три стерилизующих препарата: «Белизна», «Главхлор» и «Део-бактер». Выявлено, что наибольшей эффективностью характеризуется препарат «Главхлор», при использовании которого общая контаминация составила 36,7 %, включая 12,8 % грибковую и 23,9 % бактериальную. В то же время при применении «Белизны» инфицированность эксплантов составляла 77,8 %, что связано с недостаточной активностью этого препарата, особенно против бактерий, доля которых составляла 52,8 % от общего числа инфицированных эксплантов. Эти данные согласуются с известными ограничениями пероксидных соединений в проникновении через

био пленки и слабым воздействием на грамотрицательные бактерии [18, 24].

Полученные данные согласуются с исследованиями Greedharry, показавшими, что хлорсодержащие препараты обладают более широким спектром антимикробного действия по сравнению с пероксидными соединениями, благодаря их способности денатурировать белки, нарушать целостность мембран и ингибировать ключевые ферменты патогенов [24].

Препарат «Део-бактер» был менее эффективен, чем «Главхлор», как для подавления жизнедеятельности грибов, так и бактерий. Общая инфицированность эксплантов составляла 58,5% (табл. 2).

**Таблица 2. Эффективность стерилизующих агентов на этапе введения в культуру *in vitro***

| Стерилизующий препарат | Оценено эксплантов, шт. | Доля инфицированных эксплантов |              |            |             |       |             | Доля жизнеспособных эксплантов |             |
|------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------|------------|-------------|-------|-------------|--------------------------------|-------------|
|                        |                         | грибами                        |              | бактериями |             | всего |             | шт.                            | %±2Sp       |
|                        |                         | шт.                            | %±2Sp        | шт.        | %±2Sp       | шт.   | %±2Sp       |                                |             |
| Белизна                | 324                     | 81                             | 25,0% ± 4,8  | 171        | 52,8% ± 5,5 | 252   | 77,8% ± 4,6 | 72                             | 22,2% ± 4,6 |
| Главхлор               | 327                     | 42                             | 12,8% ± 3,7  | 78         | 23,9% ± 4,7 | 120   | 36,7% ± 5,3 | 207                            | 63,3% ± 5,3 |
| Део-бактер             | 318                     | 51                             | 16,0 % ± 4,1 | 135        | 42,5% ± 5,5 | 186   | 58,5% ± 5,5 | 132                            | 41,5% ± 5,5 |

Исследование влияния регуляторов роста на морфогенез чеснока нестрелкующегося, проведенное на среде MS, обогащенной кинетином, 2 IP и TDZ в концентрации 1,0 мг/л, показало большую эффективность использования кинетина. В данном варианте наблюдалось образование эксплантов с морфогенными зонами, доля которых составляла 97,2 % от числа жизнеспособных эксплантов, тогда как в остальных вариантах этот показатель варьировал от 75,5 % до 82,2 % (табл. 3).

Высокая эффективность кинетина при использовании в условиях *in vitro* на чесноке объясняется его относительно низкой цитотоксичностью при длительном воздействии и специфической активацией путей сигнализации, ведущих к заложению меристематических очагов и инициации побегов. Установлено, что цитокинины и кинетин в частности более эффективны для индукции органогенеза у *Allium sp.*, чем производные пурина (2-IP) или тидиазурина (TDZ) [44].

**Таблица 3. Морфогенез апексов стеблей чеснока на среде MS, обогащенной регуляторами роста, n=120, длительность культивирования 60 суток, 2022–2024 гг.**

| Вариант опыта | Образовалось жизнеспособных эксплантов |           | Число эксплантов с морфогенными зонами |           |
|---------------|--|-----------|--|-----------|
|               | шт.                                    | %±2Sp     | шт.                                    | %±2Sp     |
| KIN           | 109                                    | 90,8±5,27 | 106                                    | 97,2±3,18 |
| 2 IP          | 110                                    | 91,7±5,05 | 83                                     | 75,5±9,45 |
| TDZ           | 107                                    | 89,2±5,67 | 88                                     | 82,2±8,15 |

Последующие исследования, проведенные на средах MS, BDS и её модификации, обогащенных кинетином в концентрации 1,0 мг/л, не выявили существенных различий по числу жизнеспособных и морфогенных эксплантов. Доля жизнеспособных эксплантов составила от 68,9 % до 69,6 %, доля эксплантов с побегами от числа жизнеспособных

эксплантов -от 86,0 % до 93,9 %, а число побегов на жизнеспособный эксплант – 1,6–1,9 шт. (табл. 4). Однако на среде BDS mod наблюдалась тенденция к повышению регенерационной способности. Это может быть связано с оптимизацией минерального состава, включая повышенное содержание  $SO_4^{2-}$  и  $Ca^{2+}$ , критически важных для морфогенеза *Allium sp.*

Сульфат-ионы являются предшественниками для синтеза аминокислот цистеина, метионина и глутатиона. Как показали исследования, усиление синтеза глутатиона особенно важно для снижения окислительного стресса, индуцируемого на этапах каллусогенеза и органогенеза, и повышения выживаемости клеток. Кальций выполняет двойную функцию:

является структурным компонентом клеточных стенок и мембран, а также универсальным вторичным мессенджером в сигнальных каскадах, регулирующих деление клеток, дифференцировку и ответ на стресс. Дефицит  $Ca^{2+}$ , напротив, ингибирует формирование меристематических очагов [37].

**Таблица 4. Морфогенез апексов стеблей чеснока на питательных средах, обогащенных кинетином в концентрации 1,0 мг/л, длительность культивирования 30 суток**

| Среда           | Исучено<br>эксплантов | Получено<br>жизнеспособных<br>эксплантов |            | Доля эксплантов<br>с побегами |            | Образовалось<br>побегов, шт. |                  |
|-----------------|-----------------------|--|------------|-------------------------------|------------|------------------------------|------------------|
|                 | шт.                   | шт.                                      | %±2Sp      | шт.                           | %±2Sp      | всего                        | на 1<br>эксплант |
| MS,<br>контроль | 350                   | 241                                      | 68,9 ± 4,9 | 214                           | 88,8 ± 4,1 | 395                          | 1,6              |
| BDS             | 338                   | 235                                      | 69,5 ± 5,0 | 202                           | 86,0 ± 4,5 | 444                          | 1,9              |
| BDS mod         | 352                   | 245                                      | 69,6 ± 4,9 | 230                           | 93,9 ± 3,1 | 436                          | 1,8              |

С целью повышения коэффициента размножения необходимо было исследовать влияние деления апексов стеблей на жизнеспособность и регенерационную активность их фрагментов. Установлено, что деление апексов стеблей на 2 части при введении в условия *in vitro* не снижает жизнеспособности эксплантов. При этом число побегов на один эксплант

составило 1,2 единицы, в то время как в контроле этот показатель составил 1,1 (табл. 5). Таким образом, деление апекса стебля на две части, позволяет получить от одного исходного стебля в среднем 2,4 побега, в то время как при культивировании целых апексов можно получить 1,1 побега.

**Таблица 5. Эффективность влияния деления апексов стеблей на морфогенез**

| Апекс<br>стебля | Введено<br>эксплантов,<br>шт. | Получено<br>жизнеспособных<br>эксплантов |             | Эксплантов с<br>побегами |             | Побегов, шт. |                  |
|-----------------|-------------------------------|--|-------------|--------------------------|-------------|--------------|------------------|
|                 |                               | шт.                                      | %±2Sp       | шт.                      | %±2Sp       | всего        | на 1<br>эксплант |
| Целый           | 40                            | 19                                       | 47,5 ± 15,8 | 14                       | 73,7 ± 20,2 | 21           | 1,1              |
| Половина        | 80                            | 42                                       | 52,5 ± 11,2 | 20                       | 47,6 ± 15,4 | 52           | 1,2              |

В результате проведенных в 2023–2024 гг. исследований получено 223 регенеранта, адаптированного к *ex vitro* условиям, из которых образовалось 26 многозубковых лукович, средней массой 5,9 г и 197 однозубковых лукович массой 2,8 г. При культивировании зубков, полученных от растений регене-

рантов, сформировалось 42 клон чеснока ярового сорта 'Гиппократ', средняя масса лукович которых составляла 11,6 г, а число зубков в луковиче - 4,1 шт. Анализ растений и лукович клонов свидетельствовал о выровненности полученных регенерантов и их соответствии сортовым характеристикам.

**Таблица 6. Характеристика регенерантов чеснока и выделенных клонов в условиях *ex vitro***

| Показатель    | Регенеранты |            |              | Клоны |          |              |
|---------------|-------------|------------|--------------|-------|----------|--------------|
|               | шт.         | масса, г   | число зубков | шт.   | масса, г | число зубков |
| Многозубковые | 26          | 11,7 ± 2,1 | 5,9 ± 0,3    | 42    | 100      | 11,6 ± 0,5   |
| Однозубковые  | 197         | 88,3 ± 2,1 | 2,8 ± 0,2    | -     | -        | -            |

### Выводы

Проведенные исследования выявили высокую инфицированность зубков чеснока различными фитопатогенами. В наибольшей степени зубки поражены грибами (73,9 %), среди которых преобладают представители родов *Fusarium* и *Penicillium*.

Обработка апексов побегов показала высокую эффективность «Главхлора», снизившего инфицированность эксплантов до 36,7 %. При этом доля инфицированных эксплантов при применении «Белизны» составила 77,8 %, а «Део-бактера» - 58,5 %.

Культивирование эксплантов на среде MS, обогащенной кинетином, 2 IP и TDZ в концентрации 1,0 мг/л, показало большую эффективность использования кинетина. В данном варианте наблюдалось образование 97,2 % морфогенных зон от числа жизнеспособных эксплантов. Использование питательных сред MS, BDS и ее модификации, обогащенных кинетином в концентрации 1,0 мг/л, не выявило существенных различий. Доля жизнеспособных эксплантов составила от 68,9 % до 69,6 %, доля эксплантов с побегами – от 86,0 % до 93,9 %, число побегов на жизнеспособный эксплант – 1,6–1,9 шт.

Деление апекса стебля на две части при введении *in vitro* не снижает жизнеспособность эксплантов и

позволяет получить в среднем 2,4 побега от исходного стебля.

Проведенные исследования позволили получить 223 регенеранта, адаптированного к условиям *ex vitro*, из которых сформировались 26 многозубковых и 197 однозубковых луковиц. На основе зубков, полученных от растений регенерантов выделено 42 клона чеснока.

*Благодарности.* Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ ФНЦО «4.1.2.2. Молекулярная селекция в формировании новой парадигмы селекционного процесса создания новых высокопродуктивных форм, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, лекарственных и ароматических растений, отличающихся высокими качественными показателями, устойчивостью к неблагоприятным факторам среды» (тема № FNRN-2019-0061 «Разработка приемов ускоренного создания новых форм овощных и бахчевых культур с заданными признаками на основе современных биотехнологических, молекулярно-генетических, цитологических и нано-биотехнологических методов»).

### Литература

1. Бутенко, Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: учеб. пособие / Р. Г. Бутенко. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.
2. Бутенко, Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений / Р. Г. Бутенко. – М.: Наука, 1964. – 272 с.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» / М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации. – М., 2023. – Сорт чеснока ярового «Гиппократ».
4. Деменко, В. И. Микрклональное размножение садовых растений: учеб. пособие / В. И. Деменко; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева. – М., 2007. – 55 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Альянс, 2011. – 350 с. – EDN: QLCQEP.
6. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – М.: Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства, 2011. – 650 с. – EDN: VVLERZ.
7. Пивоваров, В. Ф. Луковые культуры / В. Ф. Пивоваров, И. И. Ершов, А. Ф. Агафонов. – М.: Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции и семеноводства овощных культур, 2001. – 500 с.
8. Поляков, А. В. *In vitro* регенерация и размножение растений: моногр. / А. В. Поляков. – М.: Моск. гос. обл. ун-т, 2021. – 208 с.
9. Поляков, А. В. *In vitro* регенерация растений чеснока озимого (*Allium sativum* L.) из воздушных луковичек / А. В. Поляков, М. А. Азопкова, Н. Н. Лебедева, И. В. Муравьева // Вестн. Моск. гос. обл. ун-та. Сер.: Естественные науки. – 2018. – № 4. – С. 115–124. – DOI: 10.18384/2310-7189-2018-4-115-124.
10. Поляков, А. В. Производство чеснока озимого *Allium sativum* L. из воздушных луковичек: моногр. / А. В. Поляков, Т. В. Алексеева. – М.: Моск. гос. обл. ун-т, 2022. – 118 с. – EDN: LXVWVM.
11. Поляков, А. В. Важнейшие вопросы развития чесноководства в России / А. В. Поляков, А. В. Зубалий // Экологические проблемы современного овощеводства и качество овощной продукции. – М.: ФГБНУ ВНИИО, 2014. – С. 436–442.
12. Федосов, А. Ю. Фертигация и капельное орошение лука репчатого (обзор) / А. Ю. Федосов, А.М. Меньших., И.Ю. Васючков, М.И. Иванова // Рисоводство. – 2025. – Т. 24.– № 2(67). – С. 50–59. DOI: 10.33775/1684-2464-2025-67-2-50-59.
13. Aykur, M. Inhibitory effect of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum*) on *Blastocystis* subtype 3 grown *in vitro* / M. Aykur, E. Karakavuk, M. Karakavuk, M. Akil, H. Can, M. Doskaya, Y. Gürüz, H. Dagci // Expert Opinion on Orphan Drugs. – 2020. – Vol. 8. – № 11. – P. 489–496. – DOI: 10.1080/21678707.2020.1857725.

14. Barandiaran, X. An efficient method for callus culture and shoot regeneration of garlic (*Allium sativum* L.) / X. Barandiaran, N. Martín, M.F. Rodríguez-Conde, A. Di Pietro, J. Martín // HortScience. - 1999. - Vol. 34. - № 2. - P. 348-349.
15. Ben-Michael, T. From Embryo to Adult: Low Temperatures Affect Phase Transitions of *Allium sativum* L. from Germination to Flowering / T. Ben-Michael, L. Rozenblat, A. Faigenboim, E. Shemesh-Mayer, I. Forer, R. Peters, J. Klein, H. Rabinowitch, R. Kamenetsky-Goldstein // Agronomy. - 2020. - Vol. 10(11). - P. 1651. - DOI: 10.3390/agronomy10111651.
16. Bhatwalkar, S.B. Antibacterial Properties of Organosulfur Compounds of Garlic (*Allium sativum*) / S.B. Bhatwalkar, R. Mondal, K.S.B. Naidu, J.K. Adam, P. Govender, A. Rajaneesh // Frontiers in Microbiology. - 2021. - Vol. 12. - Article 613077. - DOI: 10.3389/fmicb.2021.613077.
17. Bhojwani, S.S. In vitro propagation of garlic by shoot proliferation / S.S. Bhojwani // Scientia Horticulturae. - 1980. - Vol. 13. - № 1. - P. 47-52.
18. Davidova, S. Antibacterial, Antifungal, Antiviral Activity, and Mechanisms of Action of Plant Polyphenols / S. Davidova, A.S. Galabov, G. Satchanska // Microorganisms. - 2024. - Vol. 12(12). - P. 2502. - DOI: 10.3390/microorganisms12122502.
19. Dunstan, D.I. Improved growth of tissue cultures of the onion, *Allium cepa* / D.I. Dunstan, K.C. Short // Physiol Plant. - 1977. - Vol. 41. - P. 70-72.
20. Ebi, M. Small inflorescence bulbils are best for micropropagation and virus elimination in garlic / M. Ebi, N. Kasai, K. Masuda // J. Hort. Sci. - 2000. - Vol. 35. - P. 735-737.
21. Fereol, L. Evidence of a somatic embryogenesis process for plant regeneration in garlic (*Allium sativum* L.) / L. Fereol, V. Chovelon, S. Causse, F.N. Michaux, R. Kahane // Plant Cell Reports. - 2002. - Vol. 21. - P. 197-203.
22. Galvez, G.D. Somatic Embryogenesis and Regeneration of Plants in «Blanco Criollo» Garlic (*Allium sativum* L.) Cultivar / G.D. Galvez, S. Juan, R. Morales, K.V. Dominguez, K. Vazquez, A. Medina, R. Gomez-Kosky, L. Posada-Perez, K. Peña, B.S. Kukurtcu // IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS). - 2021. - Vol. 7. - P. 14-23. - DOI: 10.9790/264X-0703011423.
23. Gamborg, O.L. Culture methods and detection of glucanases in cultures of wheat and barley / O.L. Gamborg, D.E. Eveleigh // Can. J. Biochem. - 1968. - Vol. 46. - № 5. - P. 417-421.
24. Greedharry, P. In vitro Propagation of Garlic (*Allium sativum* L.) from Meristem Culture / P. Greedharry, K.I.D. Boodhram, C. Koyelas // Current Agricultural Research. - 2024. - Vol. 12. - Issue 2. - DOI: 10.12944/CARJ.12.2.10.
25. Haider, S. In vitro plantlet regeneration of four local garlic (*Allium sativum* L.) Accessions of Bangladesh / S. Haider, M. Hossain, S. Rahman, S. Sultana, T. Quddus, M. Chakraborty, A. Hoque, H. Shahriar, M.A. Ashraf // Biotechnology Journal International. - 2015. - Vol. 8. - № 3. - P. 1-12. - DOI: 10.9734/BBJ/2015/18619.
26. Haque, M.S. Somatic Embryogenesis and Direct Shoot Bud Formation from in vitro Root Segments of Garlic (*Allium sativum* L.) / M.S. Haque // Plant Tissue Culture and Biotechnology. - 2023. - Vol. 33. - Issue 2. - P. 135-142. - DOI: 10.3329/ptcb.v33i2.70438.
27. Hassan, M.N. An efficient protocol for somatic embryogenesis of garlic (*Allium sativum* L.) using root tip as explant / M.N. Hassan, M.S. Haque, M.M. Hassan // Journal of Bangladesh Agricultural University. - 2014. - Vol. 12. - №1. - P. 1-6. - DOI: 10.3329/jbau.v12i1.20747.
28. Keles, D. Somatic embryogenesis in garlic (*Allium sativum* L.) / D. Keles, H. Taskin, G. Baktemur, N.K. Yucel, S. Buyukalaca // Acta Hort. - 2011. - Vol. 923. - P. 39-45. - DOI: 10.17660/ActaHortic.2011.923.4.
29. Kereša, S. Production of Virus-Free Garlic Plants through Somatic Embryogenesis / S. Kereša, K. Kurtović, S.G. Ban, D. Vončina, I.H. Jerčić, S. Bolarić, B. Lazarević, S. Godena, D. Ban, A.B. Mihovilović // Agronomy. - 2021. - Vol. 11. - Issue 5. - P. 876. - DOI: 10.3390/agronomy11050876.
30. Khat, A. Callus culture and regeneration from root tip of garlic (*Allium sativum* L.) / A. Khat, A.A. Devi, K.E. Lawande // Journal of Spices and Aromatic Crops. - 2005. - Vol. 14. - № 1. - P. 1-6.
31. Kim, E. High frequency of shoot multiplication and bulblet formation of garlic in liquid cultures / E. Kim, E. Hahn, H. Murthy, K.Y. Paek // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. - 2003. - Vol. 73. - P. 231-236. - DOI: 10.1023/A:1023029302462.
32. Martín-Urdíroz, N. Effect of light on the organogenic ability of garlic roots using a one-step in vitro system / N. Martín-Urdíroz, J. Garrido-Gala, J. Martín, X. Barandiaran // Plant Cell Rep. - 2004. - Vol. 22. - № 10. - P. 721-724.
33. Mawalkar, M.S. Rapid in vitro plant regeneration of *Allium sativum* / M.S. Mawalkar, N.S. Chavan, R.R. Jagtap, S.S. Kharade // J Pharmacogn Phytochem. - 2018. - Vol. 7. - № SPI. - P. 3087-3089.
34. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // Physiol Plant. - 1962. - Vol. 15. - P. 473-497.
35. Murkute, A.A. In vitro scape and bulb formation in garlic (*Allium sativum*) / A.A. Murkute // Current Horticulture. - 2020. - Vol. 8. - Issue 2. - P. 44-46. - DOI: 10.5958/2455-7560.2020.00021.7.
36. Parreño, R. Turning Garlic into a Modern Crop: State of the Art and Perspectives / R. Parreño, E. Rodríguez-

- Alcocer, C. Martínez-Guardiola, L. Carrasco, P. Castillo, V. Arbona, S. Jover-Gil, H. Candela // *Plants*. - 2023. - Vol. 12. - Issue 6. - P. 1212. - DOI: 10.3390/plants12061212.
37. Pirayesh, N. Organellar calcium signaling in plants: An update / N. Pirayesh, M. Giridhar, A. Ben Khedher, U.C. Vothknecht, F. Chigri // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research*. - 2021. - Vol. 1868. - Issue 4. - Article 118948. - DOI: 10.1016/j.bbamcr.2021.118948.
38. Rajni, K. In-vitro regeneration in long-day garlic (*Allium sativum*) / K. Rajni, J.K. Ranjan, R. Pragya, B. Das, B.L. Attri // *Current Horticulture*. - 2022. - Vol 10. - Issue. 1. - P. 37-40. - DOI: 10.5958/2455-7560.2022.00007.3.
39. Robledo-Paz, A. Efficient plant regeneration of garlic (*Allium sativum* L.) by root-tip culture / A. Robledo-Paz, V.M. Villalobos-Arámbula, A.E. Jofre-Garfias // *In Vitro Cell.Dev.Biol.-Plant*. - 2000. - Vol. 36. - P. 416-419. - DOI: 10.1007/s11627-000-0075-6.
40. Salam, M. Callus induction and regeneration of Indigenous garlic (*Allium sativum* L.) / M. Salam, M.R. Ali, M. Ali, K.A. Alam, S. Reza, S. Islam, S.M.M. Rahman // *J. Plant Physiol.* - 2008. - Vol. 3. - P. 33-39. - DOI:10.3923/ajpp.2008.33.39.
41. Tirado, B. In Vitro Conservation of Mexican Garlic Varieties by Minimal Growth / B. Tirado, V.M. Gomez-Rodriguez, C.I. Cruz-Cardenas, L.X. Zelaya-Molina, H. Ramirez-Vega, G. Sandoval-Cancino // *Plants*. - 2023. - Vol. 12(23). - P. 3929. - DOI: 10.3390/plants12233929.
42. Yanmaz, R. In vitro plant regeneration and bulblet formation of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum*) by shoot and root culture / R. Yanmaz, E. Yazar, K.Y. Kantoğlu, A. Alper // *Acta Horticulturae*. - 2010. - Vol. 923. - P. 39-45. - DOI: 10.17660/ActaHortic.2011.923.4.
43. Yarmus, I. Pathogen Eradication in Garlic in the Phytobiome Context: Should We Aim for Complete Cleaning? / I. Yarmus, D. Gelbart, E. Shemesh-Mayer, D.D. Teper, D. Ment, A. Faigenboim, R. Peters, R. Kamenetsky-Goldstein // *Plants*. - 2023. - Vol 12(24). - P. 4125. - DOI: 10.3390/plants12244125.
44. Yu, S. Cytokinin-mediated shoot proliferation and its correlation with phytoremediation effects in Cd-hyperaccumulator ecotype of *Sedum alfredii* / S. Yu, A. Zehra, Z.A. Sahito, W. Wang, S. Chen, Y. Feng, Z. He, X. Yang // *Science of the Total Environment*. - 2024. - Vol. 912. - Article 168993. - DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.168993.

#### References

1. Butenko, R. G. Biology of higher plant cells in vitro and biotechnologies based on them: Textbook / R. G. Butenko. - Moscow: Publishing House of the «Biotechnology and Cell Culture» Foundation, 1999. - 160 p.
2. Butenko, R. G. Culture of isolated tissues and physiology of plant morphogenesis / R. G. Butenko. - Moscow: Nauka, 1964. - 272 p.
3. State Register of Breeding Achievements Approved for Use. Vol. 1. «Plant Varieties» / Ministry of Agriculture of the Russian Federation. - Moscow, 2023. - Spring garlic variety «Hippocrates». - URL: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektcionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/gippokrat-chesnok-yarovoy/?ysclid=mchjomllrn741826675>.
4. Demenko, V. I. Microclonal propagation of garden plants: textbook / V. I. Demenko; Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy. - Moscow, 2007. - 55 p.
5. Dospikhov, B. A. Methodology of field experiment: (with the basics of statistical processing of research results) / B. A. Dospikhov. - Moscow: Alliance, 2011. - 350 p.
6. Litvinov, S. S. Methodology of field experiments in vegetable growing / S. S. Litvinov. - Moscow: All-Russian Research Institute of Vegetable Growing, 2011. - 650 p.
7. Pivovarov, V. F. Onion crops / V. F. Pivovarov, I. I. Ershov, A. F. Agafonov. - Moscow: All-Russian Research Institute of Vegetable Breeding and Seed Production, 2001. - 500 p.
8. Polyakov, A. V. In vitro regeneration and propagation of plants: monograph / A. V. Polyakov. - Moscow: Moscow State Regional University, 2021. - 208 p.
9. Polyakov, A. V. The most important issues in the development of garlic cultivation in Russia / A. V. Polyakov, A. V. Zubaliy // *Ecological problems of modern vegetable growing and the quality of vegetable products*. - Moscow: All-Russian Research Institute of Vegetable Growing, 2014. - P. 436-442.
10. Polyakov, A. V. Production of winter garlic *Allium sativum* L. from aerial bulbs: monograph / A. V. Polyakov, T. V. Alekseeva. - Moscow: Moscow State Regional University, 2022. - 118 p.
11. Polyakov, A. V. In vitro regeneration of winter garlic (*Allium sativum* L.) plants from aerial bulbils / A. V. Polyakov, M. A. Azopkova, N. N. Lebedeva, I. V. Muravieva // *Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural Sciences*. - 2018. - № 4. - P. 115-124. - DOI: 10.18384/2310-7189-2018-4-115-124.
12. Fedosov, A. Yu. Fertigation and drip irrigation of onion (*Allium cepa* L.): A review / A. Yu. Fedosov, A.M. Menshikh, I.Yu. Vasyuchkov, M.I. Ivanova // *Rice Growing*. - 2025. - Vol. 24. - № 2(67). - P. 50-59. DOI: 10.33775/1684-2464-2025-67-2-50-59.

13. Aykur, M. Inhibitory effect of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum*) on Blastocystis subtype 3 grown in vitro / M. Aykur, E. Karakavuk, M. Karakavuk, M. Akil, H. Can, M. Doskaya, Y. Gürüz, H. Dagci // *Expert Opinion on Orphan Drugs*. - 2020. - Vol. 8. - № 11. - P. 489-496. - DOI: 10.1080/21678707.2020.1857725.
14. Barandiaran, X. An efficient method for callus culture and shoot regeneration of garlic (*Allium sativum* L.) / X. Barandiaran, N. Martín, M.F. Rodríguez-Conde, A. Di Pietro, J. Martín // *HortScience*. - 1999. - Vol. 34. - № 2. - P. 348-349.
15. Ben-Michael, T. From Embryo to Adult: Low Temperatures Affect Phase Transitions of *Allium sativum* L. from Germination to Flowering / T. Ben-Michael, L. Rozenblat, A. Faigenboim, E. Shemesh-Mayer, I. Forer, R. Peters, J. Klein, H. Rabinowitch, R. Kamenetsky-Goldstein // *Agronomy*. - 2020. - Vol. 10(11). - P. 1651. - DOI: 10.3390/agronomy10111651.
16. Bhatwalkar, S.B. Antibacterial Properties of Organosulfur Compounds of Garlic (*Allium sativum*) / S.B. Bhatwalkar, R. Mondal, K.S.B. Naidu, J.K. Adam, P. Govender, A. Rajaneesh // *Frontiers in Microbiology*. - 2021. - Vol. 12. - Article 613077. - DOI: 10.3389/fmicb.2021.613077.
17. Bhojwani, S.S. In vitro propagation of garlic by shoot proliferation / S.S. Bhojwani // *Scientia Horticulturae*. - 1980. - Vol. 13. - № 1. - P. 47-52.
18. Davidova, S. Antibacterial, Antifungal, Antiviral Activity, and Mechanisms of Action of Plant Polyphenols / S. Davidova, A.S. Galabov, G. Satchanska // *Microorganisms*. - 2024. - Vol. 12(12). - P. 2502. - DOI: 10.3390/microorganisms12122502.
19. Dunstan, D.I. Improved growth of tissue cultures of the onion, *Allium cepa* / D.I. Dunstan, K.C. Short // *Physiol Plant*. - 1977. - Vol. 41. - P. 70-72.
20. Ebi, M. Small inflorescence bulbils are best for micropropagation and virus elimination in garlic / M. Ebi, N. Kasai, K. Masuda // *J. Hort. Sci.* - 2000. - Vol. 35. - P. 735-737.
21. Fereol, L. Evidence of a somatic embryogenesis process for plant regeneration in garlic (*Allium sativum* L.) / L. Fereol, V. Chovelon, S. Causse, F.N. Michaux, R. Kahane // *Plant Cell Reports*. - 2002. - Vol. 21. - P. 197-203.
22. Galvez, G.D. Somatic Embryogenesis and Regeneration of Plants in «Blanco Criollo» Garlic (*Allium sativum* L.) Cultivar / G.D. Galvez, S. Juan, R. Morales, K.V. Dominguez, K. Vazquez, A. Medina, R. Gomez-Kosky, L. Posada-Perez, K. Peña, B.S. Kukurtcu // *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*. - 2021. - Vol. 7. - P. 14-23. - DOI: 10.9790/264X-0703011423.
23. Gamborg, O.L. Culture methods and detection of glucanases in cultures of wheat and barley / O.L. Gamborg, D.E. Eveleigh // *Can. J. Biochem.* - 1968. - Vol. 46. - № 5. - P. 417-421.
24. Greedharry, P. In vitro Propagation of Garlic (*Allium sativum* L.) from Meristem Culture / P. Greedharry, K.I.D. Boodhram, C. Koyelas // *Current Agricultural Research*. - 2024. - Vol. 12. - Issue 2. - DOI: 10.12944/CARJ.12.2.10.
25. Haider, S. In vitro plantlet regeneration of four local garlic (*Allium sativum* L.) Accessions of Bangladesh / S. Haider, M. Hossain, S. Rahman, S. Sultana, T. Quddus, M. Chakraborty, A. Hoque, H. Shahriar, M.A. Ashrafal // *Biotechnology Journal International*. - 2015. - Vol. 8. - № 3. - P. 1-12. - DOI: 10.9734/BBJ/2015/18619.
26. Haque, M.S. Somatic Embryogenesis and Direct Shoot Bud Formation from in vitro Root Segments of Garlic (*Allium sativum* L.) / M.S. Haque // *Plant Tissue Culture and Biotechnology*. - 2023. - Vol. 33. - Issue 2. - P. 135-142. - DOI: 10.3329/ptcb.v33i2.70438.
27. Hassan, M.N. An efficient protocol for somatic embryogenesis of garlic (*Allium sativum* L.) using root tip as explant / M.N. Hassan, M.S. Haque, M.M. Hassan // *Journal of Bangladesh Agricultural University*. - 2014. - Vol. 12. - № 1. - P. 1-6. - DOI: 10.3329/jbau.v12i1.20747.
28. Keles, D. Somatic embryogenesis in garlic (*Allium sativum* L.) / D. Keles, H. Taskin, G. Baktemur, N.K. Yucel, S. Buyukalaca // *Acta Hort.* - 2011. - Vol. 923. - P. 39-45. - DOI: 10.17660/ActaHortic.2011.923.4.
29. Kereša, S. Production of Virus-Free Garlic Plants through Somatic Embryogenesis / S. Kereša, K. Kurtović, S.G. Ban, D. Vončina, I.H. Jerčić, S. Bolarić, B. Lazarević, S. Godena, D. Ban, A.B. Mihovilović // *Agronomy*. - 2021. - Vol. 11. - Issue 5. - P. 876. - DOI: 10.3390/agronomy11050876.
30. Khat, A. Callus culture and regeneration from root tip of garlic (*Allium sativum* L.) / A. Khat, A.A. Devi, K.E. Lawande // *Journal of Spices and Aromatic Crops*. - 2005. - Vol. 14. - № 1. - P. 1-6.
31. Kim, E. High frequency of shoot multiplication and bulblet formation of garlic in liquid cultures / E. Kim, E. Hahn, H. Murthy, K.Y. Paek // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. - 2003. - Vol. 73. - P. 231-236. - DOI: 10.1023/A:1023029302462.
32. Martín-Urdíroz, N. Effect of light on the organogenic ability of garlic roots using a one-step in vitro system / N. Martín-Urdíroz, J. Garrido-Gala, J. Martín, X. Barandiaran // *Plant Cell Rep.* - 2004. - Vol. 22. - № 10. - P. 721-724.
33. Mawalkar, M.S. Rapid in vitro plant regeneration of *Allium sativum* / M.S. Mawalkar, N.S. Chavan, R.R. Jagtap, S.S. Kharade // *J Pharmacogn Phytochem.* - 2018. - Vol. 7. - № SPI. - P. 3087-3089.
34. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Physiol Plant*. - 1962. - Vol. 15. - P. 473-497.



35. Murkute, A.A. In vitro scape and bulb formation in garlic (*Allium sativum*) / A.A. Murkute // *Current Horticulture*. - 2020. - Vol. 8. - Issue 2. - P. 44-46. - DOI: 10.5958/2455-7560.2020.00021.7.
36. Parreño, R. Turning Garlic into a Modern Crop: State of the Art and Perspectives / R. Parreño, E. Rodríguez-Alcocer, C. Martínez-Guardiola, L. Carrasco, P. Castillo, V. Arbona, S. Jover-Gil, H. Candela // *Plants*. - 2023. - Vol. 12. - Issue 6. - P. 1212. - DOI: 10.3390/plants12061212.
37. Pirayesh, N. Organellar calcium signaling in plants: An update / N. Pirayesh, M. Giridhar, A. Ben Khedher, U.C. Vothknecht, F. Chigri // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research*. - 2021. - Vol. 1868. - Issue 4. - Article 118948. - DOI: 10.1016/j.bbamcr.2021.118948.
38. Rajni, K. In-vitro regeneration in long-day garlic (*Allium sativum*) / K. Rajni, J.K. Ranjan, R. Pragya, B. Das, B.L. Attri // *Current Horticulture*. - 2022. - Vol 10. - Issue. 1. - P. 37-40. - DOI: 10.5958/2455-7560.2022.00007.3.
39. Robledo-Paz, A. Efficient plant regeneration of garlic (*Allium Sativum* L.) by root-tip culture / A. Robledo-Paz, V.M. Villalobos-Arámbula, A.E. Jofre-Garfias // *In Vitro Cell.Dev.Biol.-Plant*. - 2000. - Vol. 36. - P. 416-419. - DOI: 10.1007/s11627-000-0075-6.
40. Salam, M. Callus induction and regeneration of Indigenous garlic (*Allium sativum* L.) / M. Salam, M.R. Ali, M. Ali, K.A. Alam, S. Reza, S. Islam, S.M.M. Rahman // *J. Plant Physiol.* - 2008. - Vol. 3. - P. 33-39. - DOI:10.3923/ajpp.2008.33.39.
41. Tirado, B. In Vitro Conservation of Mexican Garlic Varieties by Minimal Growth / B. Tirado, V.M. Gomez-Rodriguez, C.I. Cruz-Cardenas, L.X. Zelaya-Molina, H. Ramirez-Vega, G. Sandoval-Cancino // *Plants*. - 2023. - Vol. 12(23). - P. 3929. - DOI: 10.3390/plants12233929.
42. Yanmaz, R. In vitro plant regeneration and bulblet formation of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum*) by shoot and root culture / R. Yanmaz, E. Yazar, K.Y. Kantoğlu, A. Alper // *Acta Horticulturae*. - 2010. - Vol. 923. - P. 39-45. - DOI: 10.17660/ActaHortic.2011.923.4.
43. Yarmus, I. Pathogen Eradication in Garlic in the Phytobiome Context: Should We Aim for Complete Cleaning? / I. Yarmus, D. Gelbart, E. Shemesh-Mayer, D.D. Teper, D. Ment, A. Faigenboim, R. Peters, R. Kamenetsky-Goldstein // *Plants*. - 2023. - Vol 12(24). - P. 4125. - DOI: 10.3390/plants12244125.
44. Yu, S. Cytokinin-mediated shoot proliferation and its correlation with phytoremediation effects in Cd-hyperaccumulator ecotype of *Sedum alfredii* / S. Yu, A. Zehra, Z.A. Sahito, W. Wang, S. Chen, Y. Feng, Z. He, X. Yang // *Science of the Total Environment*. - 2024. - Vol. 912. - Article 168993. - DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.168993.

**Алексей Васильевич Поляков**

Профессор, главный научный сотрудник сектора агробиотехнологий лаборатории репродуктивной биотехнологии предбридингового центра  
E-mail: vita100plus@yandex.ru

**Aleksey Vasilyevich Polyakov**

Professor, chief researcher of the agrobiotechnology sector of the reproductive biotechnology laboratory of the pre-breeding center  
E-mail: vita100plus@yandex.ru

**Евгений Игоревич Стружкин**

Младший научный сотрудник сектора агробиотехнологий лаборатории репродуктивной биотехнологии предбридингового центра  
старший лаборант кафедры общей биологии и биоэкологии факультета естественных наук  
E-mail: struzhkinevgeny@yandex.ru

**Evgeny Igorevich Struzhkin**

Junior researcher of the agrobiotechnology sector of the laboratory of reproductive biotechnology of the pre-breeding center  
senior laboratory assistant at the Department of General Biology and Bioecology of the Faculty of Natural Sciences  
E-mail: struzhkinevgeny@yandex.ru

**ВНИИО — филиал ФГБНУ ФНЦО**

140153, Россия, Московская область, Раменский район, деревня Vereya, строение 500

**VNIIO – branch of FSBSI FSVC**

building 500, Vereya village, Ramensky district, Moscow region, 140153, Russia

«Государственный университет просвещения»  
141014, Россия, г.о. Мытищи, ул. Веры Волошиной,  
24

«State University of Education»  
24, Vera Voloshina St., Mytishchi, 141014, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2025-68-3-34-44  
УДК 631.81: 63505.1/8

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

### ВЛИЯНИЕ СХЕМ ПОСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН ТЫКВЫ МУСКАТНЫХ СОРТОВ

Урожай семян тыквы с единицы площади зависит от семенной продуктивности одного растения и количества растений при уборке. Одним из факторов, повлиявших на урожайность семян тыквы, при экстремальных погодных условиях в период вегетации 2024 года, была густота стояния растений. Наблюдения показали, что уменьшение площади питания сдерживало развитие растений. На момент уборки биомасса растений тыквы сорта Фундушок при загущенных посевах была в 1,7-1,8 раза меньше, а у сорта тыквы Ромашечка – в 2,0-2,5 раза, чем при посеве по схеме 2,0×1,0 м. Такая же закономерность была отмечена при анализе площади питания растений. Чем меньше площадь питания, тем меньше сформировался ассимиляционный аппарат; у сорта Фундушок на 23-33 % и у сорта Ромашечка на 23-60 %. Чем меньше площадь листьев, тем меньше ассимилянтов участвовало в формировании урожая плодов и семян. Установлена прямая корреляционная зависимость количества ( $r=0,70$ ) и массы семян ( $r=0,96$ ) с одного растения от величины площади листьев. С загущением снижалось количество плодов на одном растении у сорта Фундушок в 1,4-1,5 раза и у сорта Ромашечка в 1,3-1,6 раза. Уменьшение площади питания влияло на семенную продуктивность одного растения; количество семян на сорте Фундушок уменьшалось на 49-51 % и у сорта Ромашечка – на 24-50 %. Такая же закономерность наблюдалась по снижению массы семян у сорта Фундушок на 4-51 % и у сорта Ромашечка на 25-49 %. Максимальный урожай плодов и семян по сортам был получен при схеме посева 2,0×1,0 м. Несмотря на то, что урожайность плодов у сорта Фундушок (18,27 т/га) была в два раза меньше, чем у сорта Ромашечка (36,0 т/га) по сортам собрано примерно одинаковое количество семян – 921,63 и 963,0 кг/га. По результатам исследований рекомендуется на семеноводческих участках тыквы мускатной сортов Фундушок и Ромашечка использовать схему посева 2,0×1,0 м.

**Ключевые слова:** мускатная тыква, семена, семеноводство, продуктивность, урожайность, площадь питания, всхожесть.

### THE INFLUENCE OF SOWING SCHEMES ON SEED YIELD OF BUTTERNUT SQUASH VARIETIES

The yield of pumpkin seeds per unit area was determined by the seed productivity of one plant and the number of plants at harvest. One of the factors that affected the yield of pumpkin seeds, under extreme weather conditions during the vegetation period of 2024, was the density of plants. Observations showed that the reduction in the nutrition area restrained the development of plants. At the time of harvesting, the biomass of the pumpkin plants of the variety Funduchok with dense sowing was 1.7-1.8 times less, and for the pumpkin variety Romashechka - 2.0-2.5 times less than when sowing according to the 2.0 × 1.0 m scheme. The same pattern was noted when analyzing the area of plant nutrition. The smaller the area of nutrition was, the less the assimilation apparatus was formed; in the variety Funduchok by 23-33 % and in Romashechka - by 23-60 %. The smaller the leaf area was, the fewer assimilants participated in the formation of the fruit and seed yield. A direct correlation was established between the number ( $r=0.70$ ) and weight of seeds ( $r=0.96$ ) from one plant and the leaf area. With thickening, the number of fruits per plant decreased by 1.4-1.5 times for the variety Funduchok and by 1.3-1.6 times for the variety Romashechka. A decrease in the nutrition area affected the seed productivity of one plant; the number of seeds on the variety Funduchok decreased by 49-51 % and on Romashechka - by 24-50 %. The same pattern was observed for the reduction in seed weight in the variety Funduchok by 4-51 % and in Romashechka - by 25-49 %. The maximum yield of fruits and seeds by variety was obtained with a sowing pattern of 2.0 × 1.0 m. Despite the fact that the fruit yield of the variety Funduchok variety (18.27 t/ha) was two times less than that of the variety Romashechka (36.0 t/ha), approximately the same number of seeds were collected by variety - 921.63 and 963.0 kg/ha. According to the research results, it is recommended to use a sowing pattern of 2.0 × 1.0 m in seed production plots of the nutmeg pumpkin varieties Funduchok and Romashechka.

**Key words:** nutmeg pumpkin, seeds, seed production, productivity, yield, nutrition area, germination.

### Введение

Вопросы повышения урожая семян тыквы, как и других культур, тесно связаны с густотой стояния растений [3, 4]. Выбор площади питания растений является одним из наиболее важных, коренных вопросов возделывания любой сельскохозяйственной культуры [6]. Благодаря оптимальной площади питания можно значительно повысить урожайность семян и соответственно снизить себестоимость производства. С целью получения максимального урожая семян необходимо площадь питания уменьшать до некоторого предела. Этот предел будет соответствовать площади питания, при которой начинается резкое ухудшение условий роста растений и снижение урожайности [2]. При ухудшении условий жизни растений снижение продуктивности связано с уменьшением их освещенности, сокращением листовой поверхности одного растения и уменьшением ветвистости [18, 19, 20]. По многим культурам по мере загущения снижается индивидуальная продуктивность растения, однако, урожай с гектара повышается за счет увеличения (до определенного предела) количества растений [17]. Растения необходимо размещать при оптимальной площади питания, при которой достигается не наибольшая продуктивность отдельного растения, а получение максимального урожая семян с единицы площади [8, 11].

Во многом величину площади питания определяют биологические и почвенно-климатические факторы [10]. Для уточнения основных параметров технологии семеноводства новых сортов тыквы Фундучок и Ромашечка в Центральной зоне Краснодарского края требуется проведение исследований. Для получения урожая семян с высокими посевными качествами выбор площади питания растений тыквы является одним из наиболее важных вопросов [7, 14]. Отсюда актуальность данной работы в указанном направлении.

### Цель исследований

Изучить влияние площади питания на агробиологические показатели растений тыквы мускатной. Выделить оптимальную схему посева, обеспечивающую максимальную урожайность семян с сохранением высоких показателей посевных качеств.

### Материалы и методы

Исследования проводили на селекционно-семеноводческом участке отдела овощеводства ФГБНУ «ФНЦ риса», расположенном в Центральной зоне Краснодарского края. Особенность погодных условий в период вегетации 2024 года в том, что осадков выпало 58 % (184 мм) от среднегодовой нормы (317 мм). Сумма активных температур составила 4022 0С, что на 20 % выше среднегодовой нормы (3379 0С). Недостаточное обеспечение влагой и высокие температуры отразились на росте и развитии растений тыквы при выращивании на богаре [1, 10].

Объект исследований: новые сорта мускатной тыквы Фундучок и Ромашечка. Оба сорта универсаль-

ного назначения, предназначены для выращивания на полях товаропроизводителей и на приусадебных участках. У сорта Фундучок от появления всходов до уборки урожая проходит 110-115 дней. Плоды округлой формы, слегка сегментированные, кирпично-оранжевого цвета, массой от 1,0 до 2,5 кг. Мякоть плотная красно-оранжевая с ароматом моркови, содержит сухого вещества от 6,0 до 12 % и каротина 14-18 мг %. Высокоурожайный сорт, устойчив к экстремальным условиям среды, выдерживает транспортировку на длительное расстояние и хранится более 1 года [16]. Сорт Ромашечка относится к группе позднеспелых сортов (118-125 дней). Плоды сильно-сплюснутой формы, глубоко-сегментированные, кирпично-оранжевого цвета массой от 5,0 до 15 кг и более. Мякоть красно-оранжевая, толстая (7-10 см), плотная, ароматная, сладкая с содержанием сухого вещества от 6,0 до 12,0 % и каротина до 22 мг%. Высокоурожайный сорт, устойчив к экстремальным условиям среды, выдерживает транспортировку на длительное расстояние и хранится до 85 - 95 дней.

Схемы посева: 2,0×0,5 м (площадь питания 1,0 м<sup>2</sup>); 2,0×0,75 м (площадь питания 1,5 м<sup>2</sup>); 2,0×1,0 м контроль (площадь питания 2,0 м<sup>2</sup>). Повторность опыта 3<sup>х</sup> кратная. Расположение делянок систематическое. Исследовательская работа, учеты, наблюдения, математический анализ и статистическая обработка результатов проводились в соответствии с общепринятыми методиками в овощеводстве [5, 9].

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.

Агротехнические мероприятия по выращиванию и защитные мероприятия на опытных семеноводческих участках выполняли в соответствии с разработанными рекомендациями для Центральной зоны Краснодарского края [15].

### Результаты и обсуждение

Известно, что величина урожая плодов и семян зависит от работы фотосинтетического аппарата и характера распределения образуемых пластических веществ на формирование репродуктивных органов и других частей растения. При увеличении густоты стояния растения конкурировали из-за питания и воды, что отразилось на накоплении сырой биомассы растений, количества листьев и площади листовой поверхности [13]. У мелкоплодной тыквы сорта Фундучок меньше всего было накоплено

сырой биомассы при площади питания растений 1,0 м<sup>2</sup> и 1,5 м<sup>2</sup>. При схеме посева 2,0×1,0 м у растения сырая биомасса была в 1,7 раз больше. При уменьшении густоты стояния на сорте Ромашечка заметна тенденция к увеличению сырой биомассы в 2,0-2,5 раза. Существенное влияние на количество листьев оказал генотип растений. На растениях тыквы в фазу окрашивания плодов у сорта Фундучок в среднем было от 62 до 103 штук листьев, количество которых увеличивалось с увеличением площади питания. У тыквы сорта Ромашечка количество листовых пластинок было в 2,0-2,7 раза больше, чем у сорта Фундучок, число которых так же увеличивалось с увеличением площади питания. Доля влияния генотипа сортов на количество листьев на растении составила 30,8 %. Густота посева оказала влияние на площадь листьев, которая увеличивалась с увеличением площади питания одного растения. Из-за стресса в период вегетации, вызванного экстремально высокими температурами на фоне низкой влагообеспеченности, при слабом развитии растений листовой коэффициент сорта Фундучок, посеянного по схеме 2,0×0,75 м и 2,0×1,0 м, был ниже единицы. Растения полностью не перекрыли

занимаемую площадь поля. На этом сорте только при загущенном посеве из-за большого количества растений на гектаре листовой коэффициент был выше единицы (1,1). У тыквы сорта Ромашечка листовой коэффициент значительно выше, чем у сорта Фундучок. Благодаря большому количеству листьев и их площади при посеве по схеме 2,0×0,75 м и 2,0×1,0 м листовой коэффициент был максимальный. При загущенном посеве (2,0×0,5 м) из-за конкуренции в питании и воде между растениями листовой коэффициент был в 1,2 раза меньше. Чем меньше площадь листьев, тем меньше ассимилянтов участвовало в формировании урожая плодов и семян. Установлена прямая корреляционная зависимость количества ( $r = 0,70$ ) и массы семян ( $r = 0,96$ ) с одного растения от величины площади листьев. Генотип сортов не оказал существенного влияния на количество женских цветков на растении, которое незначительно менялось при разной густоте посева. Однако отмечено существенное влияние генотипа на количество мужских цветков, которых было существенно больше у сорта Ромашечка. На сорте Фундучок при уменьшении густоты посева заметно увеличение количества мужских цветков (табл. 1, 2).

**Таблица 1. Влияние густоты посева на биометрические показатели одного растения тыквы в фазу окрашивания плодов (средние значения)**

| Вариант, (фактор В)           | Сырая биомасса растений, кг | Листья      |                         |                      | Кол-во цветков, шт. |         |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------------------|----------------------|---------------------|---------|
|                               |                             | кол-во, шт. | площадь, м <sup>2</sup> | листовой коэффициент | жен. ♀              | м. ♂    |
| Фундучок                      |                             |             |                         |                      |                     |         |
| 2,0×0,5 м                     | 1,04                        | 62          | 1,15                    | 1,10                 | 3                   | 58      |
| 2,0×0,75 м                    | 1,04                        | 84          | 1,0                     | 0,63                 | 4                   | 95      |
| 2,0×1,0 м<br>контроль         | 1,68                        | 103         | 1,49                    | 0,71                 | 4                   | 123     |
| Ромашечка                     |                             |             |                         |                      |                     |         |
| 2,0×0,5 м                     | 1,36                        | 125         | 1,37                    | 1,30                 | 3                   | 159     |
| 2,0×0,75 м                    | 2,67                        | 198         | 2,54                    | 1,61                 | 5                   | 233     |
| 2,0×1,0 м<br>контроль         | 3,45                        | 283         | 3,39                    | 1,61                 | 7                   | 219     |
| НСР <sub>0,5</sub> (фактор А) | Fф < Fт                     | 86,6        | Fф < Fт                 | 0,48                 | Fф < Fт             | 75,2    |
| НСР <sub>0,5</sub> (фактор В) | Fф < Fт                     | Fф < Fт     | Fф < Fт                 | Fф < Fт              | Fф < Fт             | Fф < Fт |
| НСР <sub>0,5</sub> (АВ)       | Fф < Fт                     | Fф < Fт     | Fф < Fт                 | Fф < Fт              | Fф < Fт             | Fф < Fт |

**Таблица 2. Доля влияния схемы посева на биометрические показатели одного растения тыквы в фазу созревания плодов (для средних значений)**

| Источник вариации       | Сырая биомасса растений | Кол-во листьев | Площадь листьев | Листовой коэффициент | Кол-во цветков, шт. |        |
|-------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|----------------------|---------------------|--------|
|                         |                         |                |                 |                      | жен. ♀              | муж. ♂ |
| Фактор А (сорт)         | 22,75                   | 30,38          | 16,38           | 29,73                | 10,16               | 31,95  |
| Фактор В (схема посева) | 9,59                    | 8,93           | 19,8            | 18,16                | 11,67               | 10,29  |
| Взаимодействие АВ       | 1,58                    | 2,77           | 2,74            | 1,79                 | 2,46                | 2,57   |
| Остаток                 | 66,08                   | 57,92          | 61,08           | 50,32                | 75,71               | 55,19  |

К началу окрашивания плодов длина главного стебля сортов тыквы практически была одинаковой, только у сорта Ромашечка видно тенденцию увеличения длины с увеличением площади питания. У сортов тыквы количество боковых стеблей 2-го порядка меньше всего на растениях при загущенном посеве. С увеличением площади питания их количество увеличивается. Отмечено существенное влияние генотипа сортов и схемы посева на количество боковых

побегов 3-го порядка. Длина боковых побегов 2-го и 3-го порядка в основном зависела от сорта. Между сортами была существенная разница по длине боковых побегов 2-го порядка. В целом у сорта Ромашечка длина боковых побегов заметно длиннее, чем у сорта Фундучок, особенно при увеличении площади питания. Доля влияния особенностей сорта составила более 20 %, а влияние фактора площадь питания более 33 % (табл. 3, 4).

**Таблица 3. Влияние схем посева на длину стеблей главного, 2-го и 3-го порядка одного растения тыквы мускатной в фазу созревания плодов, (средние значения)**

| Вариант,<br>(фактор В)        | Стебель                |                         |              |                   |              |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|-------------------|--------------|
|                               | Главный /<br>длина, см | Количество боковых, шт. |              | Длина боковых, см |              |
|                               |                        | 2-го порядка            | 3-го порядка | 2-го порядка      | 3-го порядка |
| Фундучок (фактор А)           |                        |                         |              |                   |              |
| 2,0×0,5 м                     | 265,3                  | 1,6                     | 2,0          | 73,7              | 14,3         |
| 2,0×0,75 м                    | 198,7                  | 7,7                     | 0,7          | 52,8              | 11,5         |
| 2,0×1,0 м контроль            | 231,3                  | 5,0                     | 2,6          | 104,6             | 9,4          |
| Ромашечка (фактор А)          |                        |                         |              |                   |              |
| 2,0×0,5 м                     | 261,7                  | 4,6                     | 3,0          | 135,5             | 24,3         |
| 2,0×0,75 м                    | 345,6                  | 5,3                     | 5,6          | 203,5             | 42,3         |
| 2,0×1,0 м контроль            | 396,7                  | 7,0                     | 5,0          | 160,2             | 77,6         |
| НСР <sub>0,5</sub> (фактор А) | Fф < Fт                | Fф < Fт                 | 2,03         | 62,73             | Fф < Fт      |
| НСР <sub>0,5</sub> (фактор В) | Fф < Fт                | Fф < Fт                 | 2,87         | Fф < Fт           | Fф < Fт      |
| НСР <sub>0,5</sub> (АВ)       | Fф < Fт                | Fф < Fт                 | Fф < Fт      | Fф < Fт           | Fф < Fт      |

**Таблица 4. Доля влияния схемы посева на длину стеблей главного, 2-го и 3-го порядка одного растения тыквы мускатной в фазу созревания плодов, (для средних значений)**

| Источник вариации       | Главный | боковые      |              |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|
|                         |         | 2-го порядка | 3-го порядка |
| Фактор А (сорт)         | 13,81   | 31,13        | 20,31        |
| Фактор В (схема посева) | 7,76    | 13,63        | 12,85        |
| Взаимодействие АВ       | 12,41   | 0,09         | 7,35         |
| Остаток                 | 66,02   | 55,15        | 59,49        |

На фоне высоких температур и недостаточного увлажнения генотип сортов и схема посева не оказали существенного влияния на количество плодов на одном растении. Однако на сортах видно тенденцию увеличения количества плодов с увеличением площади питания. Существенная разница между сортами отмечена по массе одного плода. Доля влияния гено-

типа составила 39,66 %. У тыквы сорта Ромашечка плоды в среднем более чем в два раза крупнее. На обоих сортах заметна тенденция увеличения массы плода при увеличении площади питания, однако, разница между вариантами в пределах ошибки опыта (табл. 5, 6).

**Таблица 5. Количество плодов на одном растении и масса одного плода при разной схеме посева**

| Вариант,<br>(фактор В)  | Количество плодов на одном растении, шт. |     |         | Масса одного плода, кг |      |         |
|---|--|-----|---------|------------------------|------|---------|
|   | min                                      | max | среднее | min                    | max  | средняя |
| Фундучок (фактор А)   |  |     |         |                        |      |         |
| 2,0×0,5 м   | 1  | 3   | 2,1     | 0,48                   | 1,26 | 0,89    |
| 2,0×0,75 м  | 1  | 3   | 2,3     | 0,35                   | 1,41 | 0,99    |
| 2,0×1,0 м контроль  | 2  | 4   | 3,2     | 0,62                   | 1,91 | 1,17    |
| Ромашечка (фактор А)  |  |     |         |                        |      |         |
| 2,0×0,5 м   | 1  | 2   | 1,25    | 1,57                   | 5,49 | 2,61    |
| 2,0×0,75 м  | 1  | 3   | 1,5     | 0,91                   | 3,85 | 3,54    |
| 2,0×1,0 м контроль  | 1  | 4   | 2,0     | 0,42                   | 4,84 | 3,64    |
| Для количества плодов: Фактор (А) F ф. 1,17 <F т. 4,75<br>Фактор (В) F ф. 1,36 <F т. 3,89<br>Взаимодействие (АВ) F ф. 0,10 <F т. 3,89 |  |     |         |                        |      |         |
| Для массы плода: Фактор (А) F ф. 8,07 > F т. 4,75<br>Фактор (В) F ф. 0,04 <F т. 3,89<br>Взаимодействие (АВ) F ф. 0,10 <F т. 3,89      |  |     |         |                        |      |         |

**Таблица 6. Доля влияния схемы посева на количество плодов на одном растении и массу одного плода**

| Источник вариации       | Количество плодов | Масса одного плода |
|-------------------------|-------------------|--------------------|
| Фактор А (сорт)         | 7,25              | 39,66              |
| Фактор В (схема посева) | 16,91             | 0,41               |
| Взаимодействие АВ       | 1,19              | 0,94               |
| Остаток                 | 74,64             | 58,99              |

По количеству семян и их массе в одном плоде существенная разница между сортами. Доля влияния генотипа на количество семян - 31,06 %, на массу семян - 67,51 %. Количество семян у сорта Ромашечка в 1,6-1,8 раз больше, чем в плодах сорта Фундучок. Семена у Ромашечки значительно крупнее, чем у Фундучка. Соответственно разница

по массе в одном плоде существенно больше (в 3,1-3,7 раза). По всем вариантам опыта прослеживается тенденция увеличения количества и массы семян с увеличением площади питания. Максимальное количество и масса семян получена при схеме посева 2,0×1,0 м (табл. 7, 8).

**Таблица 7. Количество и масса семян в одном плоде при разной схеме посева**

| Вариант,<br>(фактор В)  | В одном плоде семян |     |         |          |     |         |
|---|---------------------|-----|---------|----------|-----|---------|
|   | Количество, шт.     |     |         | Масса, г |     |         |
|   | min                 | max | среднее | min      | max | среднее |
| Фундучок (фактор А)   |                     |     |         |          |     |         |
| 2,0×0,5 м   | 65                  | 218 | 158,8   | 7        | 16  | 12,6    |
| 2,0×0,75 м  | 102                 | 255 | 165,4   | 6        | 22  | 13,0    |
| 2,0×1,0 м контроль  | 116                 | 327 | 223,2   | 7        | 30  | 18,1    |
| Ромашечка (фактор А)  |                     |     |         |          |     |         |
| 2,0×0,5 м   | 132                 | 426 | 281,5   | 27       | 60  | 39,3    |
| 2,0×0,75 м  | 154                 | 446 | 287,1   | 36       | 73  | 48,4    |
| 2,0×1,0 м контроль  | 263                 | 487 | 361,6   | 40       | 78  | 64,3    |
| Для количества семян: Фактор (А) F ф. 6,19 > F т. 4,75<br>Фактор (В) F ф. 0,85 <F т. 3,89<br>Взаимодействие (АВ) F ф. 0,02 <F т. 3,89 |                     |     |         |          |     |         |
| Для массы семян: Фактор (А) F ф. 31,18 > F т. 4,75<br>Фактор (В) F ф. 1,20 <F т. 3,89<br>Взаимодействие (АВ) F ф. 0,30 <F т. 3,89     |                     |     |         |          |     |         |

**Таблица 8. Доля влияния схемы посева на количество и массу семян в одном плоде**

| Источник вариации        | Количество семян | Масса семян |
|--------------------------|------------------|-------------|
| Фактора А (сорт)         | 31,06            | 67,51       |
| Фактора В (схема посева) | 8,49             | 5,2         |
| Взаимодействие АВ        | 0,21             | 1,3         |
| Остаток                  | 60,24            | 25,99       |

У сортов тыквы заметна тенденция увеличения количества семян, полученных на одном растении, с увеличением площади питания. При схеме посева 2,0×1,0 м получено максимальное количество семян, что в два раза больше чем при посеве по схеме 2,0×0,5 м. Аналогичная тенденция в – увеличении массы семян при увеличении площади питания.

По массе семян с одного растения заметна существенная разница между сортами, так как семена у Ромашечки крупнее. Доля влияния схемы посева на семенную продуктивность составила 38,43 % и, влияние сортотипа на массу семян с одного растения составила 39,52 % (табл. 9, 10).

**Таблица 9. Влияние схемы посева на показатели семенной продуктивности одного растения**

| Вариант, (фактор В)   | Семян с одного растения |     |         |          |       |         |
|---|-------------------------|-----|---------|----------|-------|---------|
|   | Количество, шт.         |     |         | Масса, г |       |         |
|   | min                     | max | среднее | min      | max   | среднее |
| Фундучок (фактор А)   |                         |     |         |          |       |         |
| 2,0×0,5 м   | 259                     | 479 | 349,4   | 19,8     | 30,8  | 28,6    |
| 2,0×0,75 м  | 231                     | 561 | 363,9   | 23,1     | 37,7  | 29,4    |
| 2,0×1,0 м контроль  | 536                     | 851 | 714,6   | 39,0     | 72,3  | 57,9    |
| Ромашечка (фактор А)  |                         |     |         |          |       |         |
| 2,0×0,5 м   | 190                     | 532 | 358,9   | 13,8     | 97,5  | 49,1    |
| 2,0×0,75 м  | 422                     | 669 | 546,0   | 60,8     | 90,0  | 72,6    |
| 2,0×1,0 м контроль  | 533                     | 789 | 723,2   | 81,0     | 109,5 | 96,4    |
| Для количества семян: Фактор (А) F ф. 0,30 < F т. 4,75<br>Фактор (В) F ф. 3,85 < F т. 3,89<br>Взаимодействие (АВ) F ф. 0,02 < F т. 3,89                           |                         |     |         |          |       |         |
| Для массы семян: Фактор (А) F ф. 13,50 > F т. 4,75<br>Фактор (В) F ф. 3,68 < F т. 3,89<br>Взаимодействие (АВ) F ф. 0,64 < F т. 3,89<br>НСР <sub>0,5</sub> - 18,35 |                         |     |         |          |       |         |

**Таблица 10. Доля влияния схемы посева на показатели семенной продуктивности одного растения**

| Источник вариации        | Количество семян | Масса семян |
|--------------------------|------------------|-------------|
| Фактора А (сорт)         | 1,52             | 39,52       |
| Фактора В (схема посева) | 38,43            | 21,57       |
| Взаимодействие АВ        | 0,15             | 3,78        |
| остаток                  | 59,9             | 35,13       |

Максимальный урожай плодов был собран с растений, посеянных по схеме 2,0×1,0 м: на сорте Фундучок – 18,72 т/га, на сорте Ромашечка – 36,4 т/га. На сорте тыквы Ромашечка при увеличении площади питания незначительно, но увеличивалась урожайность плодов. Минимальный урожай плодов на сорте Фундучок был собран при схеме посева 2,0×0,75 м. Сравнивая урожайность между сортами при разной густоте посева урожайность мелко-

плодной тыквы сорта Фундучок значительно меньше (1,9...2,3 раза), чем у сорта Ромашечка, плоды которой значительно крупнее. Урожайность семян зависит от количества плодов. У сорта Фундучок масса плодов меньше, но их количество значительно больше, чем у сорта Ромашечка. При меньшей урожайности плодов, семян получено такое же количество, как у сорта Ромашечка. На обоих сортах максимальная урожайность семян была получена при схеме

посева 2,0×1,0 м. У сорта Ромашечка увеличение густоты посева существенно снижало урожайность семян. Самая низкая урожайность семян у сорта Фундучок при площади питания одного растения

1,5 м<sup>2</sup>. Для генотипов обоих сортов на урожайность плодов – 54,73 %, а доля влияния густоты посева на урожайность семян более 40 % (табл. 11, 12).

**Таблица 11. Влияние схемы посева на урожайность плодов и семян**

| Вариант,<br>(фактор В)  | Плодов, т/га |       |         | Семян, кг/га   |         |         | % семян<br>от массы<br>плодов<br>(среднее) |
|---|--------------|-------|---------|--|---------|---------|--|
|   | min          | max   | среднее | min  | max     | среднее |  |
| Фундучок (фактор А)   |              |       |         |  |         |         |  |
| 2,0×0,5 м   | 10,56        | 27,72 | 17,69   | 435,60   | 677,60  | 629,21  | 3,2  |
| 2,0×0,75 м  | 5,16         | 20,78 | 15,26   | 340,49   | 555,69  | 433,36  | 2,8  |
| 2,0×1,0 м<br>контроль   | 9,92         | 30,56 | 18,72   | 624,0  | 1156,80 | 921,63  | 4,9  |
| Ромашечка (фактор А)  |              |       |         |  |         |         |  |
| 2,0×0,5 м   | 19,62        | 68,62 | 32,63   | 172,50   | 1218,75 | 613,74  | 1,9  |
| 2,0×0,75 м  | 9,15         | 38,69 | 35,58   | 611,04   | 904,50  | 729,63  | 2,1  |
| 2,0×1,0 м<br>контроль   | 4,20         | 48,40 | 36,40   | 810,0  | 1095,0  | 963,0   | 2,9  |
| Для плодов: Фактор (А) F ф. 18,42 > F т. 4,75<br>Фактор (В) F ф. 22,80 > F т. 3,89<br>Взаимодействие (АВ) F ф. 3,65 < F т. 3,89 |              |       |         | HCP <sub>0,5</sub> - 6,49<br>HCP <sub>0,5</sub> - 9,18 |         |         |  |
| Для семян: Фактор (А) F ф. 1,74 < F т. 4,75<br>Фактор (В) F ф. 4,95 > F т. 3,89<br>Взаимодействие (АВ) F ф. 0,33 < F т. 3,89    |              |       |         | HCP <sub>0,5</sub> - 292,22                            |         |         |  |

**Таблица 12. Доля влияния схемы посева на урожайность плодов и семян**

| Источник вариации        | Плодов | Семян |
|--------------------------|--------|-------|
| Фактора А (сорт)         | 22,11  | 7,18  |
| Фактора В (схема посева) | 54,73  | 40,75 |
| Взаимодействие АВ        | 8,77   | 2,68  |
| Остаток                  | 14,39  | 49,39 |

При выделении семян получается значительный объем мякоти плодов. На семена в зависимости от сорта приходится у Фундучка – 2,8...4,9 % и у Ромашечки – 1,9...2,9 % от массы плодов (табл. 11). Мякоть после выделения семян можно использовать в качестве сочных кормов, изготовления кормовых витаминизированных добавок и др. При выделении семян в условиях консервных заводов, где мякоть тыквы используют для получения концентрированной пульпы. Для перерабатывающей промышленности важное значение имеет качество мякоти, которое в первую очередь определяется количеством сухих растворимых веществ СРВ. С загущением из-за конкуренции между растениями, условия жиз-

недеятельности ухудшаются, что также приводит к меньшему накоплению сухих растворимых веществ. Такую закономерность видно у сорта тыквы Фундучок. В мякоти плодов сорта Ромашечка больше всего показатели СРВ при схеме посева 2,0×0,5 м. Несколько меньше показатели, но в пределах ошибки опыта, при разреженном посеве 2,0×1,0 м. Существенно меньше накопилось при площади питания одного растения 1,5 м<sup>2</sup>. Генотип сорта и густота посева оказала существенное влияние на накопление СРВ в мякоти плодов, но на долю площади питания приходилось – 67,74 %, в то время как на влияние сорта – 10,52 % (табл. 13, 14).



**Таблица 13. Влияние схемы посева на содержание сухих растворимых веществ (СРВ) в мякоти плодов**

| Вариант<br>(фактор В)                     | СРВ, % |                             |         |
|---|--------|-----------------------------|---------|
|   | min    | max                         | среднее |
| Фундучок (фактор А)                       |        |                             |         |
| 2,0×0,5 м                                 | 5,8    | 7,5                         | 6,4     |
| 2,0×0,75 м                                | 6,2    | 7,5                         | 6,8     |
| 2,0×1,0 м контроль                        | 6,0    | 7,9                         | 6,9     |
| Ромашечка (фактор А)                      |        |                             |         |
| 2,0×0,5 м                                 | 6,5    | 8,5                         | 8,2     |
| 2,0×0,75 м                                | 5,5    | 8,0                         | 6,8     |
| 2,0×1,0 м контроль                        | 7,0    | 8,0                         | 7,7     |
| Фактор (А) F ф.6,30 > F т. 4,75           |        | HCP <sub>0,5</sub> - 292,22 |         |
| Фактор (В) F ф. 20,29 > F т. 3,89         |        | HCP <sub>0,5</sub> - 292,22 |         |
| Взаимодействие (АВ) F ф. 0,51 < F т. 3,89 |        |                             |         |

**Таблица 14. Доля влияния схемы посева на содержание сухих растворимых веществ (СРВ) в мякоти плодов**

| Источник вариации        | СРВ плодов |
|--------------------------|------------|
| фактора А (сорт)         | 10,52      |
| фактора В (схема посева) | 67,74      |
| взаимодействие АВ        | 1,7        |
| остаток                  | 20,04      |

При семеноводстве тыквы важно не только вырастить максимальный урожай семян, но и получить высококачественный посевной материал, соответствующий ГОСТу 28676.2-90. (Семена овощных, бахчевых и кормовых культур семейства тыквенных. Сортные и посевные качества. Технические условия). Густота посева оказала влияние на массу 1000 семян. У сорта Фундучок самые крупные семена получены при схеме посева 2,0×1,0 м, а самые щуплые (на 30 г легче) при площади питания 1,5 м<sup>2</sup>. У сорта Ромашечка с увеличением площади питания увеличивалась масса семян. Энергию прорастания семян определяли на 4<sup>-е</sup> сутки и всхожесть – на 7<sup>-е</sup>. Энергия прорастания и всхожесть семян сортов тыквы за-

висели от массы, чем крупнее семена, тем выше показатели посевных качеств [12]. По посевным характеристикам семена сорта Фундучок уступали сорту Ромашечка, вероятнее всего из-за стрессовых погодных условий в период вегетации и меньшей устойчивости сорта Фундучок к экстремальным условиям среды.

Анализ на содержание в семенах N (азота) и белка показал, что процесс дозревания семян еще продолжался. Для получения семян с лучшими посевными характеристиками, особенно для сорта Фундучок, убранные плоды оставляют на дозаривание и затем выделяют семена. У сорта Ромашечка семена можно получить при уборке плодов (табл. 15).

**Таблица 15. Влияние площади питания на посевные качества семян и содержание белка в семенах**

| Вариант<br>(фактор В) | Масса 1000<br>семян,<br>г | Энергия<br>прорастания,<br>% | Всхожесть,<br>% | Содержание в семенах, % |       |
|-----------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------|-------------------------|-------|
|                       |                           |                              |                 | N (азота)               | белка |
| Фундучок              |                           |                              |                 |                         |       |
| 2,0×0,5 м             | 70                        | 76                           | 78              | 2,76                    | 17,25 |
| 2,0×0,75 м            | 60                        | 63                           | 63              | 2,67                    | 16,69 |
| 2,0×1,0 м<br>контроль | 90                        | 78                           | 82              | 2,26                    | 14,13 |
| Ромашечка             |                           |                              |                 |                         |       |
| 2,0×0,5 м             | 110                       | 90                           | 93              | 1,98                    | 12,67 |
| 2,0×0,75 м            | 130                       | 100                          | 100             | 2,20                    | 13,75 |
| 2,0×1,0 м<br>контроль | 160                       | 100                          | 100             | 3,55                    | 22,18 |

### Выводы

Вегетационный период тыквы в 2024 году протекал на фоне аномально высоких температур и минимального количества осадков. Это позволило оценить влияние площади питания растений на семенную продуктивность в экстремальных погодных условиях.

К уборке было заметно отставание в росте и развитии растений с увеличением густоты стояния; уменьшалась биомасса растений сорта Фундучок в 1,7-1,8 раза, у сорта Ромашечка в 2,0-2,5 раза; ассимиляционный аппарат сформировался у сорта Фундучок на 23-33 % меньше и у сорта Ромашечка на 23-60 % меньше, чем при площади питания 2,0 м<sup>2</sup>.

С загущением снижалось количество плодов на одном растении у сорта Фундучок в 1,4-1,5 раза и у сорта Ромашечка в 1,3-1,6 раза.

Уменьшение площади питания влияло на семенную продуктивность одного растения; количество семян на сорте Фундучок уменьшалось на 49-51 % и у сорта Ромашечка – на 24-50 %. Такая же закономерность наблюдалась по снижению массы семян у сорта Фундучок на 49-51 % и у сорта Ромашечка на 25-49 %.

Максимальный урожай плодов и семян по сортам был получен при схеме посева 2,0×1,0 м. Несмотря на то, что урожайность плодов у сорта Фундучок (18,27 т/га) была в два раза меньше, чем у сорта Ромашечка (36,0 т/га), по сортам собрано примерно одинаковое количество семян – 921,63 кг/га и 963,0 кг/га. На сорте Фундучок удалось собрать такое же количество семян благодаря большему количеству плодов, так как семенная продуктивность зависит не от размера плодов, а от их количества на гектаре. На фоне высоких температур и минимального количества осадков увеличение количества растений на гектаре не привело к увеличению урожайности семян.

По результатам анализа посевных качеств заметно снижения массы, энергии прорастания и всхожести семян при уменьшении площади питания. Для улучшения показателей посевных качеств у тыквы сорта Фундучок рекомендуется плоды после уборки оставлять на дозаривание. У сорта Ромашечка семена можно выделять при уборке плодов.

Владея прогнозом погоды на будущий год с возможными высокими температурами и минимальным количеством осадков рекомендуется на семеноводческих участках тыквы мускатной сортов Фундучок и Ромашечка использовать схему посева 2,0×1,0 м.

### Литература

1. Быковский, Ю.А. Вопросы бахчеводства в засушливых условиях Юго-Востока России/ Ю.А. Быковский. Николаевск, 2001. С. 5-189.
2. Варивода, Е.А. Влияние площадей питания на индекс плода в первичном семеноводстве арбуза / Е.А. Варивода, Т.Г. Колебошина, Н.Г. Байбакова, Д.С. Шапошников, Н.В. Кобкова // Овощи России. - 2018. - № 5 (43). - С. 36-39.
3. Варивода, Е. А. Основные результаты работы по селекции бахчевых культур в условиях Волгоградского Заволжья / Е. А. Варивода, Т. Г. Колебошина, Л. Н. Вербицкая // Овощи России. – 2020. – № 4. – С. 37-41.
4. Варивода, Е. А. Результаты сортоиспытания новых сортов и гибридов арбуза в богарных условиях Волгоградского Заволжья / Е. А. Варивода, Т. Г. Колебошина, С. В. Малухина // Рисоводство. – 2019. – № 4(45). – С. 84-88.
5. 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.
6. Кобкова, Н. В. Разработка инновационных технологий производства семян арбуза столового / Н. В. Кобкова // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2023. – № 148. – С. 188-192.
7. Коротцева, И. Б. Основные направления и задачи селекции тыквенных культур ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» / И. Б. Коротцева // Овощи России. – 2022. – № 4. – С. 5-10.
8. Лазыко, В.Э. Использование летних посевов в семеноводстве бахчевых культур / В.Э. Лазыко, О.В. Якимова // Сб. материалов «Современное состояние, проблемы и перспективы развития науки», 2019. – С. 176-178.
9. Литвинов, С.С. Методика опытного дела в овощеводстве. / С.С. Литвинов // М., 2011. - С. 648.
10. Лымарь, А. О. Площадь питания бахчевых растений и схемы посева /А.О. Лымарь, В.А. Подпрядов // Овощеводство. Режим доступа: <http://ovoshevodstvo.com/journal/browse/201208/article/756/>.
11. Пивоваров, В. Ф. Технологии механизированного производства семян овощных культур: учебное пособие для студентов / В.Ф. Пивоваров, Л.В. Павлов // Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева; - Москва: [б. и.], 2001. - 375 с.
12. Рябчикова, Н.Б. Влияние регуляторов роста и водорастворимых удобрений на лабораторную и полевую всхожесть семян тыквы крупноплодной и мускатной / Н.Б. Рябчикова, Д.С. Шапошников, С.М.

Надежкин // Овощи России. - 2023. - № 4. - С. 92-96.

13. Солдатенко, А. В. Селекция и семеноводство овощных культур - на инновационный путь развития / А. В. Солдатенко, В. Ф. Пивоваров, О. Н. Пышная [и др.] // Овощи России. - 2023. - № 1. - С. 5-13.

14. Химич, Г.А. Конвейер сортов тыквы столовой селекции ВНИИССОК / Г.А. Химич, И.Б. Коротцева // Овощи России. - 2018. - №1. - С. 63-65. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-1-63-65>. EDN XODPHF.

15. Цыбулевский, Н.И. Бахчевые культуры/ Н.И. Цыбулевский, Е.М. Кулиш, Л.А. Шевченко // (рекомендации) – Краснодар, 2009. – 34 с.

16. Якимова, О. В. Оценка и характеристика хозяйственно ценных признаков линий тыквы мускатной и крупноплодной порционного размера /О.В. Якимова, В.Э. Лазько // Овощи России. – 2020. – №. 5. – С. 49-53.

17. Якимова, О. В. Оценка экологической адаптивности сортов мускатной тыквы кубанской селекции / О. В. Якимова и др. // Рисоводство. – 2017. – №. 1. – С. 48-56.

18. Grumet, R. McCreight, Cecilia McGregor et al. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops. *Genes* / R. Grumet, D. James - 2021. – V. 12(8) P.12-22 [doi.org/10.3390/genes12081222](https://doi.org/10.3390/genes12081222).

19. Paris, H.S. *Encyclopedia of Applied Plant Sciences (Second Edition)* / H.S. Paris, Y. Tadmor, A.A. Schaffer // Cucurbitaceae Melons, Squash, Cucumber. - 2017. - № 3 – С. 209-217. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00063-0>

20. Salehi, B. Cucurbita Plants: From Farm to Industry / B. Salehi, J. Sharifi-Rad, E. Capanoglu, N. Adrar, G. Catalkaya, S. Shaheen, M. Jaffer, L. Giri, R. Suyal, A.K. Jugran, D. Calina, A.O. Docea, S. Kamiloglu, D. Kregiel, H. Antolak, E. Pawlikowska, S. Sen, K. Acharya, M. Bashiry, Z. Selamoglu, M. Martorell, F. Sharopov, N. Martins, J. Namiesnik, W.C. Cho // *Applied Science*. - 2019 – (9):3387. [doi:10.3390/app9163387](https://doi.org/10.3390/app9163387)

#### References

1. Bykovsky, Yu. A. Issues of melon growing in arid conditions of the South-East of Russia / Yu. A. Bykovsky. *Nikolaevsk*, 2001. - P. 5-189.

2. Varivoda, E. A. Influence of nutrition areas on the fruit index in primary seed production of watermelon / E. A. Varivoda, T. G. Koleboshina, N. G. Baibakova, D. S. Shaposhnikov, N. V. Kobkova // *Vegetables of Russia*. - 2018. - № 5 (43). - P. 36-39.

3. Varivoda, E. A. Main results of the work on the breeding of melon crops in the conditions of the Volgograd Trans-Volga region / E. A. Varivoda, T. G. Koleboshina, L. N. Verbitskaya // *Vegetables of Russia*. – 2020. – № 4. – P. 37-41.

4. Varivoda, E. A. Results of variety testing of new varieties and hybrids of watermelon in dryland conditions of the Volgograd Trans-Volga region / E. A. Varivoda, T. G. Koleboshina, S. V. Malueva // *Rice growing*. – 2019. – № 4 (45). – P. 84-88.

5. 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., suppl. and revised. stereo. ed. – М.: Alliance, 2014. – 351 p.

6. Kobkova, N. V. Development of innovative technologies for the production of table watermelon seeds / N. V. Kobkova // *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden*. - 2023. - № 148. - P. 188-192.

7. Korotseva, I. B. The main directions and tasks of breeding pumpkin crops of the Federal Scientific Center for Vegetable Growing / I. B. Korotseva // *Vegetables of Russia*. - 2022. - № 4. - P. 5-10.

8. Lazko, V. E. Use of summer crops in seed production of melons / V. E. Lazko, O. V. Yakimova // *Collection of materials «Current state, problems and prospects for the development of science»*, 2019. - P. 176-178.

9. Litvinov, S.S. Methodology of experimental work in vegetable growing. / S.S. Litvinov // М., 2011. - P. 648.

10. Lymar, A. O. Nutrition area of melon plants and sowing schemes / A.O. Lymar, V.A. Podpryadov // *Vegetable growing*. Access mode: <http://ovoshevodstvo.com/journal/browse/201208/article/756/>.

11. Pivovarov, V. F. Technologies of mechanized production of vegetable seeds: a textbook for students / V.F. Pivovarov, L.V. Pavlov // All-Russian Research Institute for Selection and Seed Production of Vegetable Crops, Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; - Moscow: [b. i.], 2001. - 375 p.

12. Ryabchikova, N.B. Effect of growth regulators and water-soluble fertilizers on laboratory and field germination of large-fruited and nutmeg pumpkin seeds / N.B. Ryabchikova, D.S. Shaposhnikov, S.M. Nadezhkin // *Vegetables of Russia*. - 2023. - № 4. - P. 92-96.

13. Soldatenko, A.V. Breeding and seed production of vegetable crops - on the innovative path of development / A.V. Soldatenko, V.F. Pivovarov, O.N. Pyshnaya [et al.] // *Vegetables of Russia*. - 2023. - № 1. - P. 5-13.

14. Khimich, G.A. Conveyor of table pumpkin varieties bred by VNISSOK / G.A. Khimich, I.B. Korotseva // *Vegetables of Russia*. - 2018. - № 1. - P. 63-65. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-1-63-65>. EDN XODPHF.

15. Tsybulevsky, N.I. Melons / N.I. Tsybulevsky, E.M. Kulish, L.A. Shevchenko // (recommendations) - Krasnodar, 2009. - 34 p.

16. Yakimova, O. V. Evaluation and characteristics of economically valuable traits of nutmeg and large-fruited pumpkin lines of portion size / O.V. Yakimova, V.E. Lazko // *Vegetables of Russia*. - 2020. - № 5. - P. 49-53.
17. Yakimova, O. V. Evaluation of ecological adaptability of nutmeg pumpkin varieties of Kuban breeding / O. V. Yakimova et al. // *Rice growing*. - 2017. - № 1. - P. 48-56.
18. Grumet, R. McCreight, Cecilia McGregor et al. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops. *Genes* / R. Grumet, D. James - 2021. - V. 12 (8) P.12-22 doi.org/10.3390/genes12081222
19. Paris, H.S. *Encyclopedia of Applied Plant Sciences (Second Edition)* / H.S. Paris, Y. Tadmor, A.A. Schaffer // Cucurbitaceae Melons, Squash, Cucumber. - 2017. - № 3. - P. 209-217. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00063-0>
20. Salehi, B. *Cucurbita Plants: From Farm to Industry* / B. Salehi, J. Sharifi-Rad, E. Capanoglu, N. Adrar, G. Catalkaya, S. Shaheen, M. Jaffer, L. Giri, R. Suyal, A.K. Jugran, D. Calina, A.O. Docea, S. Kamiloglu, D. Kregiel, H. Antolak, E. Pawlikowska, S. Sen, K. Acharya, M. Bashiry, Z. Selamoglu, M. Martorell, F. Sharopov, N. Martins, J. Namiesnik, W.C. Cho // *Applied Science*. - 2019 - (9):3387. doi:10.3390/app9163387

**Екатерина Викторовна Ковалева**

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

**Ekaterina V. Kovaleva**

Researcher of the laboratory of melon and onion crops  
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, Russian Federation

DOI 10.33775/1684-2464-2025-68-3-45-51  
УДК 631.452, 631.459

Гергель В. В.  
г. Краснодар, Россия

### ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ (ОБЗОР)

*Выявление и ранжирование лимитирующих агроэкологических факторов для произрастания культур, оценка земель, оптимальный выбор агротехнологий, прогноз урожайности и планируемых затрат приведут к успешному хозяйствованию на земле. Обеспечение максимальной урожайности за счет почвенного плодородия территории возможно только с использованием адресных сортовых агротехнологий, разработанных на основе комплексных полевых испытаний, которые интегрируют в себе биологические характеристики и агроэкологические требования к условиям возделывания, а также индивидуальные агротехнологии выращивания. Урожайность культур определяется, с одной стороны, соответствием условий участка агроэкологическим требованиям культур, а с другой – исполнением технологических регламентов возделывания и хозяйственно-производственными условиями, сложившимися на предприятии. Недостаток или избыток одного из компонентов плодородия почвы ограничивает возможность получения предполагаемого урожая сельскохозяйственных культур или ведет к гибели растения, а эффективное использование почвенного плодородия реализуется только в условиях единства почвы и растения. Учет интегрированного воздействия данных факторов на растения на каждом отдельном массиве рисовой системы, вплоть до чека, является условием успешного применения на практике принципов землепользования.*

**Ключевые слова:** плодородие, критерии оценки почв, рисовые севообороты, промежуточные культуры.

### THE MAIN CRITERIA FOR ASSESSING SOIL FERTILITY INDICATORS OF RICE IRRIGATION SYSTEMS (REVIEW)

*Identification and ranking of limiting agroecological factors for crop growth, land assessment, optimal choice of agricultural technologies, yield forecast, planned costs will lead to successful management of the land. Ensuring maximum yield due to the soil fertility of the territory is possible only with the use of targeted varietal agricultural technologies developed on the basis of comprehensive field tests that integrate their biological characteristics and agroecological requirements for cultivation conditions, as well as individual agricultural technologies for cultivation. The crop yield is determined, on the one hand, by the compliance of the site conditions with the agroecological requirements of the crops, and on the other hand, by the implementation of technological regulations for cultivation, and the economic and production conditions that have developed at the enterprise. Deficiency or excess of one of the components of soil fertility limits the possibility of obtaining the expected yield of agricultural crops or leads to the death of the plant, and the effective use of soil fertility is realized only in conditions of the unity of the soil and the plant. Taking into account the integrated impact of these factors on plants in each individual array of the rice system, right down to the check, is a condition for the successful practical application of land use principles.*

**Key words:** fertility, soil assessment criteria, rice crop rotations, intermediate crops.

Плодородие является важнейшим свойством почвы. Оно определяется совокупностью свойств и режимов, экологических условий, на фоне которых развивается почва. Научно-технический прогресс в земледелии во многом определяется приемами, направленными на воспроизводство почвенного плодородия [12, 35].

Основными формами почвенного плодородия являются потенциальное и действительное плодородие. Потенциальное плодородие характеризуется общими запасами питательных веществ, необходимых для растений, а также физическими, химическими, биохимическими, физико-химическими, свойствами почвы. Действительное (или эффективное) плодородие представляет собой почвенное свойство, характеризующееся доступными запасами питательных

веществ, необходимых для растений, а также агрофизическими, агрохимическими и другими агрономически важными свойствами почвы [16, 29, 33].

Обследование почв правобережной дельты Кубани было проведено в 1926–1927 гг. Итоги опубликованы в небольшой, но весьма содержательной работе Л.И. Иоозефовича, в которой дается генетическая характеристика основных почв района и схема их эволюции, указываются также пути хозяйственного использования. В ранее опубликованной статье Л.И. Иоозефович приводит краткую сводку культур технических данных о Приазовских плавнях [4].

В 1977 г. К.М. Авакян и А.Я. Ачканов провели почвенно-мелиоративное районирование зоны рисосеяния в дельте р. Кубани с учетом генетических элементов дельты, геоморфологии, степени

засоленности и дренированности территории. По характеру почвенного покрова в различных частях дельты, по особенностям тех или иных мероприятий, необходимых для оптимального использования массивов под рисосеяние выделено четыре почвенно-мелиоративных района. Рекомендовано строго дифференцировать приемы агротехнологий при эксплуатации рисовых систем в соответствии с характером почвенного покрова на каждом конкретном массиве [1].

Почвенные ресурсы дельты р. Кубани представлены – около 31 % занято лугово-степными, 40 % луговыми, 28 % болотными, 1,4 % солончаками и солонцами, подвержено засолению 25 % почвенного покрова. В плавневой зоне более 55 % территории занимают болотные почвы, 56 % площадей засолено. Следует отметить, что приведенные данные датируются семидесятыми годами прошлого столетия. На основе учета генетических свойств, условий залегания и других различий почв, а также требований риса была предпринята попытка провести агропроизводственную группировку. Всего выделено пять агрогрупп (которые в свою очередь подразделяются на пять подгрупп), отличающихся как по уровню естественного плодородия, так и по системе агротехнических и мелиоративных мероприятий, направленных на улучшение или устранение утраченного плодородия [20].

При агроэкологической оценке рисовых почв, как правило, ранее руководствовались параметрами и критериями, разработанными для богарных угодий [1, 3]. Как показал анализ параметров и критериев, они в большинстве своем для оценки рисовых почв малопригодны, т.к. на рисовом поле ведущим фактором регулирования направленности почвообразовательных процессов и плодородия почв является эксклюзивный водный, а, следовательно, и окислительно-восстановительный режим. В связи с этим число показателей, определяющих плодородие рисовой почвы, можно сократить, в сравнении, с богарным аналогом без ущерба для объективной оценки, так как многие из них здесь теряют свою первоначальную значимость или опосредуются одним другим [6, 17].

При выборе критериев оценки почв главным условием являлась достоверность воздействия показателей почвенного плодородия на урожайность культуры. Пригодность почвы под посевы риса определяется способом возделывания этой культуры. В принципе могут быть пригодны разнообразные почвы: легкая и тяжелая, пресная и соленая. Видимо, это дало основания некоторым авторам (особенно зарубежным) поспешно прийти к неправильному мнению, что рис не предъявляет особых требований к почве. Так, например, Дж. Грест считал, что рис можно выращивать на любой почве, лишь бы было достаточно воды. На самом деле это не так. На раз-

витие риса в такой же мере, как фотопериодизм, влияет и фактор питания [13]. В качестве интегрального показателя плодородия рисовой почвы может выступать величина водопроницаемости, которая в значительной степени опосредованно определяет урожайность риса [9, 10]. Водопроницаемость, фильтрационная способность являются функцией гранулометрического состава почв и отчасти характера трансформации вторичных минералов [6, 25].

Лучшими по механическому составу почвами для риса являются тяжелые, на которых потери оросительной воды в результате фильтрации, а с ней и вымывание питательных веществ сравнительно невелики. Б.А. Неунылов указывал, что агрегатный состав рисового поля не играет столь заметной роли, как в богарном земледелии [18]. Однако для сохранения почвенного плодородия и при возделывании в рисовых севооборотах других сельскохозяйственных культур важно знать, насколько и в каких условиях происходит дезагрегирование почв при их длительной эксплуатации под рисом.

Петин Н.С., ссылаясь на Железнова М.М., рекомендовал брать во внимание два основных условия: гранулометрический состав и водопроницаемость почв [19]. Все последующие исследования давали аналогичные выводы. Е.П. Алешин и В.П. Конохова считают, что единственным фактором, ограничивающим возможность возделывания риса на том или ином типе почвы, является водопроницаемость [1].

Вальков В.Ф. отмечает, что продуктивность риса зависит от способности почвы удерживать воду, поэтому лучше всего для возделывания этой культуры подходят тяжелые плохо водопроницаемые почвы [8]. Н. С. Петин писал: «Химический состав почвы при определении ее под рис имеет меньшее значение, чем физический, т.к. в случае каких-нибудь недостатков в этом отношении, можно урегулировать это внесением удобрений».

Дж. Грест считал весьма важным фактором вегетации риса, определяющим уровень продуктивности растений, продолжительность солнечного сияния, что особенно влияет на рис в условиях умеренного теплого климата, характерного для зоны рисосеяния Кубани [11].

На основании анализа фондовых и литературных данных, а также исследований, выполненных во Всероссийском научно-исследовательском институте риса, установлено, что фильтрационная способность является одним из ведущих репрезентативных показателей для агроэкологической оценки рисовых почв. Однако П.М. Сапожников с соавторами отмечают ограниченность данных о водно-физических свойствах и водных режимах почв Краснодарского края, что зачастую не позволяет дать объективную оценку плодородия, особенно когда речь идет о слитых почвах, а также почвах рисовых оросительных систем [22].

Проблеме органического вещества почв рисовых полей посвящено много исследований Неунылова Б.А., Болдырева А.И., Хавкина Н.В., Костенкова Н.М., Е.П. Алешина, А.П. Сметанина, Н.С. Тура подтверждают общие закономерности характера гумификации почв под культурой риса [3, 5, 15, 18]. Проведенными исследованиями установлено, что почвы богарных или целинных участков отличаются от почв, используемых под рис и относящихся к тем же типам на момент освоения, содержанием и составом гумуса [7].

Немаловажное значение для риса имеет реакция почвенного раствора. А.П. Джулай отмечал, что рис удовлетворительно произрастает на почвах с рН 7,0. Е.П. Алешин и В.П. Конохова соглашались с ним, отмечая при этом, что наиболее благоприятная для риса реакция почвенного раствора – рН 5,6–6,5 [11]. По данным В.Ф. Валькова, рис хорошо растет как в кислых (рН 3,5–6,5) так и в щелочных (рН 7,0–9,0) условиях. Однако высокая кислотность тормозит рост проростков, но с возрастом чувствительность быстро снижается [8].

На солонцах и солончаках при большом количестве солей рис растет плохо, но при незначительном содержании в почве – может нормально развиваться. Рис хорошо растет на средnezасоленных почвах с концентрацией солей не более 0,5% и при содержании хлора менее 0,3% [8]. Проростки риса погибают при исходном содержании в почве 2–3% солей, хлористого натрия – более 0,3%, а углекислого натрия – более 0,1% от сухой массы [11, 14].

Следует отметить, что в пределах ареала низовий р. Кубань агроклиматическая обстановка колеблется незначительно и вполне благоприятна для нормальной вегетации культур рисовых севооборотов [2, 25]. Характеристику климата опосредованно можно ограничить величиной прихода ФАР (фотосинтетическая активная радиация) и суммой температур выше 10° за период вегетации (для риса с 20 апреля по 20 сентября) [6, 25].

При формировании агроэкологических типов земель, при котором учитывается влияние агроэкологически значимых показателей почв на возделывание сельскохозяйственных культур и возможностей преодоления, надо учитывать, что агроэкологические показатели почв подразделяются на 4 группы: управляемые, регулируемые, ограниченно регулируемые и нерегулируемые. К числу управляемых относится обеспеченность почв элементами минерального питания; к регулируемым – реакция среды (рН), окислительно-восстановительное состояние, содержание обменного натрия, засоленность, мощность пахотного слоя; к ограниченно регулируемым – неоднородность почвенного покрова, связанная с микрорельефом, сложение, структурное состояние почвы, водный режим, тепловой режим, содержание гумуса; к нерегулируемым – грануло-

метрический состав, глубина залегания коренных пород, рельеф, погодные условия.

По мере усложнения этих факторов уменьшаются возможности устранения или смягчения влияния на почвенный блок, все более сложными становятся средства преодоления соответствующих ограничений. Одновременно усиливается роль адаптационных мер (подбор сортов, приспособительная агротехника с учетом рельефа, климата, литологии) организации территории и т.д. до тех пор, пока ограничения со стороны нерегулируемых природных факторов становятся непреодолимыми [1].

Существуют другие подходы оценки земель по пригодности для возделывания под определенные виды культур в контурно-мелиоративном земледелии, разработанные для эрозионных ландшафтов.

Для нормального произрастания риса достаточно мощности гумусового слоя в 25–30 см, так как на рисовом поле, действуют присущие только этой культуре, механизмы обеспечения растений подвижными элементами минерального питания [3]. Плотность и структурно-агрегатный состав также имеют свои акценты. Одна и та же объемная масса для произрастания богарных культур может оказаться неприемлемо высокой, для риса – вполне благоприятной, особенно на начальной стадии онтогенеза [3, 5].

Учитывая специфику рисовых мелиоративных агроландшафтов, опосредованность ряда свойств, характеризующих с разных позиций степень нарушенности почвенного покрова, для оценки земель следует ограничиться несколькими наиболее значимыми показателями. В числе таких показателей в этом случае предлагается использовать данные по основным элементам климата (ФАР), засолению, гранулометрическому составу, содержанию гумуса, отношению Сгк/Сфк, содержанию обменных катионов натрия и магния в ППК (почвенно-поглощающем комплексе) почв, общий и легкогидролизующий азот.

Изменение потенциального плодородия происходит медленно и может быть выявлено при анализе многолетних данных в условиях стационарного опыта. В то же время варьирование показателей эффективного плодородия почвы, хорошо прослеживается в сезонной динамике и может быть скорректировано при помощи технологических приемов. Поэтому наиболее объективные результаты изменений этих показателей дает многолетнее изучение [24, 25].

Размещение сельскохозяйственных культур в севообороте, биологические особенности (продуктивность, количество и качество органических остатков и т.д.), внедрение в производство новых сортов являются значимыми факторами, влияющими на плодородие почвы. Поэтому важным становится изучение показателей почвенного плодородия непосредственно в условиях рисовых севооборотов. При этом особое значение имеет разнообразие и че-

редование возделываемых культур, т.е. различные варианты рисовых севооборотов на определенных участках.

В этом случае можно проследить изменение показателей плодородия почвы по различным предшественникам как на протяжении нескольких лет, так и в рамках определенного года. Данные исследования позволяют выявить оптимальные схемы севооборотов, корректировать состав и смену предшественников для сохранения плодородия почв.

Повышение урожайности риса, как и других культур на орошаемых землях, достигается главным образом за счет высокой культуры земледелия – комплекса агротехнических, организационных мероприятий, направленных на непрерывное повышение плодородия почвы и урожайности возделываемых культур, на улучшение мелиоративных условий и рациональное использование каждого поливного гектара. Основу высокой культуры рисосеяния составляют рисовые севообороты [21, 24, 26]. Никакие интенсивные технологии возделывания не дадут эффекта, если в хозяйстве отсутствуют научно обоснованные севообороты.

В настоящее время в различных странах накоплен достаточно большой опыт земельно-оценочных работ. Особое внимание уделяется применению адаптивных методов оценки, которые позволяют учитывать особенности почвенных и климатических условий [27, 30, 32, 34]. Методически наиболее разработанными и широко используемыми во всех странах мира являются подходы, основанные на методике оценок земель ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация).

Уместно привести один из принципов агропочвоведения США, состоящий в том, что высокие дозы удобрений целесообразны прежде всего на почвах, имеющих высокое потенциальное, но низкое эффективное плодородие [28]. По экономическим соображениям стремление получать одинаковые урожаи на почвах с разным потенциальным плодородием

считается не рациональным. Не случайно в США в несколько раз снизились (по сравнению с 60-ми годами), площади посевов различных культур на «проблемных почвах», труднорегулируемые параметры плодородия которых далеки от оптимальных [23].

В Англии при оценке почв особое внимание уделяется гидротермическому режиму, хотя широко используются и другие почвенные показатели. В Канаде особенно детально учитываются разнообразные лимитирующие факторы, а также отзывчивость почв на удобрение. В основу оценки почв в США положено определение пригодности почв для интенсивного земледелия. Группы почв делятся на агропроизводственные единицы, включающие почвы близкого плодородия с отклонениями в урожайности не более 25 % [28].

Наиболее обстоятельные обобщения в этом направлении выполнены И. С. Сис с соавторами [36, 37]. В самое последнее время, к такого рода работам, подключился известный голландский научно-исследовательский центр почвенной информации (ISRIK), который при поддержке ФАО оценил пригодность почв отдельных стран Африки, Латинской Америки и юго-восточной Азии для возделывания культур на основе методологии SOTER (Глобальной и Региональной Цифровой Базы данных Почв и Суши).

Проблемами почвенного плодородия и оценки земель занимаются во многих странах мира, очевидно, что отличаются подходы к его оценке и методы сохранения баланса необходимых условий. Вместе с тем, в России, для отрасли рисоводства, наиболее предпочтительными и информативными будут многолетние комплексные исследования, проведенные непосредственно в производственных условиях, которые должны осуществляться в течение, как минимум, одной ротации различных рисовых севооборотов и быть направлены на изучение основных показателей потенциального и эффективного плодородия почв.

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

#### Литература

1. Авакян, К.М. О почвенно-мелиоративном районировании территории дельты р. Кубани / К.М. Авакян, А.Я. Ачканов // Бюллетень научно-технической информации всесоюзного научно-исследовательского института риса. – Краснодар, 1977. – Вып. 23 – С. 58–62
2. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 276 с.
3. Алешин, Е.П. Программирование высоких урожаев риса / Е.П. Алешин, В.Ф. Руденко, Е.И. Стомба. – Краснодар, 1977. – 96 с.
4. Блажний, Е.С. Почвы дельты р. Кубани и прилегающих пространств / Е.С. Блажний. – Краснодар, 1971. – 276 с.
5. Бондарев, А.Г. Проблема деградации физических свойств почв России и пути ее решения / А.Г. Бондарев, И.В. Кузнецова // Почвоведение. – 1999. – № 9. – С. 1126–1132.
6. Бочко, Т.Ф. Повышение эффективности использования земель рисовых оросительных систем низовий р. Кубани на основе их агроэкологического районирования / Т.Ф. Бочко, К.М. Авакян // Энтузиасты



- аграрной науки: Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2008. – Вып. 7. – С. 13–25.
7. Бочко, Т.Ф. Окислительно-восстановительные процессы в почвах рисовых полей Кубани / Т.Ф. Бочко, К.М. Авакян, А.Х. Шеуджен, Е.М. Харитонов, И.Д. Черниченко, В.П. Суетов. – Майкоп, 2002. – 52 с.
8. Вальков, В.Ф. Почвенная экология сельскохозяйственных растений / В.Ф. Вальков. — М.: Агропромиздат, 1986. – 208 с.
9. Вальков, В.Ф. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана / В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, И.Т. Трубилин и др. – Ростов-на-Дону: СКНЦВШ, 1996. – 191 с.
10. Вальков, В.Ф. Экологическое почвоведение / В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, Н.С. Котляров – Краснодар, 2004. – 394 с.
11. Джулай, А.П. Совершенствование технологии возделывания риса. Биологические и агротехнологические основы орошаемого земледелия / А.П. Джулай. – М.: Наука, 1983. – С. 146–155.
12. Дышко, В.Н. Управление плодородием почв: курс лекций для аспирантов / В.Н. Дышко. – Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2014. – 87 с.
13. Жапбасбаев, М. Агроклиматические условия произрастания риса в континентальном климате / М. Жапбасбаев – Л., Гидрометеиздат, 1969. – 168 с.
14. Зауров, Д.Э. Рисоводство / Д.Э. Зауров, М.П. Сборщикова. – Ташкент: Мехнат, 1989. – 269 с.
15. Костенков, Н.М. Окислительно-восстановительные режимы в почвах периодического увлажнения / Н.М. Костенков. – М.: Наука, 1987. – 192 с.
16. Матюк, Н.С. Мониторинг и управление плодородием почв в агроэкосистемах: электронное учебное пособие / Н.С. Матюк, В.А. Шевченко, М.А. Мазиров, В.Д. Полин, В.А. Николаев, О.А. Савоськина, С.И. Чебаненко // под редакцией Н.С. Матюка – Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022. – 220 с.
17. Медведев, В.В. Критерии оценки пригодности земель Украины для возделывания зерновых культур / В.В. Медведев, С.Ю. Булыгин, Е.Т. Лактионова, Р.Г. Деревянко // Почвоведение. – 2002. – № 2. – С. 216–227.
18. Неунылов, Б.А. Повышение плодородия почв рисовых полей Дальнего Востока / Б.А. Неунылов. – Владивосток: Приморское кн. изд-во, 1961. – 239 с.
19. Петин, Н.С. Рис и его возделывание на Северном Кавказе / Н.С. Петин. – Ростов-на-Дону: Северный Кавказ, 1931. – 94 с.
20. Почвенное обследование хозяйств Красноармейского района Краснодарского края: Технический отчет / Крайкомзем, МГП «Гея», 1994. – 114 с.
21. Романенко, Г.А. Рисовые севообороты. / Г.А. Романенко, В.Ф. Щащенко – Краснодар.: Краснодарское книжное издательство, 1974. – 112 с.
22. Сапожников, П. Экологическая оценка физического состояния освоенных почв поймы / П. Сапожников, В. Уткаева, В. Щепотьев // Доклады ТСХА. – 2007. – Вып. 279 – С. 269–272.
23. Томпсон, Л.М. Почвы и их плодородие / Л.М. Томпсон, Ф.Р. Троу – М.: Мир, 1982. – 371 с.
24. Уджуху, А.Ч. Регулирование почвенного плодородия в рисовых севооборотах / А.Ч. Уджуху. В.Ф. Щащенко. – Краснодар: Краснодарское кн. изд-во, 2003. – 192 с.
25. Харитонов, Е.М. Система рисоводства Краснодарского края: Рекомендации / Под общ. ред. Е.М. Харитонова. – Краснодар: ВНИИ риса, 2005. – 340 с.
26. Щащенко, В.Ф. Люцерна и промежуточные культуры в рисовых севооборотах / В.Ф. Щащенко, В.Г. Нестеренко. – Краснодар: Кн. Изд-во, 1980. – 114 с.
27. Altieri, M.A. The Agroecological Revolution in Latin America: Rescuing Nature, Ensuring Food Sovereignty and Empowering Peasants. / M. Altieri, V. Toledo // The Journal of Peasant Studies. – 2021.
28. Canarache, A. Classifying lands as resulted to suitability for varies soil tillage practices. Romanian experience / Canarache A. // Transact. 13 Congr. Int. Soc. Soil. Sc. – Hamburg, 16–20 Aug., 1986. – V. 4. – P. 1637–1645.
29. Doberman, A. Rice: Nutrient Disorders Nutrient Management / A. Doberman, T.H. Fairhurst. – Manila: IRRI, 2000. – 192 p.
30. Duri, M. How to implement bio-diversity-based agriculture to enhance ecosystem services; a review / M. Duru, G. Martin, O. Therond, et al. // Agronom. – 2012. – V.35 – P. 1259–1281.
31. International Soil Reference and Information Center. Bi-Annual Report. 1995–1996. – 83 p.
32. IUSS Working Group WRB. 2014. World Reference Base for Soil Resources 2014. Edited by Schad P, van Huyssteen C, Micheli E. World Soil Resources Reports № 106. FAO, Rome. 189 p.
33. Maruyama, K. Breeding for high yielding rice cultivars in Japan / K. Maruyama // Tropical agriculture research ser. – 1988. – V. 21. – P. 277.
34. Mueller, L. The Muencheberg Soil Quality Rating (SQR) -field manual for detecting and assessing properties and limitations of soil for cropping and grazing. / L. Mueller, U. Schindler, A. Behrendt, F. Eulenstein, R. Dannowski. –

2007. [http://www.zalf.de/de/forschung\\_lehre/publikationen/Documents/Publikation\\_Mueller\\_L/field\\_mueller.pdf](http://www.zalf.de/de/forschung_lehre/publikationen/Documents/Publikation_Mueller_L/field_mueller.pdf).
35. Schneider, C. Social capital and sustainable development / C. Schneider // *Global Environmental Change*. – 2007. – V. 6. – № 4. – P. 1335–1372.
36. Sys, Ir. C. Land evaluation. Part 3. Croop Requirements / Ir. C. Sys, E. Van Ranst, Ir. J. Debaveje, F. Beernaert // *Agrikultural Publikations*. – 1993. – № 7. – 199 p.
37. Sys, Ir. C. Land evaluation. Part 2. Methods in land evaluation. / Ir. C. Sys, E. Van Ranst, Ir. J. Debaveje, // *Agrikultural Publikations № 7 // General Administration for Development Cooperation*. – Belgium, 1991. – 247 p.

### References

1. Avakyan, K.M. On soil-reclamation zoning of the territory of the Kuban River delta / K.M. Avakyan, A. Ya. Achkanov // *Bulletin of scientific and technical information of the All-Union Scientific Research Institute of Rice*. Krasnodar, 1977. - Issue 23. – P. 58–62
2. Agro-climatic resources of Krasnodar region. – L.: Gidrometeoizdat, 1975. – 276 p.
3. Aleshin, E.P. Programming high rice yields / E.P. Aleshin, V.F. Rudenko, E.I. Stovba. Krasnodar, 1977. 96 p.
4. Blazhny, E.S. Soils of the Kuban River delta and adjacent spaces / E.S. Blazhny. – Krasnodar, 1971. – 276 p.
5. Bondarev, A.G. The problem of degradation of the physical properties of Russian soils and ways to solve it / A.G. Bondarev, I.V. Kuznetsova // *Soil Science*. 1999. – № 9. – P. 1126–1132.
6. Bochko, T.F. Improving the efficiency of land use of rice irrigation systems in the lower reaches of the Kuban River based on their agroecological zoning / T.F. Bochko, K.M. Avakyan // *Enthusiasts of agricultural science: Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. – 2008. – № 7. – P. 13–25.
7. Bochko, T.F. Redox processes in the soils of Kuban rice fields / T.F. Bochko, K.M. Avakyan, A.H. Sheudzhen, E.M. Kharitonov, I.D. Chernichenko, V.P. Suetov. – Maikop, 2002. – 52 p.
8. Valkov, V.F. Soil ecology of agricultural plants / V.F. Valkov. Moscow: Agroapromizdat, 1986. – 208 p
9. Valkov, V.F. Soils of Krasnodar region, their use and protection / V.F. Valkov, Yu.A. Shtompel, I.T. Trublin et al. – Rostov-on-Don: SKNTSVSH, 1996. – 191 p.
10. Valkov, V.F. Ecological soil science / V.F. Valkov, Yu.A. Shtompel, N.S. Kotlyarov – Krasnodar, 2004. – 394 p.
11. July, A.P. Improvement of rice cultivation technology. Biological and agrotechnological foundations of irrigated agriculture / A.P. July. Moscow: Nauka, 1983. – P. 146–155.
12. Dyshko, V.N. Soil fertility management: a course of lectures for graduate students / V.N. Dyshko. Smolensk: Smolenskaya State Agricultural Academy, 2014, 87 p.
13. Zhabbasbaev, M. Agro-climatic conditions of rice growth in a continental climate / M. Zhabbasbaev – L., Hydrometeoizdat, 1969. – 168 p.
14. Zaurov, D.E. Rice farming / D.E. Zaurov, M.P. Sobshchikova. Tashkent: Mehnat Publ., 1989. - 269 p.
15. Kostenkov, N.M. Oxidation-restoration regimes in soils of periodic moistening / N.M. Kostenkov, Moscow: Nauka Publ., 1987–192 p.
16. Matyuk, N.S. Monitoring and management of soil fertility in agroecosystems: an electronic textbook / N.S. Matyuk, V.A. Shevchenko, M.A. Mazirov, V.D. Polin, V.A. Nikolaev, O.A. Savoskina, S.I. Chebanenko // edited by N.S. Matyuk – Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev: Publishing House of the Russian State Agrarian University -Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2022. – 220 p.
17. Medvedev, V.V. Criteria for assessing the suitability of Ukrainian lands for cultivating grain crops / V.V. Medvedev, S.Y. Bulygin, E.T. Laktionova, R.G. Derevyanko // *Soil science*. - 2002. - № 2. - P. 216–227.
18. Neunilov, B.A. Increasing soil fertility in rice fields of the Far East / B.A. Neunilov. Vladivostok: Primorsky Publishing House, 1961, 239 p.
19. Petinov, N.S. Rice and its cultivation in the North Caucasus / N.S. Petinov. Rostov-on-Don: North Caucasus, 1931. – 94 p.
20. Soil survey of farms of the Krasnoarmeysky district, Krasnodar region: Technical report / Kraikomzem, MGP «Geya», 1994. – 114 p.
21. Romanenko, G.A. Rice crop rotations. / G.A. Romanenko, V.F. Shchashchenko – Krasnodar.: Krasnodar Book Publishing House, 1974. – 112 p.
22. Sapozhnikov, P. Ecological assessment of the physical condition of the developed floodplain soils / P. Sapozhnikov, V. Utkaeva, V. Shchepotyev // *Reports of the TLC*. – 2007. – Issue 279 – P. 269–272.
23. Thompson, L.M. Soils and their fertility / L.M. Thompson, F.R. Trow – M.: Mir, 1982. – 371 p.
24. Udzhukhu, A. Ch. Regulation of soil fertility in rice crop rotations / A. Ch. Udzhukhu. V.F. Shashchenko. Krasnodar: Krasnodar Publishing House, 2003. – 192 p.
25. Kharitonov, E.M. The rice farming system of Krasnodar region: Recommendations / Under the general

editorship of E.M. Kharitonov. Krasnodar: All-Russian Rice Research Institute, 2005. 340 p.

26. Shchashchenko, V.F. Alfalfa and intermediate crops in rice crop rotations / V.F. Shchashchenko, V.G. Nesterenko. – Krasnodar: Book. Publishing house, 1980. – 114 p.

27. Altieri, M.A. The agroecological revolution in Latin America: saving nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants / M. Altieri, V. Toledo // *Journal of Peasant Studies*. – 2021.

28. Kanarache, A. Classification of lands depending on their suitability for various methods of tillage. Romanian experience / Kanarache A. // *Transact. 13th Congress. International comp. Soil science. Hamburg, August 16–20, 1986, vol. 4, P. 1637–1645.*

29. Doberman, A. Rice: Nutrient management in case of nutritional disorders / A. Doberman, T.H. Fairhurst. Manila: IRRI, 2000. – 192 p.

30. Duri, M. How to implement agriculture based on biological diversity to improve ecosystem services; review / M. Duri, G. Martin, O. Terond et al. // *Agronomist*. – 2012. – V. 35. – P. 1259–1281.

31. International Reference and Information Center on soils. The biennial report. 1995–1996. – 83 p.

32. ISUSS Working Group, WRB. 2014. World Reference Database of Soil Resources, 2014. Edited by Shada P., van Husstin S., Micheli E. «Reports on world soil resources». № 106. FAO, Rome. 189 p.

33. Maruyama, K. Breeding of high-yielding rice varieties in Japan / K. Maruyama // *Scientific Research Journal of Tropical Agriculture*. – 1988. – V. 21. – P. 277.

34. Muller, L. Muncheberg Soil Quality Rating (SQR) – a field guide for identifying and evaluating soil properties and limitations for crop cultivation and livestock grazing. / L. Muller, W. Schindler, A. Behrendt, F. Eilenstein, R. Dannowski., – 2007. [http://www.zalf.de/de/forschung\\_lehre/publication/Documents/publication\\_mueller\\_/field\\_mueller.p df.](http://www.zalf.de/de/forschung_lehre/publication/Documents/publication_mueller_/field_mueller.pdf)

35. Schneider, K. Social capital and sustainable development / K. Schneider // *Global environmental changes*. – 2007. – V. 6. – № 4. – P. 1335–1372.

36. Sis, I.S. Land valuation. Part 3. Requirements for crops / I.S. Sis, E. Van Ranst, I.J. Debavage, F. Bernaert // *Agricultural publications*. – 1993. – № 7. – 199 p.

37. Sis, I.S. Land valuation. Part 2. Methods of land assessment. / I.S. Sis, E. Van Ranst, I.J. Debavage // *Agricultural Publications № 7*. // General Directorate for Development Cooperation. – Belgium, 1991. – 247 p.

**Ирина Анатольевна Гергель**

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

**Irina Anatolyevna Gergel**

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

ФГБНУ «ФНЦ риса»

350921, Россия, Краснодар, Белозерный,3  
E-mail: arri\_kub@mail.ru

FSBI «Federal Scientific Rice Centre»

3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia  
E-mail: arri\_kub@mail.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2025-68-3-52-57  
УДК 631.452, 631.459

Гергель И. А.  
г. Краснодар, Россия

### ДИНАМИКА РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ АЗОТА В ПОЧВЕ РИСОВЫХ СЕВОБОРОТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РИСА

Рис произрастает при затоплении поля слоем воды, что обуславливает прежде всего смену окислительно-восстановительных условий в почве. В связи с этим, наблюдается изменение содержания различных элементов минерального питания, прежде всего – азота. Растениями риса он потребляется практически на протяжении всей вегетации, играет ведущую роль в ростовых процессах, служит материалом биосинтеза белков и т.д. Для культур рисового севооборота, в том числе риса, доступными формами азота являются обменный аммоний и нитраты, а ближайшим источником их пополнения – легкогидролизуемый азот, представленный амидами, частью аминов и необменного аммония. Количество данных соединений является важной характеристикой плодородия рисовых почв. Целью работы явилось изучение динамики различных форм азота при возделывании риса в специализированном рисовом севообороте, включающем посеvy люцерны, а также других парозанимающих культур. Изучение сезонного изменения азотного режима осуществлялось в рамках заложенного в 2019 году полевого опыта. Для установления количественных характеристик содержания в почве тех или иных форм азота с каждого опытного участка были взяты объединенные почвенные пробы. В полученных образцах проведен анализ содержания обменного аммония, нитратов и легкогидролизуемого азота. На протяжении всего периода исследований, содержание аммонийной и нитратной форм азота в почвах изучаемых севооборотов обуславливалось, прежде всего, сезонными изменениями, потреблением их растениями, а также сменой окислительно-восстановительных процессов, вызванных затоплением и осушением рисового поля. Значения данных показателей находились, соответственно, в пределах 0,35-0,63 и 0,10-1,22 мг/100 г в весенний период, а также 0,19-0,56 и 0,11-0,15 мг/100 г (а чаще – следовые количества) осенью, после уборки. Количество легкогидролизуемого азота также зависело от смены почвенных условий и снижалось к окончанию вегетации риса до 2,3-2,7 и 3,5-5,0 мг/100 г. При этом наибольшее его количество – 3,9 и 8,0 мг/100 г в обоих вариантах было отмечено весной первого года возделывания риса (2021 г.), что свидетельствует об определенном пополнении почвы данной формой азота в богарном звене рисового севооборота, особенно при возделывании люцерны.

**Ключевые слова:** почва, рисовые севообороты, паровое звено севооборота, общий азот, обменный аммоний, нитраты, легкогидролизуемый азот.

### DYNAMICS OF VARIOUS FORMS OF NITROGEN IN THE SOIL OF RICE CROP ROTATIONS IN RICE CULTIVATION

Rice grows when the field is flooded with a layer of water, which causes, first of all, a change in the oxidation-reduction conditions in the soil. In this regard, a change in the content of various mineral nutrition elements is observed, primarily nitrogen. Rice plants consume it practically throughout their entire vegetation period, it plays a leading role in growth processes, serves as a material for protein biosynthesis, etc. For crops involved in rice crop rotation, including rice, the available forms of nitrogen are exchangeable ammonium and nitrates, and the nearest source of their replenishment is easily hydrolyzable nitrogen, provided by amides, part of amines and non-exchangeable ammonium. The amount of these compounds is an important characteristic of the fertility of rice soils. Because of this, the aim of the work was to study the dynamics of various forms of nitrogen during rice cultivation in a specialized rice crop rotation, including alfalfa crops, as well as other fallow crops. The study of seasonal changes in the nitrogen regime was carried out within the framework of the field experiment established in 2019. To establish quantitative characteristics of the content of various forms of nitrogen in the soil, combined soil samples were taken from each experimental plot. The resulting samples were analyzed for the content of exchangeable ammonium, nitrates, and easily hydrolyzed nitrogen. Throughout the entire period of research, the content of ammonium and nitrate forms of nitrogen in the soils of the studied crop rotations was primarily determined by seasonal changes, their consumption by plants, as well as a change in oxidation-reduction processes caused by flooding and drainage of the rice field. The values of these indicators were, respectively, in the range of 0.35-0.63 and 0.10-1.22 mg/100 g in spring, as well as 0.19-0.56 and 0.11-0.15 mg / 100 g (and more often trace amounts) in autumn, after harvesting. The amount of easily hydrolyzable nitrogen also depended on changes in soil conditions and decreased by the end of the rice growing season to 2.3-2.7 and 3.5-5.0 mg/100 g. Moreover, its highest amount - 3.9 and 8.0 mg/100 g in both variants was noted in the spring of the first year of rice cultivation (2021), which indicates a certain replenishment of the soil with this form of nitrogen in the rainfed link of rice crop rotation, especially when cultivating alfalfa.

**Key words:** soil, rice crop rotations, fallow link of crop rotation, total nitrogen, exchangeable ammonium, nitrates, easily hydrolyzable nitrogen.

### Введение

Сохранение плодородия почвы при производстве сельскохозяйственной продукции всегда являлось приоритетной задачей аграриев, выполнение которой подразумевает получение стабильных и высоких урожаев сельскохозяйственных культур, что в свою очередь выступает гарантом продовольственной безопасности России.

Под воздействием периодического затопления изменяются свойства, снижается уровень плодородия почвы [13-15]. Такие почвы имеют свои особенности по сравнению с почвами богарного земледелия. В отличие от суходольных участков в затопленном поле физические, химические и биохимические процессы подчиняются сформировавшимся здесь окислительно-восстановительным условиям. Изменение водного режима почвы обуславливает количественные и качественные особенности перемещения различных элементов минерального питания в ее нижние и верхние горизонты. Также эти процессы влияют на деятельность почвенных микроорганизмов и связанные с ними химические и биохимические реакции. Совокупность процессов имеет значительное воздействие на плодородие почвы, и в значительной степени обуславливает величину урожая сельскохозяйственных растений [3].

Важнейшим фактором регулирования плодородия почв является научно обоснованный рисовый севооборот. Соотношение площади под рисом и другими культурами в севообороте, длительность его повторных посевов на одном участке воздействуют не только на элементы плодородия почвы, но и на урожайность и засоренность посевов [2, 5, 7].

Севооборот играет главную роль в организации мероприятий по возделыванию риса. От типов севооборотов, соотношения посевов основной и дополнительных культур зависит система удобрений, обработка почвы, приемы борьбы с сорняками, вредителями и болезнями. Построение севооборота обуславливается в первую очередь его специализацией, почвенно-мелиоративными условиями территории, хозяйственной целесообразностью, а также агротехническими функциями севооборотов [5].

Характерной особенностью производства риса является использование специализированных рисовых севооборотов, в которых присутствует циклическая смена культур. Для таких севооборотов рис – это основная культура, которую в производстве возделывают 2-3 года подряд. По прошествии этого времени его замещают на 1-2 года парозанимающими посевами – многолетними травами, бобовыми культурами, яровыми и озимыми (зимующими) злаками [7].

Первостепенной задачей рисовых севооборотов является в первую очередь производство зерна риса заданного количества и качества, а также определенных объемов иной растениеводческой

продукции. Вместе с тем, севооборот как комплекс агротехнических мероприятий, направлен на создание благоприятных условий для сохранения почвенного плодородия. Эта его функция реализуется главным образом за счет выращивания предшественников. Помимо всего прочего, они регулярно пополняют почвенные запасы свежими органическими остатками [5, 7].

Количество органического вещества, поступающего в почву за ротацию севооборота, является значимым фактором для воспроизводства её плодородия [2, 5]. Исключение из рисового севооборота клевера многолетних трав приведет к снижению содержания в ней азота и гумуса [2, 4].

На жизнедеятельность растений влияют многие химические элементы. Однако важнейшим среди них, обуславливающим их рост, развитие и продуктивность, является азот. Этот элемент является ключевым в составе многих важнейших органических соединений – аминокислот, хлорофилла, ферментов и т. д., без которых функционирование растительного организма невозможно. Количество поступающего в растение азота определяет объем и скорость биосинтеза белков, что имеет значительное влияние на ростовые процессы и количество получаемого урожая. Таким образом, сложно переоценить значение данного элемента для растений. Избыток и недостаток в почве доступного для растений азота приводит к снижению урожая и качества продукции растениеводства. Сорты риса, выращенные в условиях разного уровня азотного питания, характеризуются различными признаками качества зерна [7].

Азот в рисовых почвах представлен преимущественно органическими соединениями. Минеральный азот составляет 1–2 % от общего его содержания. В его состав входят нитраты, обменный и необменный аммоний [8].

Содержание в почве минерального азота, ввиду его зависимости от действия множества разнонаправленных факторов, является динамичной величиной. Собственно, из-за динамичности при оценке азотного режима тех или иных почв минеральный азот представляет главный интерес.

Азот в почве представлен различными соединениями. Однако важное значение для минерального питания растений имеют в силу значительной степени доступности только ионы аммония и нитрат-ионы. При этом амиды, а также некоторые связанные необменно ионы аммония, представляют собой материал для образования минерального азота, т. е. являющиеся резервом доступных его форм – легкогидролизуемого азота [2, 8, 10].

### Цель исследований

Изучить динамику основных форм азота, доступных для растений риса в условиях севооборотов, применяемых в производственных условиях, в том числе с клевером многолетних трав.

**Материалы и методы**

Исследования в рамках многолетнего стационарного опыта проведены в 2021-2023 годах, заложенного на карте 40, ОЛ-2, отделения № 2 филиала ФГБНУ «ФНЦ риса» РПЗ «Красноармейский», Красноармейского района Краснодарского края. Почва – лугово-черноземная.

Почвы (бывшие черноземы, луговато- и лугово-черноземные) сформированы на деградированных лёссовидных и аллювиальных породах преимущественно тяжелого гранулометрического состава.

Мощность гумусового профиля колеблется от 100 до 130 см, реже – до 80 см. Содержание гумуса в верхнем горизонте таких почв составляет от 3 до 4 % и несколько выше. Валового азота и фосфора в пахотном слое содержится 0,14-0,26 и 0,13-0,20 % соответственно. Реакция почвенного раствора в горизонте «А» колеблется от нейтральной до среднещелочной (рНводн. 6,6-7,9). Емкость почвенного поглощающего комплекса (ППК) изменяется от 25-30 до 35-45 мг экв./100 г. [2, 7].

**Таблица 1. Схема опыта**

| Годы      | Варианты опыта (севообороты)   |                |
|-----------|--------------------------------|----------------|
|           | 1                              | 2              |
| 2015-2018 | рис                            | рис            |
| 2019      | люцерна<br>(под покровом овса) | кукуруза       |
| 2020      | люцерна                        | озимая пшеница |
| 2021      | рис                            | рис            |
| 2022      | рис                            | рис            |
| 2023      | рис                            | рис            |
| 2024      | занятой пар                    | занятой пар    |
| 2025      | рис                            | рис            |
| 2026      | рис                            | рис            |

Предшественники и возделываемые на всех участках культуры представлены в таблице 1.

Варианты опыта – восьмипольные рисовые севообороты с многолетними травами и без них, размещались на двух рисовых чеках общей площадью 8,5 га.

Для изучения агрохимической характеристики почв, ежегодно весной (март) и осенью (октябрь), происходил отбор почвенных образцов из слоя почвы 0-20 см [11]. Согласно общепринятым методикам в них определены почвенные пока-

затели: нитратный азот – по Грандваль-Ляжу [6]; обменный аммоний – колориметрически (фенолят-гипохлоритное окрашивание) [6]; азот легкогидролизуемый – по Тюрину-Кононовой [1].

**Результаты и обсуждение**

Как показали результаты исследований, количество обменного аммония на изучаемых участках весной колебалось в пределах от 0,51-0,56 мг/100 г в севообороте с клином многолетних трав, до 0,35-0,63 мг/100 г без него (табл. 2).

**Таблица 2. Содержание обменного аммония, 2021-2023 гг.**

| Вариант опыта | Культура                        | Год  | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup><br>мг/100г почвы |       |
|---------------|---------------------------------|------|---|-------|
|               |                                 |      | весна   | осень |
| 1             | рис (предшественник люцерна)    | 2021 | 0,51  | 0,34  |
|               | рис                             | 2022 | 0,55  | 0,51  |
|               | рис                             | 2023 | 0,56  | 0,19  |
| 2             | рис (предшественник оз.пшеница) | 2021 | 0,47  | 0,26  |
|               | рис                             | 2022 | 0,63  | 0,56  |
|               | рис                             | 2023 | 0,35  | 0,23  |

В осенний период отмечалось снижение показателя до 0,19-0,51 и 0,23-0,56 мг/100 г соответственно. Данный процесс, по-видимому, был

обусловлен расходом аммония на минеральное питание растений и окислением его до нитратов после смены окислительно-восстановительных

условий, вызванных осушением рисового поля.

Таким образом, содержание в почве аммонийного азота характеризовалось сезонной динамикой в ходе интенсификации окислительных реакций в ней и практически не изменялось в севооборотах.

Количество нитратов в 2021-2023 годах в начале вегетационного периода в почвах под рисом варьи-

ровало от 0,10 до 1,22 мг/100 г, а после проведенной уборки были зафиксированы лишь их незначительные следовые количества (табл. 3). Тенденция к снижению содержания нитратов с весны по осень была отмечена и в 2023 году: весной их количество находилось в пределах от 0,80 до 0,92 мг/100 г, а в осенний период после уборки риса – от 0,11 до 0,15 мг/100 г.

**Таблица 3. Содержание нитратного азота в почве, 2021-2023 гг.**

| Вариант опыта | Культура                        | Год  | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>мг/100 г почвы |       |
|---------------|---------------------------------|------|--|-------|
|               |                                 |      | весна  | осень |
| 1             | рис (предшественник люцерна)    | 2021 | 0,10   | сл.   |
|               | рис                             | 2022 | 1,22   | сл.   |
|               | рис                             | 2023 | 0,92   | 0,15  |
| 2             | рис (предшественник оз.пшеница) | 2021 | 0,11   | сл.   |
|               | рис                             | 2022 | 0,55   | сл.   |
|               | рис                             | 2023 | 0,80   | 0,11  |

Более высокое содержание нитратов в почве на протяжении всего периода исследований отмечалось в весенний период. Дальнейшее уменьшение количества ионов NO<sub>3</sub><sup>-</sup> было обусловлено, главным образом, их высокой подвижностью и, как следствие, быстрым вымыванием из верхних горизонтов почвы поливными и фильтрационными водами.

Одной из важных форм азота в почве является легкогидролизующий азот. Он состоит, преимущественно, из органических веществ, которые способны сравнительно быстро подвергаться ги-

дролитизу за счет жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. Данная форма азота появляется в ходе деструкции животных и растительных органических остатков и в меньшей степени за счет микробиологических процессов.

За период исследований 2021-2023 гг. в почвах изучаемых севооборотов выявлено определенное накопление легкогидролизующего азота. Так, после возделывания люцерны и озимой пшеницы в весенний период 2021 года его содержание составляло 8,0 и 3,9 мг/100 г почвы соответственно (табл. 4).

**Таблица 4. Содержание легкогидролизующего азота в почве исследуемых участков, 2021-2023 гг.**

| Вариант опыта | Культура                        | Год  | N <sub>легкогидрол.</sub><br>мг/100г почвы |       |
|---------------|---------------------------------|------|--|-------|
|               |                                 |      | весна                                      | осень |
| 1             | рис (предшественник люцерна)    | 2021 | 8,0  | 5,0   |
|               | рис                             | 2022 | 5,2  | 3,9   |
|               | рис                             | 2023 | 4,0  | 3,5   |
| 2             | рис (предшественник оз.пшеница) | 2021 | 3,9  | 2,5   |
|               | рис                             | 2022 | 2,8  | 2,3   |
|               | рис                             | 2023 | 3,4  | 2,7   |

На протяжении последующих лет исследований при выращивании риса данный показатель снижался на севообороте с озимой пшеницей до 2,8-3,4 мг/100 г в весенний и 2,3-2,7 мг/100 г в осенний период соответственно. На участке, где ранее возделывались многолетние травы, его содержание характеризовалось более высокими значениями и составляло 4,0-5,2 мг/100 г и 3,5-3,9 мг/100 г соответственно.

Это может быть обусловлено поступлением в почву значительного количества органического вещества, оставшегося после возделывания люцерны, что в совокупности с высокой микробной активностью приводит к увеличению количества легкогидролизующего азота.

#### **Выводы**

Количество обменного аммония на изучаемых участках весной находилось в пределах от 0,51-

0,56 мг/100 г в севообороте с клином многолетних трав, до 0,35-0,63 мг/100 г без него. В осенний период отмечалось снижение показателя до 0,19-0,51 и 0,23-0,56 мг/100 г соответственно. Содержание в почве аммонийного азота характеризовалось сезонной динамикой в ходе интенсификации окислительных реакций и практически не изменялось в севооборотах.

Более высокое содержание нитратов в почве на протяжении всего периода исследований отмечалось в весенний период. Дальнейшее уменьшение количества ионов  $\text{NO}_3^-$  было обусловлено, главным образом, их высокой подвижностью и как следствие быстрым вымыванием из верхних горизонтов почвы поливными и фильтрационными водами.

За период исследований 2021-2023 гг. в почвах изучаемых севооборотов выявлено определенное накопление легкогидролизуемого азота. Так, после

возделывания люцерны и озимой пшеницы в весенний период 2021 года его содержание составляло 8,0 и 3,9 мг/100 г почвы соответственно. На протяжении следующих лет исследований при выращивании риса показатель снижался на севообороте с озимой пшеницей до 2,8-3,4 мг/100 г в весенний и 2,3-2,7 мг/100 г. в осенний период соответственно. На участке, где ранее возделывались многолетние травы, его содержание характеризовалось более высокими значениями и составляло 4,0-5,2 мг/100 г и 3,5-3,9 мг/100 г соответственно. Это может быть обусловлено поступлением в почву значительного количества органического вещества, оставшегося после возделывания люцерны, что в совокупности с высокой микробной активностью приводит к увеличению количества легкогидролизуемого азота.

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

#### Литература

1. Александрова, Л.Н. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Изд. 3-е, перераб. и доп. / Л.Н. Александрова, О.А. Найденова. – Л.: «Колос» (Ленингр. отд-ние), 1976. – 280 с.
2. Воробьев, Н.В. Физиологические основы минерального питания риса. / Н.В. Воробьев, М.А. Скаженник. – Краснодар: «Мир Кубани», 2005. – 196 с.
3. Гергель, В.В. Содержание различных форм азота в паровом звене рисовых севооборотов / В.В. Гергель // Наукосфера. – 2021. – №12 (1). – С. 159-162.
4. Гуторова, О.А. Современное состояние рисовых почв рисовых агроландшафтов Кубани и тренд его изменения в процессе сельскохозяйственного использования: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / О.А. Гуторова. – Краснодар, 2020. – 46 с.
5. Кумейко, Ю.В. Влияние исключения многолетних трав из рисовых севооборотов на показатели плодородия почвы. / Ю.В. Кумейко, В.Н. Паращенко, Н.М. Кремзин, Л.А. Швыдкакая, О.И. Слепцова // Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства. – 2016. – С. 103-106.
6. Масливец, В.А. Промежуточные посевы – фактор биологизированного рисоводства / В.А. Масливец, В.Н. Герасименко, С.А. Макаренко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 103. – С. 1245-1253.
7. Практикум по агрохимии / Под ред. В.В. Кидина – М.: Колос, 2008. – 599 с.
8. Система рисоводства Краснодарского края / под общ. ред. Е.М. Харитоновой. – Краснодар: ВНИИ риса, 2011. – 316 с.
9. Сычев, В.Г. Современные состояния плодородия почв и основные аспекты ее регулирования. / В.Г. Сычев – М.: РАН, 2019 – 328 с.
10. Шеуджен, А.Х. Агрохимия и физиология питания риса. / А.Х. Шеуджен – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. – 1012 с.
11. Шеуджен, А.Х. Агрохимия. Методика агрохимических исследований: учеб. пособие / А.Х.Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – Ч. 2. – 703 с.
12. Champigny, M.L. Relation entre photosynthesis et nutrition azotes mineral / M.L. Champigny // C.r. Acad. Agr. – 1982. – V. 30. – № 11. – P. 883-891.
13. Doberman, A. Rice: Nutrient Disorders Nutrient Management / A. Doberman, T.H. Fairhurst. - Manila: IRRI, 2000. - 192 p.
14. Maruyama, K. Breeding for high yielding rice cultivars in Japan / K. Maruyama // Tropical agriculture research ser. – 1988. – V. 21. – P. 277.



**References**

1. Alexandrova, L.N. Laboratory and practical exercises in soil science. 3rd Ed., reprint. and add. / L.N. Alexandrova, O.A. Naidenova. – L.: “Kolos” (Leningr. edition), 1976. – 280 p.
2. Vorobyev, N.V. Physiological foundations of rice mineral nutrition./ N.V. Vorobyov, M.A. Skazhennik. Krasnodar: “The World of Kuban”, 2005. - 196 p.
3. Gergel, V.V. The content of various forms of nitrogen in the fallow link of rice crop rotations / V.V. Gergel // Science sphere. – 2021. – № 12 (1). – P. 159-162.
4. Gutorova, O.A. The current state of rice soils of rice agricultural landscapes of Kuban and the trend of its change in the process of agricultural use: abstract of Dr. thesis. / O.A. Gutorova. – Krasnodar, 2020. – 46 p.
5. Kumeyko, Yu.V. The influence of exclusion of perennial grasses from rice crop rotations on soil fertility / Yu.V. Kumeyko, V.N. Paraschenko, N.M. Kremzin, L.A. Shvydkaya, O.I. Sleptsova // Modern solutions in the development of agricultural science and production. - 2016. - P. 103-106.
6. Maslivets, V.A. Intermediate crops – a factor of biologized rice farming / V.A. Maslivets, V.N. Gerasimenko, S.A. Makarenko // Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2014. – № 103. – P. 1245-1253.
7. Agrochemistry Workshop / Edited by V.V. Kidin, Moscow: Kolos, 2008. – 599 p.
8. The rice farming system of Krasnodar region/ under the general editorship of E.M. Kharitonov. Krasnodar: All-Russian Rice Research Institute, 2011. - 316 p.
9. Sychev, V.G. Modern conditions of soil fertility and the main aspects of its regulation. / V.G. Sychev – M.: RAS, 2019 – 328 p.
10. Sheudzhen, A.H. Agrochemistry and physiology of rice nutrition. / A.H. Sheudzhen – Maikop: GURIPP “Adygea”, 2005. - 1012 p.
11. Sheudzhen, A.H. Agrochemistry. Methodology of agrochemical research: textbook. manual / A.H. Sheudzhen, T.N. Bondareva. Krasnodar: KubSAU, 2015. – Part 2. – 703 p.
12. Champpiny, M.L. Relation entre photosynthesis et nutrition azotes mineral / M.L. Champpiny // C.r. Acad. Agr. – 1982. – V. 30. – № 11. – P. 883-891
13. Doberman, A. Rice: Nutrient Disorders Nutrient Management / A. Doberman, T.H. Fairhurst. - Manila: IRRI, 2000. - 192 p.
14. Maruyama, K. Breeding for high yielding rice cultivars in Japan / K. Maruyama // Tropical agriculture research ser. – 1988. – V. 21. – P. 277.

**Виктор Викторович Гергель**

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

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

**Victor Viktorovich Gergel**

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

FSBI «Federal Scientific Rice Centre»  
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia  
E-mail: arri\_kub@mail.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2025-68-3-58-67  
УДК 631.672.3:631.672.4

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

### ИССЛЕДОВАНИЕ БАЛАНСА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ КРЮКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Крюковское водохранилище является важным водным объектом в мелиоративно-водохозяйственном комплексе Краснодарского края, что продиктовано его функциональными особенностями по предотвращению негативного воздействия вод на площади 17,7 тыс. га и обеспечению водоподачи для нужд орошения сельхозкультур, выращиваемых на Крюковской и Афипской оросительных системах. Цель исследования – изучение гидрологического режима, водного баланса и эксплуатационного состояния Крюковского водохранилища, а также оценка эффективности его работы после завершения реконструкции. Представлены результаты исследований, основанные на многолетних наблюдениях за гидрологическим режимом Крюковского водохранилища в период его эксплуатации до реконструкции, с целью определения водного баланса и расчета основных эксплуатационных параметров. Выявлено, что за 52-летний срок работы Крюковского водохранилища объем наносов составил 26 млн м<sup>3</sup>, что привело к увеличению мертвого объема на 3,25 млн м<sup>3</sup> (32,5 %), уменьшению полезной и противопаводковой емкости на 12,25 млн м<sup>3</sup> (12,1 %) и 10,5 млн м<sup>3</sup> (11,4 %) соответственно. Отмечено, что проведение работ по реконструкции Крюковского водохранилища позволит увеличить отметки форсированного подпорного уровня (ФПУ) с проектных 16,5 мБС до фактических 17,00 мБС, нормального подпорного уровня (НПУ) с проектных 14,4 мБС до фактических 15,04 мБС без снижения полезного объема. Расчеты баланса водных ресурсов Крюковского водохранилища положительно скажутся на его безопасной эксплуатации, обеспечат срез пиков паводков, а также гарантируют полив риса и других сельхозкультур на Афипской и Крюковской оросительных системах с суммарным водопотреблением в пределах 80 млн м<sup>3</sup>. Актуализированные параметры Крюковского водохранилища предложено взять за основу при разработке актуализированных правил использования водохранилища (ПИВ) взамен действующих Правил эксплуатации Крюковского водохранилища, разработанных в 1982 году и не отвечающих текущему состоянию эксплуатируемых гидротехнических сооружений, входящих в его состав.

**Ключевые слова:** водохранилище, водный объект, оросительная система, водные ресурсы, эксплуатация, реконструкция, гидротехнические сооружения, негативное воздействие вод, полезный объем, сформированный подпорный уровень, нормальный подпорный уровень, уровень мертвого объема.

### STUDY OF THE BALANCE OF WATER RESOURCES OF THE KRYUKOVSKOYE RESERVOIR

The Kryukovskoye Reservoir is an important water body in the melioration and water management complex of Krasnodar region, which is dictated by its functional features to prevent the negative impact of water on an area of 17.7 thousand hectares and to ensure water supply for the irrigation needs of agricultural crops grown in the Kryukovskaya and Afipskaya irrigation systems. The aim of the research is to study the hydrological regime, water balance and operational state of the Kryukovskoye Reservoir, as well as to assess the efficiency of its operation after completion of reconstruction. The article presents the results of studies based on long-term observations of the hydrological regime of the Kryukovskoye Reservoir during its operation before reconstruction in order to determine the water balance and calculate the main operational parameters. It was revealed that over the 52-year period of operation of the Kryukovskoye Reservoir, the sediment volume amounted to 26 million m<sup>3</sup>, which led to an increase in dead volume by 3.25 million m<sup>3</sup> (32.5 %), a decrease in useful and flood-proof capacity by 12.25 million m<sup>3</sup> (12.1 %) and 10.5 million m<sup>3</sup> (11.4 %), respectively. It was noted that the reconstruction of the Kryukovskoye Reservoir will increase the marks of the forced retaining level (FPU) from the design 16.5 mBS to the actual 17.00 mBS, the normal retaining level (NPU) from the design 14.4 mBS to the actual 15.04 mBS without reducing the useful volume. Calculations of the balance of water resources of the Kryukovskoye Reservoir will have a positive impact on its safe operation, ensure a cut of flood peaks, and also guarantee irrigation of rice and other crops in the Afipskaya and Kryukovskaya irrigation systems with a total water consumption of 80 million m<sup>3</sup>. The updated parameters of the Kryukovskoye Reservoir are proposed to be used as a basis for the development of updated rules for the use of the reservoir (IRR) instead of the current Rules for the operation of the Kryukovskoye Reservoir, developed in 1982 and not corresponding to the current state of the operated hydraulic structures included in its composition.

**Key words:** reservoir, water body, irrigation system, water resources, operation, reconstruction, hydraulic structures, negative impact of water, useful volume, formed retaining level, normal retaining level, dead volume level.

### Введение

Водохранилища являются ключевыми компонентами многих систем водоснабжения, обеспечивая функциональную возможность регулировать гидрологическую ситуацию при управлении водными ресурсами в пространстве и времени. Наличие и эксплуатация водохранилищ обеспечивают контроль за распределением водных ресурсов как на водосборной площади, так и на территории ниже по течению рек, что позволяет рационально использовать пресную воду, в том числе для многих отраслей экономики на урбанизированных территориях, а также на площадях, вовлеченных в сельскохозяйственное производство [19, 22].

Многофункциональность и комплексность использования водохранилищ требует регламентированных правил их использования с целью обеспечения надежной эксплуатации и выполнения задач, продиктованных потребностью как регионов, на территории которых они расположены, так и стратегических задач в государственном масштабе [20, 24].

Одним из важных гидротехнических объектов, обеспечивающих регулирование водных ресурсов и защиту территорий от затоплений в Северо-Западной части Северского района Краснодарского края, является Крюковское водохранилище, которое введено в эксплуатацию в 1972 году. Указанный водный объект регулирует паводковые воды рек Песчанка, Иль, Бугай, Эйбза (Зыбза, Азипс), Хабль (Сухой Хабль), Ахтырь и Бугундырь, накапливает водные ресурсы, которые впоследствии используются для нужд сельскохозяйственного производства [5, 16].

Крюковское водохранилище является главным звеном в орошении земельных участков Крюковской и Афипской оросительных систем федеральной собственности, а также выполняет функцию отвода избыточных паводковых вод через Крюковский сбросной канал в Варнавинское водохранилище и далее в р. Кубань через Варнавинский сбросной канал (рис. 1).



**Рисунок 1. Схема каскадного распределения водных ресурсов из Крюковского водохранилища в р. Кубань**

Необходимо отметить, что приведенная на рисунке 1 водохозяйственная система, включающая различные водные объекты и гидротехнические сооружения, обеспечивает дополнительный сток р. Кубань, однако не зависит от гидрометеорологической обстановки в целом по ее бассейну, поскольку основным питанием рек, впадающих в Крюковское водохранилище, являются атмосферные осадки в виде дождя и снега. Учитывая тот факт, что реки имеют незначительную протяженность, а их сток формируется стремительно, это приводит к резкому подъему уровня воды в Крюковском водохранилище и избыток ее отводится в Варнавинское водохранилище посредством Крюковского сбросного канала [7, 9].

Исследование гидрологических и морфометрических параметров Крюковского водохранилища позволило выявить его значительные гидрологические параметры: площадь водосборного бассейна - 966 км<sup>2</sup>, площадь зеркала - 45,8 км<sup>2</sup>, длина - 8 км, средняя глубина - 5,7 м, объем воды при максимальном подпорном уровне - 203 млн м<sup>3</sup>, при нормальном подпорном уровне - 111 млн м<sup>3</sup> [8].

Таким образом, Крюковское водохранилище играет важную роль в управлении водными ресурсами региона, предотвращая подтопление населенных пунктов и прилегающих к нему земель сельскохозяйственного назначения, а также обеспечивает водными ресурсами земельные участки, используемые для производства риса и других орошаемых культур, что способствует развитию мелиорации в регионе [12].

**Цель исследований**

Изучить гидрологический режим, водный баланс и эксплуатационное состояние Крюковского водохранилища, а также провести оценку эффективности его работы после завершения реконструкции в части предотвращения подтопления территорий, граничащих с указанным водным объектом и нужд сельского хозяйства.

**Материалы и методы**

Исследовательская работа выполнена на базе ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз» и ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина». Проведен анализ данных годовых технических отчетов ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз», в которых отражены результаты натурных измерений и наблюдений согласно ГОСТ Р 51657.2-200, ГОСТ Р 51657.1-2000, ГОСТ 8.326-89, ГОСТ 15528-86, МИ 1759-87, Приказа Минприроды России от 09.11.2020 г. № 903 «Об утверждении Порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества»; статистической формы отчетности 2-ТП (Водхоз), 2-ОС и другой нормативно-технической и методической документации Кубанского бассейнового водного управления, Краснодарского ЦГМС. Используются данные наблюдений и измерений за период 1973-2024 гг. Материал исследо-

вания - водные ресурсы Крюковского водохранилища, объект исследования - гидрологический режим Крюковского водохранилища, предмет исследования - водный баланс Крюковского водохранилища. В работе применялись методы научного познания - анализ, синтез и логика.

**Результаты и обсуждение**

В результате проведенных исследований выявлено, что Крюковское водохранилище построено за счет обвалования бывших плавневых земель и предназначено для:

- регулирования паводкового стока горных рек восточной группы Закубанского массива и предотвращения затопления паводковыми водами 17,7 тыс. га земель с населенными пунктами и производственными предприятиями;

- аккумуляции воды для полива риса и других сельскохозяйственных культур на Крюковской и Афипиской оросительных системах расположенных в административных границах Северского и Абинского районов Краснодарского края;

- отвода паводковых вод через Крюковский сбросной канал в Варнавинское водохранилище и далее - в р. Кубань;

- подпитки р. Сухой Аушедз [13].

Основные параметры Крюковского водохранилища, отраженные в Правилах эксплуатации, утвержденных уполномоченными структурами в 1982 г., приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Основные параметры Крюковского водохранилища**

| Параметры                             | Отметка уровня воды, мБС | Площадь зеркала, км <sup>2</sup> | Объем воды, млн м <sup>3</sup> |
|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Форсированный подпорный уровень (ФПУ) | 16,50                    | 45,8                             | 203,0                          |
| Нормальный подпорный уровень (НПУ)    | 14,40                    | 40,2                             | 111,0                          |
| Уровень мертвого объема (УМО)         | 11,35                    | 21,0                             | 10,0                           |

Необходимо отметить, что представленные в таблице 1 показатели характерны для начала периода эксплуатации Крюковского водохранилища и требуют в настоящее время корректировки как уровня мертвого объема с учетом заиления ложа указанного водного объекта, так и других параметров в связи с проведенными реконструкциями.

Заиление водохранилищ, в том числе и Крюковского, является процессом естественным и постоянным, который обусловлен осаждением в его чаше наносов, поступающих с водосбора вместе с жидким стоком рек, питающих водохранилище, а также твердого материала, попадающего в водоем в результате размыва берегов как водоисточников, так и самого водного объекта. Интенсивность отложения наносов и период заиления водохранилищ зависят от

рельефа местности и физико-механического состава грунтов водосборного бассейна, а также от объема водохранилища. Накопившиеся отложения приводят к уменьшению полезного объема водохранилища и сокращению его «жизненного цикла» [18, 23, 25].

В результате исследований выявлено, что за 52-летний период эксплуатации Крюковского водохранилища (1973-2024 гг.) в нем отложился объем наносов, составляющий 26 млн м<sup>3</sup>. Мертвый объем сократился на 3,25 млн м<sup>3</sup> (32,5 %), полезная емкость за эти же годы уменьшилась на 12,25 млн м<sup>3</sup> (12,1 %), противопаводковая емкость – на 10,5 млн м<sup>3</sup> (11,4 %). По данным гидрографической съемки распределение отложившихся наносов по чаше водохранилища неравномерное, мощность залегания отложений составляет от 0 до 1,0 метра. Среднегодовой объем

заиления составляет 0,683 млн м<sup>3</sup> в год. Большая часть наносов сосредоточена в зонах впадения в водохранилище рек Бугай, Иль, Зыбза и нагорного канала. Заилены также подходы к водосбросному сооружению.

С целью восстановления проектных параметров в последние годы проведены работы по реконструкции объектов, входящих в состав Крюковского водохранилища, в том числе по частичной расчистке его ложа.

Так, в 2007 г. был реализован проект «Реконструкция головного водозаборного сооружения Крюковского водохранилища», в результате чего произведена замена рабочих затворов водозаборного сооружения на глубинные колесные ГК-73, изготовлены новые ремонтные ограждения и новые подъемники.

В рамках реализации Федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы» в 2014-2016 гг. были проведены строительно-монтажные работы (1-я очередь реконструкции), в том числе:

- реконструкция водоограждающей дамбы водохранилища (17 км);
- расчистка дренажных каналов;
- реконструкция водосбросного сооружения;
- реконструкция водозаборного сооружения на орошение;
- реконструкция заградительного сооружения на Крюковском сбросном (соединительном) канале.

В 2019-2024 гг. в связи с просадкой северной дамбы и признанием Ростехнадзором ее аварийности, в рамках Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 гг., утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717, был реализован проект «Реконструкция ГТС Крюковского водохранилища (2-я очередь)», включающий следующие виды работ:

- восстановление аварийного участка Северной дамбы протяженностью 384 м;
- устройство подводящего канала по дну водохранилища, занесенного наносами, к водосбросному сооружению, протяженностью 384 м;
- устройство волнозащитного парапета на двух участках Северной дамбы;
- установка контрольно-измерительной аппаратуры на водозаборном, головном (водосбросном) сооружениях и оградительной дамбе водохранилища.

При этом, параметры гидротехнических сооружений после выше указанных работ по реконструкции Крюковского водохранилища, вполне могут обеспечить новые проектные отметки ФПУ=17,00 мБС и НПУ=15,04 мБС в водохранилище, что будет являться основой для разработки Правил использования водных ресурсов в соответствии со ст. 45 Федерального закона от 03.06.2006 г. №

74-ФЗ «Водный кодекс Российской Федерации» и Федерального закона от 25 декабря 2023 г. № 657-ФЗ «О внесении изменений в Водный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Анализ, проведенный по результатам многолетних наблюдений за гидрологическим режимом Крюковского водохранилища, полученных до 2017 года при работе согласно действующих Правил эксплуатации, показывает, что при внутригодовом ходе уровней воды выделяются следующие фазы: зимнее наполнение, весенне-летняя сработка, осенняя межень. Наполнение водохранилища осуществляется с ноября по конец апреля - начало мая, в основном паводковым стоком зимних месяцев (декабрь-март). Выявлено, что максимальные уровни воды в Крюковском водохранилище обычно приходятся на начало мая (начало вегетационного периода), затем идет планомерная его сработка в летний период за счет расходования воды на орошение и подпитку водохозяйственных систем, потерь на испарение и фильтрацию. Минимальные уровни в водохранилище достигаются обычно в начале сентября. Анализ уровня воды в Крюковском водохранилище показывает, что сентябрь и октябрь характеризуются наименьшими показателями притока воды за год и минимальными уровнями. Накопление полезного объема воды в Крюковском водохранилище начинается с ноября и до конца апреля, что позволяет к началу полива риса и других сельхозкультур обеспечить потребность в водных ресурсах на Крюковской и Афипиской оросительных системах. Необходимо отметить, что проектное значение ФПУ за весь период эксплуатации Крюковского водохранилища не было достигнуто, что свидетельствует об эффективном регулировании в период прохождения паводков и половодий.

Наивысший уровень воды в Крюковском водохранилище за период эксплуатации до 2017 года составил 16,00 мБС (март 1983 г.). Годовая амплитуда колебания уровней воды в водохранилище изменялась в пределах от 3,52 мБС (2002 г.) до 1,74 м (2008 г.). Суточные колебания уровней воды в водохранилище обычно не превышали 10 см, но кратковременно достигали 15-25 см. За период с начала эксплуатации до 2017 г. При этом, водохранилище ни разу не сбрасывалось до отметки УМО (11,35 мБС).

Расчеты показывают, что наполнение Крюковского водохранилища до отметки НПУ=15,04 мБС на начало вегетационного периода за счет речного притока в период с сентября по апрель происходит с обеспеченностью 75 % (в 36 годах из 48 лет многолетнего ряда наблюдений) и гарантирует водоподачу на орошение сельхозкультур в объеме 81,24 млн м<sup>3</sup> (май, июнь – 26,56 млн м<sup>3</sup>, июль, август – 14,06 млн м<sup>3</sup>). При этом необходимо учитывать, что при дефиците водных ресурсов в маловодные годы

имеется техническая возможность водоподачи на посеvy риса на Крюковской оросительной системе из Шапсугского водохранилища.

При расчете водного баланса Крюковского водохранилища, кроме воды на нужды орошения для сельхозпроизводства, учитывались следующие показатели:

- забор воды из водохранилища на подпитку р. Сухой Аушедз в объеме 3,40 млн м<sup>3</sup> в год (0,20–0,40 млн м<sup>3</sup> в месяц в течение всего года) [4, 17];

- потери на фильтрацию – 2,82 млн м<sup>3</sup> в год (0,22–0,24 млн м<sup>3</sup> в месяц в течение всего года) [6, 11];

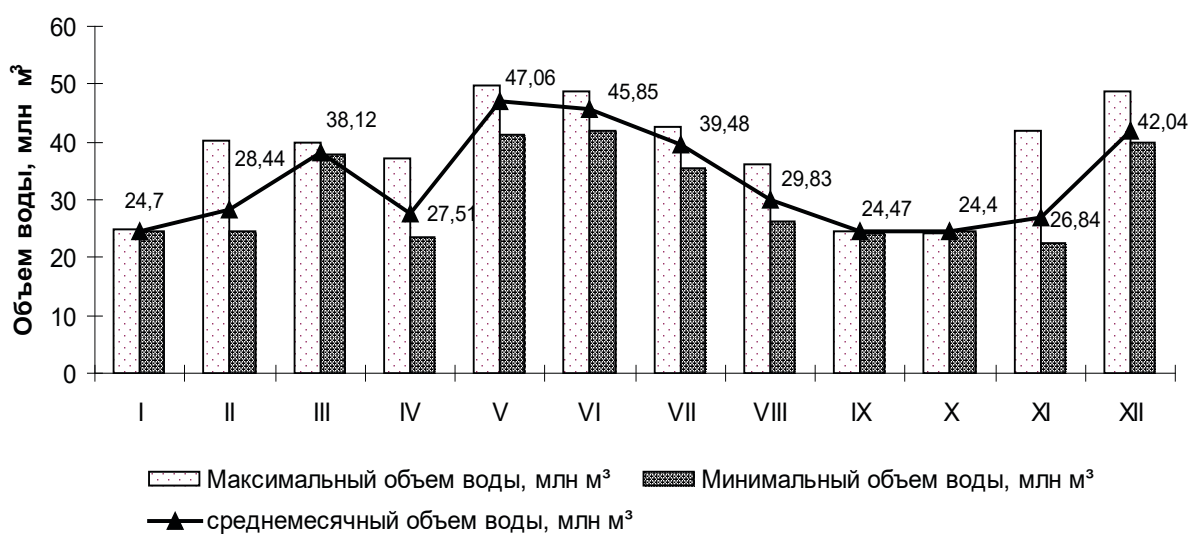
- потери на дополнительное испарение (за вычетом осадков на зеркало водохранилища) – 21,91 млн м<sup>3</sup> в год (в период с апреля по декабрь в соответствии с внутригодовым ходом температуры воздуха) [14, 15];

- поступление в водохранилище сбросных вод с оросительных систем в объеме 6,08 млн м<sup>3</sup> в год (в период с мая по август) [3, 10].

Суммарное водопотребление из Крюковского водохранилища (с учетом потерь и расхода воды на подпитку р. Сухой Аушедз) составит 109,37 млн м<sup>3</sup> [1, 2].

В период реконструкции 2019–2024 гг. Крюковское водохранилище, согласно предписанию Северо-Кавказского управления Ростехнадзора от 09.04.2019 г., переведено в транзитный режим, где важным условием является поддержание уровня воды на отметке мертвого объема УМО=11,35 мБС за исключением периода прохождения паводка, когда возможно кратковременное превышение УМО. Таким образом, в период реконструкции среднесуточные уровни воды в Крюковском водохранилище поддерживались на отметках 11,91–12,77 мБС.

Исследованиями установлено, что гидрологический режим рек, впадающих в Крюковское водохранилище, характеризуется крайне неравномерным распределением стока в течение года (рис. 2).



**Рисунок 2. Совмещенный график показателей, характеризующих объем воды в Крюковском водохранилище, 2024 г.**

Исследования показывают, что в 2024 году среднегодовое значение объема наполнения водохранилища составило 28,97 млн м<sup>3</sup> с максимальным значением в мае – 47,1 млн м<sup>3</sup> и июне – 45,9 млн м<sup>3</sup>, что обусловлено паводками, а минимальное – в пределах уровня мертвого объема (УМО) – на протяжении остального времени года.

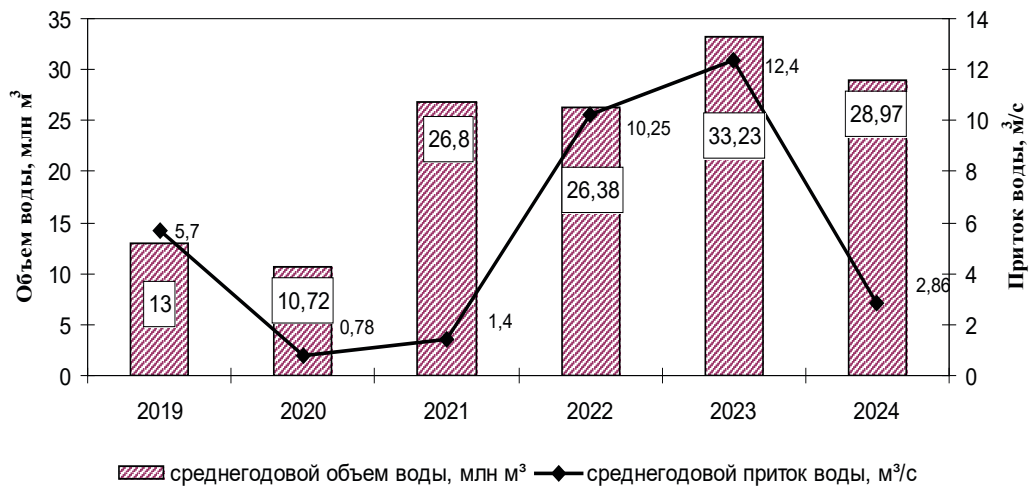
Анализ динамики показателей, характеризующих водохозяйственную обстановку в Крюковском водохранилище за последние 6 лет в период проведения реконструкции (2019–2024 гг.), показывает, что приток за указанный период в среднем составляет 5,6 м<sup>3</sup>/с, с максимальным значением в 2023 году – 12,4 м<sup>3</sup>/с (+6,8 м<sup>3</sup>/с к среднему значению), минимальным – в 2020 году – 0,78 м<sup>3</sup>/с (-4,82 м<sup>3</sup>/с к среднему значению).

Объем воды в Крюковском водохранилище за указанный период наблюдался в пределах 23,2 млн м<sup>3</sup> с максимальным значением в 2023 году – 33,23 млн м<sup>3</sup> (+10,03 млн м<sup>3</sup> к среднему значению), минимальным – в 2020 году 10,72 млн м<sup>3</sup> (-12,48 млн м<sup>3</sup> к среднему значению), что связано с дефицитом водных ресурсов и низкими притоками в среднем за 2020 год – 0,78 м<sup>3</sup>/с.

Результаты проведенного анализа режимов работы Крюковского водохранилища за весь период эксплуатации до начала реконструкции и в период работы в транзитном режиме указывают на необходимость обновления его параметров, приведенных в действующих Правилах эксплуатации, до актуальных, подтвержденных проектной документацией на рекон-

струкцию гидротехнических сооружений, фактически выполненными работами, результаты которых отра-

жены в актах завершения строительно-монтажных работ и ввода в эксплуатацию (табл. 2).



**Рисунок 3. Среднегодовое значение притока воды (м³/с) и объема наполнения (млн м³) Крюковского водохранилища в период реконструкции 2019-2024 гг.**

**Таблица 2. Проектные и предлагаемые значения основных эксплуатационных параметров Крюковского водохранилища после завершения реконструкции**

| Наименование параметра                | Единица измерения, мБС | Значение параметров                     |   |
|---------------------------------------|------------------------|---|---|
|                                       |                        | текущие, согласно Правилам эксплуатации | предлагаемые после завершения реконструкции |
| уровень воды                          |                        |   |   |
| Нормальный подпорный уровень (НПУ)    | мБС                    | 14,40                                   | 15,04                                       |
| Уровень мертвого объема (УМО)         | мБС                    | 11,35                                   | 12,00                                       |
| Форсированный подпорный уровень (ФПУ) | мБС                    | 16,50                                   | 17,00                                       |
| объем воды                            |                        |   |   |
| Объем при НПУ                         | млн м³                 | 111                                     | 119,4                                       |
| Объем при УМО                         | млн м³                 | 10                                      | 19,4  |
| Полезный объем                        | млн м³                 | 101                                     | 100   |
| Объем при ФПУ                         | млн м³                 | 203                                     | 206,4                                       |
| Объем форсировки (между ФПУ и НПУ)    | млн м³                 | 92                                      | 87  |

Таким образом, изменение основных параметров, используемых при технической эксплуатации Крюковского водохранилища, и обеспечивающих его безопасную эксплуатацию, позволит сохранить полезный объем на уровне проектных значений за счет увеличения уровней мертвого и форсированного объемов.

#### Выводы

Исследование баланса водных ресурсов Крюковского водохранилища, гидрологического режима работы до реконструкции, водного режима во время ее проведения позволили обосновать основные эксплуатационные параметры нормального подпорного уровня до значений 15,04 мБС, форси-

рованного подпорного уровня до отметки 17,0 мБС, уровня мертвого объема до отметки 12,0 мБС, что позволит не только обеспечить его безопасную эксплуатацию, но и сохранить полезную емкость в пределах 100 млн м<sup>3</sup>, объем воды которой используется для целей орошения сельскохозяйственных культур. Предлагаемые параметры Крюковского водохранилища предложено взять за основу при разработке

актуализированных Правил использования водных ресурсов для указанного водного объекта взамен действующих Правил эксплуатации Крюковского водохранилища, разработанных в 1982 году и не отвечающих текущему состоянию эксплуатируемых гидротехнических сооружений, входящих в его состав.

### Литература

1. Багров, М. Н. Сельскохозяйственная мелиорация / М. Н. Багров, И. П. Кружилин. - М.: Агропромиздат, 1985. - 271 с.
2. Владимиров, С.А. Режимы орошения и техника полива сельскохозяйственных культур: учеб. пособие. / С.А. Владимиров, Е.И. Хатхоху, В.Т. Ткаченко. - Краснодар: КубГАУ, 2016. - 112 с.
3. Владимиров, С.А. Стратегия устойчивого экологически безопасного рисоводства: монография / С.А. Владимиров. - Краснодар: КубГАУ, 2017. - 160 с.
4. Коробка, А.Н. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе / А.Н. Коробка, С.Ю. Орленко, Е.В. Алексеенко, Н.Н. Малышева и др. - Краснодар, 2015. - 352 с.
5. Крюков, И. Н. Водохозяйственное строительство в Краснодарском крае (крат. справ.) / И.Н. Крюков, В. Я. Долженко, С. Ф. Патрин. - Кубаньгипроводхоз. - Краснодар, 1977. - 22 с.
6. Кузнецов Е. В. Повышение эффективности орошения в составе инвестиционного проекта адаптированной земельно-охранной системы / Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди, А. Н. Куртнезирова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2015. - № 52. - С. 206-211.
7. Кузнецов, Е. В. Повышение эффективности орошения в составе инвестиционного проекта адаптированной земельно-охранной системы / Е.В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди, А. Н. Куртнезирова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2015. - № 52. - С. 206-211.
8. Ладатко, М. А. Сортовая агротехника риса на принципах агроландшафтного земледелия / М.А. Ладатко // Экология и мелиорация агроландшафтов: перспективы и достижения молодых ученых: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. молодых учен. - 2019. - С. 38-40
9. Малышева, Н.Н. К вопросу развития отрасли рисоводства / Н.Н. Малышева // Сборник научных трудов по материалам V Международной науч.-практ. конф. «Современные тенденции развития науки и технологий». - Белгород, 2015. - № 5, часть I. - С. 71-73.
10. Малышева, Н.Н. Проблемы и перспективы развития водохозяйственно-мелиоративного комплекса в Краснодарском крае // Н.Н. Малышева, А.Е. Хаджиди, А.И. Малышева // Инновационное развитие агропромышленного комплекса: новые подходы и актуальные исследования: Материалы Международной научно-практической конференции в рамках мероприятий «Десятилетия науки и технологий в Российской Федерации», 300-летия Российской академии наук. - Краснодар: КубГАУ, 2024. - С. 493-500.
11. Малышева, Н.Н. Экологические аспекты водопользования при сельскохозяйственном производстве в Краснодарском крае / Н.Н. Малышева, А.Е. Хаджиди, А.П. Хаджиди, А.И. Малышева // Рисоводство. - 2024. - Т. 23. - № 1 (62). - С. 67-78.
12. Ногалевский, Э.Ю. Региональная мелиоративная география. Краснодарский край: монография / Э.Ю. Ногалевский, Ю.Я. Ногалевский, И.Н. Папенко. - Краснодар: КубГАУ, 2013. - 280 с.
13. Ольгаренко, Г.В. Развитие мелиоративного комплекса: строительство, модернизация и техническое перевооружение / Г.В. Ольгаренко, С.С. Турапин, В.И. Булгаков, Н.А. Мищенко, Л.Е. Паутова, А.В. Грушин, О.Ю. Гришаева, А.И. Банникова, В.С. Травкин, И.С. Мазурова. - Москва, 2021. - 23 с.
14. Попов, В.А. Агроклиматология и гидравлика рисовых экосистем: монография / В.А. Попов, Н.В. Островский. - Краснодар: КубГАУ, 2013. - 189 с.
15. Прокопенко, В. В. Контроль негативных процессов на орошаемых землях в условиях Краснодарского края в центральной зоне Краснодарского края / В. В. Прокопенко, В. В. Годадзе, Е. В. Кузнецов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 76-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2020 год. В 3-х частях, Краснодар, 10-30 марта 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Кошцаев. Том Часть 1. - Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. - С. 356-358.
16. Сафронова, Т. И. Обоснование метода управления агроресурсным потенциалом агроландшафтов / Т. И. Сафронова, А. Е. Хаджиди, Е. В. Холод // Современные проблемы науки и образования. - Краснодар, 2015. - № 2. - ч. 1. - С. 358-361.
17. Харитонов, Е. М. Перспективы органического земледелия в отечественном рисоводстве и импорто-



замещения длиннозерных сортов риса / Е.М. Харитонов, Ю. К. Гончарова, Г. Л. Зеленский // Биологические основы защиты растений: сб. науч. тр. по материалам Жученк. чтений VII. - Краснодар, 2022. - С. 248-253.

18. Salwey, S. Development of reservoir operation rules for large-scale hydrological modeling / S. Salwey, G. Coxon, F. Pianosi, R. Lane, C. Hutton, M. Bliss Singer, H. McMillan, J. Freer // *Hydrol. The Earth system. Sci.* - 2024. - № 28. - P. 4203-4218. <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-326/>

19. Abeshu, G. W. Enhancing the representation of water management in global hydrological models / G. W. Abeshu, F. Tian, T. Wild, M. Zhao, S. Turner, A. F. M. K. Chowdhury, C. R. Vernon, H. Hu, Y. Zhuang, M. Hejazi, H.-Y. Li // *Geosci. Model Dev.* - 2023. - № 16. - P. 5449 – 5472. <https://doi.org/10.5194/gmd-16-5449-2023>.

20. Adam, J. C. Simulation of reservoir influences on annual and seasonal streamflow changes for the Lena, Yenisei, and Ob' rivers / J.C. Adam, I. Haddeland, F. Su, D. P. J. Lettenmaier // *Geophys. Res.-Atmos.* - 2024. - № 112. - P. 1256 – 1268. <https://doi.org/10.1029/2007jd008525>.

21. Brown, C. M. The future of water resources systems analysis: Toward a scientific framework for sustainable water management / C. M. Brown, J. R. Lund, X. M. Cai, P. M. Reed, E. A., Zagona, A. Ostfeld, J. Hall, G. W. Characklis, W. Yu, L. Brekke // *Water Resour. Res.* - 2023. - № 51. - P. 6110-6124. <https://doi.org/10.1002/2015wr017114>.

22. Dang, T. D. On the representation of water reservoir storage and operations in large-scale hydrological models: implications on model parameterization and climate change impact assessments / T. D. Dang, A. F. M. K. Chowdhury, S. Galelli // *Hydrol. Earth Syst. Sci.* - 2020. - № 24. - P. 397-416. <https://doi.org/10.5194/hess-24-397-2020>.

23. Dobson, B. The Spatial Dynamics of Droughts and Water Scarcity in England and Wales / B. Dobson, G. Coxon, J. Freer, H. Gavin, M. Mortazavi-Naeini, J. W. Hall // *Water Resour. Res.* - 2020. - № 56. - P. 397-416. <https://doi.org/10.1029/2020WR027187>.

24. Gaupp, F. The role of storage capacity in coping with intra- and inter-annual water variability in large river basins / F. Gaupp, J. Hall, S. Dadson // *Environ. Res. Lett.* - 2015. - № 10. - P. 125-128. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/125001>.

25. Lane, R. A. Incorporating uncertainty into multiscale parameter regionalization to evaluate the performance of nationally consistent parameter fields for a hydrological model / R. A. Lane, J. E. Freer, G. Coxon, T. Wagener // *Water Resour. Res.* - 2021. - № 57. - P. 235-258. <https://doi.org/10.1029/2020WR028393>.

26. Salwey, S. National-Scale Detection of Reservoir Impacts Through Hydrological Signatures / S. Salwey, G. Coxon, F. Pianosi, M. Singer, C. Hutton // *Water Resour. Res.* - 2023. - № 38. - P. 659 – 686. <https://doi.org/10.1029/2022WR033893>.

### References

1. Bagrov, M. N. Agricultural land reclamation / M. N. Bagrov, I. P. Kruzhilin. - M.: Agropromizdat, 1985. - 271 p.
2. Vladimirov, S.A. Irrigation regimes and irrigation techniques for agricultural crops: textbook. manual / S.A. Vladimirov, E.I. Khathokhu, V.T. Tkachenko. - Krasnodar: KubSAU Publ., 2016. - 112 p.
3. Vladimirov, S.A. Strategy of sustainable ecologically safe rice farming: a monograph / S.A. Vladimirov. - Krasnodar: KubSAU Publ. - 2017. - 160 p.
4. Korobka, A.N. The system of agriculture of Krasnodar region on an agro-landscape basis / A.N. Korobka, S.Y. Orlenko, E.V. Alekseenko, N.N. Malysheva et al. - Krasnodar, 2015. - 352 p.
5. Kryukov, I. N. Water management construction in Krasnodar region (brief. reference) / I.N. Kryukov, V. Ya. Dolzhenko, S. F. Patrin. - Kubangiprovodkhoz. - Krasnodar, 1977. - 22 p.
6. Kuznetsov, E. V. Improving irrigation efficiency as part of an investment project of an adapted land protection system / E. V. Kuznetsov, A. E. Khadjidi, A. N. Kurtnezirov // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University.* - 2015. - № 52. - P. 206-211.
7. Kuznetsov, E. V. Improving irrigation efficiency as part of an investment project of an adapted land protection system / E.V. Kuznetsov, A. E. Hadjidi, A. N. Kurtnezirov // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University.* - 2015. - № 52. - P. 206-211.
8. Ladatko, M. A. Varietal rice agrotechnics based on the principles of agrolandscape farming / M. A. Ladatko // *Ecology and reclamation of agricultural landscapes: prospects and achievements of young scientists: proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference of Young Scientists.* - 2019. - P. 38-40
9. Malysheva, N.N. On the development of the rice industry / N.N. Malysheva // *Collection of scientific papers based on the materials of the V International Scientific and Practical Conference. "Modern trends in the development of science and technology".* - Belgorod, 2015. - № 5. - part I. - P. 71-73.
10. Malysheva, N.N. Problems and prospects of development of the water management and reclamation complex in Krasnodar region / N.N. Malysheva, A.E. Khadzidi, A.I. Malysheva // *Innovative development of the agro-industrial complex: new approaches and current research. Proceedings of the International Scientific and Practical*

Conference within the framework of the events “Decades of Science and Technology in the Russian Federation”, the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences. - Krasnodar: KubSAU Publ., 2024. - P. 493-500.

11. Malysheva, N.N. Ecological aspects of water use in agricultural production in Krasnodar region / N.N. Malysheva, A.E. Khadjidi, A.P. Khadjidi, A.I. Malysheva // Rice growing. – 2024. - Vol. 23. - № 1(62). - P. 67-78.

12. Nogalevsky, E.Y. Regional land reclamation geography. Krasnodar region: monograph / E.Y. Nogalevsky, Y.Y. Nogalevsky, I.N. Papenko. - Krasnodar: KubSAU Publ., 2013. - 280 p.

13. Olgarenko, G.V. Development of the land reclamation complex: construction, modernization and technical re-equipment / G.V. Olgarenko, S.S. Turapin, V.I. Bulgakov, N.A. Mishchenko, L.E. Pautova, A.V. Grushin, O.Y. Grishaeva, A.I. Bannikova, V.S. Travkin, I.S. Mazurova. - Moscow, 2021. - 23 p.

14. Popov, V.A. Agro-climatology and hydraulics of rice ecosystems: a monograph / V.A. Popov, N.V. Ostrovsky. - Krasnodar: KubSAU Publ., 2013. - 189 p.

15. Prokopenko, V. V. Control of negative processes on irrigated lands in the conditions of the Krasnodar region in the central zone of Krasnodar region / V. V. Prokopenko, V. V. Godadze, E. V. Kuznetsov // Scientific support of the agro-industrial complex: A collection of articles based on the materials of the 76th scientific and practical conference of students on the results of research for 2020. In 3 parts, Krasnodar, March 10-30, 2021 / Editor-in-chief A.G. Koshchaev. Volume Part 1. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2021. - P. 356-358.

16. Safronova, T. I. Substantiation of the method of managing the agro-resource potential of agrolandscapes / T. I. Safronova, A. E. Khadjidi, E. V. Kholod // Modern problems of science and education. – 2015. - № 2. - part 1. – P. 358-361.

17. Kharitonov, E. M. Prospects of organic farming in domestic rice farming and import substitution of long-grain rice varieties / E.M. Kharitonov, Yu.K. Goncharova, G. L. Zelensky // Biological foundations of plant protection: collection of scientific tr. based on the materials of Zhuchenko Readings VII. Krasnodar, 2022. - P. 248-253.

18. Salwey, S. Development of reservoir operation rules for large-scale hydrological modeling / S. Salwey, G. Coxon, F. Pianosi, R. Lane, C. Hutton, M. Bliss Singer, H. McMillan, J. Freer // Hydrol. The Earth system. Sci. - 2024. - № 28. - P. 4203-4218. - <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-326/>

19. Abeshu, G. W. Enhancing the representation of water management in global hydrological models / G. W. Abeshu, F. Tian, T. Wild, M. Zhao, S. Turner, A. F. M. K. Chowdhury, C. R. Vernon, H. Hu, Y. Zhuang, M. Hejazi, H.-Y. Li // Geosci. Model Dev. – 2023. - № 16. - P. 5449 - 5472, - <https://doi.org/10.5194/gmd-16-5449-2023>.

20. Adam, J. C. Simulation of reservoir influences on annual and seasonal airflow changes for the Lena, Yenisei, and Ob' rivers / J.C. Adam, I. Haddeland, F. Su, D. P. J. Lettenmaier // Geophys. Res.-Atmos. - 2024. - № 112. - P. - 1256-12368. <https://doi.org/10.1029/2007jd008525> .

21. Brown, C. M. The future of water resources systems analysis: Towards a scientific framework for sustainable water management / C. M. Brown, J. R. Lund, X. M. Cai, P.M. Reed, E. A., Zagona, A. Ostfeld, J. Hall, G. W. Characklis, W. Yu, L. Brekke // Water Resour. Res. - 2023. - № 51. - P. 6110-6124. <https://doi.org/10.1002/2015wr017114>.

22. Dang, T. D. On the representation of water reservoir storage and operations in large-scale hydrological models: implications on model parameterization and climate change impact assessments / T. D. Dang, A. F. M. K. Chowdhury, S. Galelli // Hydrol. Earth Syst. Sci. - 2020. - № 24. – P. 397-416. <https://doi.org/10.5194/hess-24-397-2020>.

23. Dobson, B. The Spatial Dynamics of Mines and Water Scarcity in England and Wales / B. Dobson, G. Coxon, J. Freer, H. Gavin, M. Mortazavi-Naeini, J. W. Hall // Water Resour. Res. - 2020. - № 56. – P. - 397-416. <https://doi.org/10.1029/2020WR027187>

24. Gaupp, F. The role of storage capacity in coping with intra- and inter-annual water variability in large river basins / F. Gaupp, J. Hall, S. Dadson // Environ. Res. Lett. - 2015. - № 10. - P. 125-128. - <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/125001>.

25. Lane, R. A. Incorporating uncertainty into multiscale parameter regionalization to evaluate the performance of nationally consistent parameter fields for a hydrological model / R. A. Lane, J. E. Freer, G. Coxon, T. Wagener // Water Resour. Res. - 2021. - № 57. - P - 235-258. <https://doi.org/10.1029/2020WR028393>.

26. Salwey, S. National-Scale Detection of Reservoir Impacts Through Hydrological Signatures / S. Salwey, G. Coxon, F. Pianosi, M. Singer, C. Hutton // Water Resour. Res. - 2023. - № 38. - P. - 659-686. <https://doi.org/10.1029/2022WR033893>.

**Надежда Николаевна Малышева**

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

**Анна Евгеньевна Хаджиди**

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

**Алена Игоревна Малышева**

Студент  
E-mail: avengersrules22@mail.ru

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

**Nadezhda Nikolaevna Malysheva**

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

**Anna Evgenievna Hadjidi**

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

**Alyona Igorevna Malysheva**

Student  
E-mail: avengersrules22@mail.ru

All: FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»  
13, Kalinina, Krasnodar, 350912, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2025-68-3-68-73  
УДК 633.18.3

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

### ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ СОРТОВ РИСА СЕЛЕКЦИИ ФНЦ РИСА ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ КАЧЕСТВА

В статье представлены результаты технологической оценки сортов риса Скиф, Лидер 55, Полюс 5, Тритон, Скала, выращенных на рисовой оросительной системе ФНЦ риса в 2023 и 2024 гг. Целью данного исследования является проведение технологической оценки зерна сортов риса Скиф, Лидер 55, Полюс 5, Тритон, Скала, выращенных на рисовой оросительной системе ФНЦ риса в 2023 и 2024 годах. Исследование проводилось по комплексу показателей, включающему массу 1000 абсолютно сухих зерен, пленчатость, стекловидность, трещиноватость, отношение длины зерновки к ширине, общий выход крупы и содержание целого ядра в крупе. По содержанию целого ядра в крупе лучшими признаны сорта Скиф (99,0 % в 2023 г.; 98,1 % в 2024 г.) и Скала (98,0 % в 2023 г.; 97,0 % в 2024 г.). Эти же сорта характеризовались наименьшей трещиноватостью. Наибольшая масса 1000 абсолютно сухих зерен была у сортов Тритон (28,4 г) и Лидер 55 (26,3 г в 2023 году и 26,9 г в 2024 году). Общий выход крупы находился в пределах от 67,0 (Тритон) до 69,1% (Скала) в 2023 году, а в 2024 году от 66,5 % (сорта Лидер 55 и Тритон) до 68,9% (сорт Полюс 5).

**Ключевые слова:** рис, новые сорта, качество зерна, технологическая оценка.

### TECHNOLOGICAL ASSESSMENT OF MEDIUM-GRAIN RICE VARIETIES

The article presents the results of the technological assessment of the rice varieties Skif, Leader 55, Pole 5, Triton, and Skala, which were grown on the rice irrigation system of the Federal Research Center for Rice in 2023 and 2024. The purpose of this study is to conduct a technological assessment of the new rice varieties Skif, Leader 55, Pole 5, Triton, and Skala, which were grown on the rice irrigation system of the Federal Research Center for Rice in 2023 and 2024. The study was based on a set of indicators that included the weight of 1,000 absolutely dry grains, hulliness, glassiness, fracturing, the ratio of grain length to width, the total yield of cereals, and the content of whole kernels in cereals. According to the content of whole kernels in cereals, Skif varieties (99.0% in 2023; 98.1% in 2024) and Skala (98.0% in 2023; 97.0% in 2024) were recognized as the best, the same varieties were characterized by the least fracturing, the highest mass of 1000 absolutely dry grains was in Triton varieties (28.4 g) and the Leader is 55 (26.3 g in 2023 and 26.9 g in 2024). The total yield of cereals ranged from 67.0% (Triton) to 69.1% (Skala) in 2023, and from 66.5% (Leader 55 and Triton) to 68.9% (Polus 5) in 2024.

**Key words:** rice, new varieties, grain quality, technological assessment.

### Введение

В Государственном реестре 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 [4]. В последние десятилетия с повышением уровня жизни растет спрос на высококачественное зерно с высокой пищевой ценностью и разнообразными кулинарными достоинствами [13]. Качество зерна риса является важнейшим фактором в селекции новых сортов. В связи с этим улучшение технологических параметров качества зерна риса является актуальной задачей для сельскохозяйственной науки и производства. Потребительские свойства риса формируются в зависимости от спроса на рисопродукты, который обусловлен размером и формой зерна, его прозрачностью, относительным размером мучнистого пятна внутри зерновки [10-12]. Основным условием экономической эффективности производства и технологии переработки риса является минимизация дробления

зерна при шелушении и шлифовании, а также сохранение в рисопродуктах питательных веществ [9].

Существует множество характеристик зерна и растения, позволяющих классифицировать рис. Комплекс показателей качества зерна образует сложную систему, которая служит основой для создания новых сортов и используется в технологических процессах выработки рисопродуктов, а также формирует пищевые и кулинарные предпочтения потребителей [7]. Технологическая оценка сортов риса позволяет выявить наиболее перспективные из них для выращивания и переработки, а также разработать оптимальные режимы обработки зерна.

На качество зерна риса влияют многие факторы: погодные условия, агрофон выращивания, характеристики сорта, а также физиологические процессы, связанные с наливом зерна. Налив зерна риса зависит от количества ассимилятов, условий и скорости их транспортировки. Ассимиляты перемещаются из стебля по сосудистым пучкам к генеративным и вегетативным органам растения. Соответственно,

от характеристик сосудистых пучков, таких как количество, размер и емкость, зависит эффективность транспортировки питательных веществ [5].

В данной работе была проведена технологическая оценка признаков качества зерна с целью дальнейшего выявления характеристик строения сосудистых пучков метелки риса и определения их взаимосвязи.

#### Цель исследований

Провести технологической оценки новых сортов риса Скиф, Лидер 55, Полюс 5, Тритон, Скала, выращенных на рисовой оросительной системе ФНЦ риса в 2023 и 2024 годах, по комплексу показателей качества зерна для выявления лучших сортов.

#### Материалы и методы

Материалом исследования служили новые сорта риса Полюс 5 (внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2023 г., патент № 12862), Скиф, Лидер 55, Тритон, Скала (находятся на испытании). Сорта были

выращены на рисовой оросительной системе ФНЦ риса в 2023, 2024 гг. Массу 1000 абсолютно сухих зерен определяли по ГОСТу 10842-89, пленчатость – ГОСТу 10843-76 на шелушильной установке «Yasar Makina», стекловидность по ГОСТу 10987-76, трещиноватость на диафаноскопе ДСЗ – 3, линейные размеры шелушеной зерновки для определения отношения длины зерновки к ширине на сканере (система анализа изображений LA 2400, WinFOLIA, WinRHIZO, WinSEEDLE, Канада) с использованием компьютерной программы Seedling.

#### Результаты и обсуждение

По форме зерновки сорта Скиф, Лидер 55 и Полюс 5 отнесены к группе короткозерных (l/b менее 2,1). Сорта Тритон и Скала – к группе среднезерных (l/b 2,1-3,0), зерно указанных сортов представлено на рисунке 1. Результаты оценки сортов риса по признакам качества зерна представлены в таблицах 1-2.

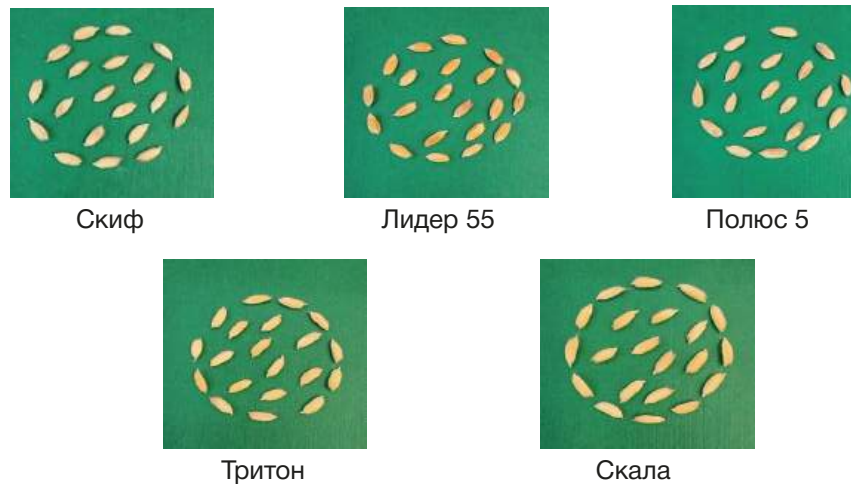


Рисунок 1. Зерно сортов Скиф, Лидер 55, Полюс 5, Тритон, Скала

Таблица 1. Технологические показатели признаков качества зерна сортов риса, урожай 2023, 2024 гг.

| Сорт     | Год  | Масса 1000 а. с. з., г | Пленчатость, % | Стекло-видность, % | Отношение длины зерновки к ширине |
|----------|------|------------------------|----------------|--------------------|-----------------------------------|
| Скиф     | 2023 | 25,5                   | 19,7           | 92                 | 2,0                               |
|          | 2024 | 25,6                   | 20,6           | 88                 | 2,1                               |
| Лидер 55 | 2023 | 26,3                   | 19,0           | 95                 | 2,0                               |
|          | 2024 | 26,9                   | 21,3           | 94                 | 2,1                               |
| Полюс 5  | 2023 | 25,0                   | 17,8           | 95                 | 2,0                               |
|          | 2024 | 25,8                   | 18,7           | 96                 | 2,1                               |
| Тритон   | 2023 | 28,4                   | 19,0           | 92                 | 2,4                               |
|          | 2024 | 28,4                   | 19,7           | 97                 | 2,4                               |
| Скала    | 2023 | 25,8                   | 18,2           | 98                 | 2,4                               |
|          | 2024 | 25,9                   | 20,0           | 97                 | 2,4                               |

**Таблица 2. Трещиноватость, общий выход крупы и содержание целого ядра в крупе, урожай 2023, 2024 гг.**

| Сорт     | Год  | Трещиноватость, % | Общий выход крупы, % | Содержание целого ядра в крупе, % |
|----------|------|-------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Скиф     | 2023 | 2                 | 69,0                 | 99,0                              |
|          | 2024 | 3                 | 67,8                 | 98,1                              |
| Лидер 55 | 2023 | 7                 | 67,9                 | 96,0                              |
|          | 2024 | 13                | 66,5                 | 93,9                              |
| Полюс 5  | 2023 | 18                | 69,2                 | 85,9                              |
|          | 2024 | 24                | 68,9                 | 79,0                              |
| Тритон   | 2023 | 4                 | 67,0                 | 96,2                              |
|          | 2024 | 6                 | 66,5                 | 94,7                              |
| Скала    | 2023 | 2                 | 69,1                 | 98,0                              |
|          | 2024 | 4                 | 69,0                 | 97,0                              |

Наибольшая масса 1000 зерен в 2023 году наблюдалась у сорта Тритон (28,4 г). Наименьшая масса 1000 зерен – у сорта Полюс 5 (25,0 г), зерно этих сортов представлено на рисунке 1. В 2024 году наибольшая масса также наблюдалась у сорта Тритон (28,4 г), наименьшая масса в этот год наблюдалась у сорта Скиф (25,6 г). В большинстве случаев отмечено незначительное увеличение массы 1000 зерен в 2024 году по сравнению с 2023 годом.

Наименьшая пленчатость отмечена у сорта Полюс 5 (17,8 % в 2023 году и 18,7 % в 2024 году). Наибольшая пленчатость – у сорта Лидер 55 (19,0 % в 2023 году и 21,3 % в 2024 году). Стекловидность зерна была высокой у всех исследованных сортов от 88 % как в 2023, так и в 2024 году. Наименьшая стекловидность наблюдается у сорта Скиф (92 % в 2023 году и 88 % в 2024 году). Наибольшая стекловидность – у сорта Скала (98 % в 2023 году и 97 % в 2024 году). Небольшое снижение стекловидности наблюдается у сорта Скиф в 2024 году (с 92 до 88 %). Трещиноватость имела тенденцию к увеличению у всех сортов в 2024 году по сравнению с 2023 годом. Наименьшая трещиноватость наблюдается у сортов Скиф и Скала (от 2 до 4 %). У сорта Полюс 5 наблюдается увеличение трещиноватости в 2024 году по сравнению с 2023 годом (с 18 % до 24 %).

Результаты оценки показали, что новые сорта риса характеризуются достаточно высоким качеством зерна. Высокая стекловидность зерна у всех сортов свидетельствует о хороших потребительских свойствах риса. Однако, наблюдаются различия между сортами по содержанию целого ядра в крупе.

Общий выход крупы в 2023 году находился в пределах от 67 % (Тритон) до 69,1 % (Скала), в 2024 году наименьший выход крупы был у сортов Лидер 55 и Тритон (66,5 %), наибольший – у сорта Полюс 5 (68,9 %). Наибольшее содержание целого ядра как в 2023, так и в 2024 годах отмечено у сорта Скиф, наименьшее – у сорта Полюс 5.

Сорта риса в исследовании различались по признакам качества зерна. Было сделано предположение, что одним из факторов, обуславливающих различия показателей по годам, являются погодные условия произрастания риса. При резких изменениях температуры воздуха, высоких значениях температуры в период налива зерна снижается его качество: увеличивается трещиноватость, что ведет к снижению выхода крупы и содержания целого ядра. Параметры погодных условий в период вегетации риса в 2023 и 2024 гг. отличались от средних многолетних (рис. 2, 3). Сумма эффективных температур в третьей декаде августа 2023 г. была выше средне многолетних на 559 °С и на 382 °С в 2024 г. В конце августа, в период налива зерна риса, среднедекадная температура воздуха была максимальной в 2023 году, на 5,1 °С выше средней многолетней, на 3,6 °С выше, чем в 2024 г.

Погодные условия 2023 г. характеризовались более высокими температурами воздуха в период вегетации риса, чем в 2024 г. Однако качество зерна в 2023 г. было выше, чем в 2024 г. Ухудшение качества урожая сортов в 2024 г. обусловлено не только высокими температурами воздуха, но и иными факторами, возможно, суховеями в период налива зерна.

Исследование связи между трещиноватостью зерна и содержанием целого ядра в крупе методом корреляционного анализа выявило сильную отрицательную связь между трещиноватостью и содержанием целого ядра в крупе ( $r = -0.9$ ), что подтверждается данными других работ по изучению признаков качества зерна [5, 8]. Выявленная отрицательная корреляция между трещиноватостью и содержанием целого ядра в крупе свидетельствует о том, что сорта с высокой трещиноватостью имеют тенденцию к снижению показателя выхода целого ядра, что связано с тем, что трещины в зерне приводят его к разрушению при шелушении и шлифовании.

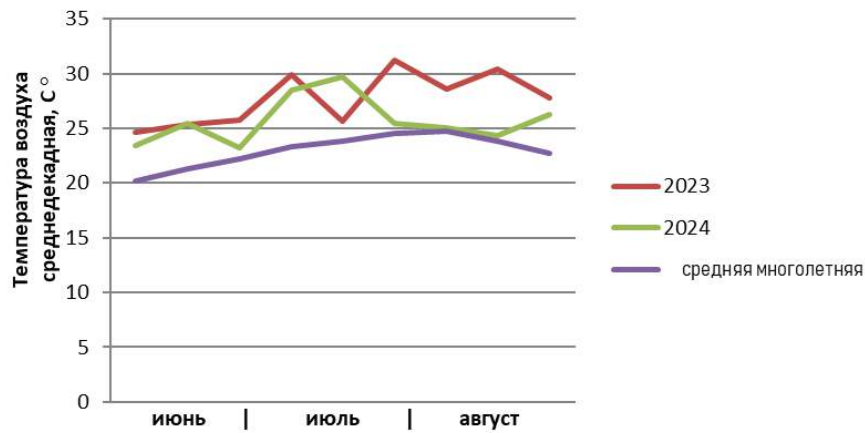


Рисунок 2. Среднедекадная температура воздуха в период вегетации риса в 2023, 2024 гг.

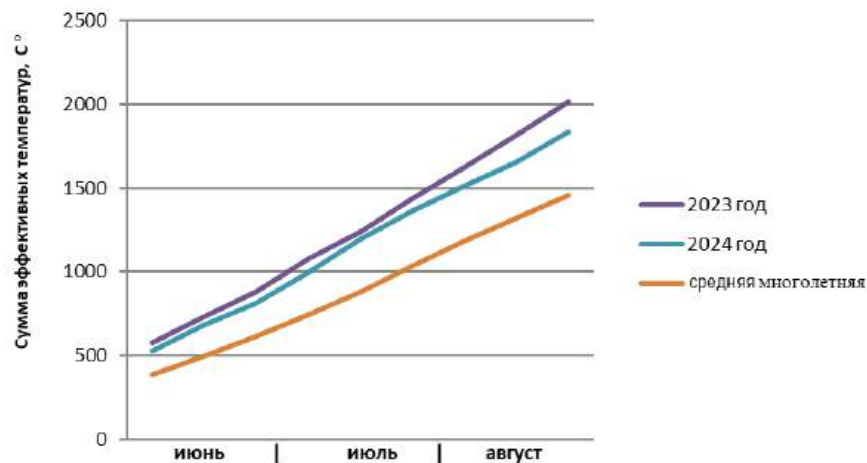


Рисунок 3. Сумма эффективных температур в период вегетации риса в 2023, 2024 гг.

#### Выводы

Проведена технологическая оценка зерна новых сортов риса (Скиф, Лидер 55, Полкус 5, Тритон, Скала), выращенных на рисовой оросительной системе ФНЦ риса в 2023 и 2024 годах. Установлена отрицательная корреляция между трещиноватостью и содержанием целого ядра в крупе. Наибольшее

содержание целого ядра было обнаружено в крупе у сортов Скиф (99 % в 2023 г. и 98,1 % в 2024 г.) и Скала (98% в 2023 г. и 97 % в 2024 г.). Эти сорта также характеризовались наименьшей трещиноватостью. Наибольшая масса 1000 абсолютно сухих зерен была у сортов Тритон (28, 4 г) и Лидер 55 (26,3 г в 2023 году; 26,9 г в 2024 году).

#### Литература

- ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен и 1000 семян; введ. 1999-07-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, - Зерно. Методы анализа, 2009. – 7 с.
- ГОСТ 10843-76. Метод определения пленчатости; введ. 1976-07-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2009. – 11 с.
- ГОСТ 10987-76. Метод определения стекловидности; введ. 1977-06-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2009. – 53 с.
- Есаулова, Л. В. Научное обеспечение отрасли рисоводства в Краснодарском крае / Л.В. Есаулова, И. А. Лыско, В. С. Ковалев, А. М. Оглы// Рисоводство. – Краснодар, 2025.– № 2 (67). – С. 97-100.
- Лалаян, Л. М. Оценка признаков качества короткозерных и среднезерных сортов риса урожая 2024 года / Л. М. Лалаян, К. К. Ольховая // Материалы Школы-конференции для молодых ученых с международным участием «Агроинновации: интеграция науки и бизнеса». – 2025. – С. 152-155.

6. Лалаян, Л. М. Налив зерна и характеристики сосудистых пучков метелки риса (обзор) / Л. М. Лалаян, Н. Г. Туманьян // *Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие агропромышленного комплекса: новые подходы и актуальные исследования»*. – 2024. – С. 190-193.
7. Лоточникова, Т. Н. Пищевая ценность и кулинарные достоинства шелушенного риса / Т. Н. Лоточникова, Н. Г. Туманьян // *Материалы XII Международного симпозиума «Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье»*. – 2003. – С. 630-637.
8. 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*. – Краснодар, 2024. – № 2 (63). – С. 39-45.
9. Addison, M. Assessing Ghana's initiative of increasing domestic rice production through the development of rice value chain / M. Addison, P. Sarfo-Mensah, S. E. Edusah // *Global Journal of Agricultural Economics Extension and Rural Development*. – 2015. – V. 3. – № 4. – P. 230–237.
10. Lisle, A. J. Chalky and translucent rice grains differ in starch composition and structure and cooking properties / A. J. Lisle, M. Martin, M.A. Fitzgerald // *Cereal Chem.* – 2000. – V. 77. – P. 627-632.
11. Liu, X. QTL analysis of percentage of grains with chalkiness in Japonica rice (*Oryza sativa*) / X. Liu, Y. Wang, S. Wang // *Genet Mol Res.* – 2012. – № 11. –P. 717-725.
12. Nevame, A. Y. M. Temperature and Formation of Chalkiness and Their Effects on Quality of Rice / A. Y. M. Nevame, R.M. Emon, M.A. Malek, M.M. Hasan, M. A. Alam, F. M. Muharam. – *Biomed. Res. Int.* – 2018. – № 3. – P. 1-15.
13. Nirmaladevi, G. Genetic variability, heritability and correlation coefficients of grain quality characters in rice (*Oryza sativa* L) /G. Nirmaladevi, G. Padmavathi, S. Kota, V. RavindraBabu // *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. – 2015. – № 47 (4). –P. 424-433.

#### References

1. GOST 10842-89. Grains of cereals and legumes and seeds of oilseeds. Method for determining the mass of 1000 grains and 1000 seeds; introduction. 1999- 07-01. – Moscow: Mezhdgos. Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing House of Standards, Grain. Methods of Analysis, 2009. – 7 p.
2. GOST 10843-76. The method of determining filminess; introduction. 1976-07- 01. Moscow: Mezhdgos. Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing House of Standards, 2009. – 11 p.
3. GOST 10987-76. Method of vitreous determination; introduction. 1977-06-01. Moscow: Mezhdgos. Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing House of Standards, 2009. – 53 p.
4. Esaulova, L. V. Scientific support of the rice industry in the krasnodar territory / L.V. Esaulova, I. A. Lysko, V. S.Kovalev, A. M. Ogly // *Rice growing*. – Krasnodar, 2025. – № 2 (67). – P. 97-100.
5. Lalayan, L. M. Evaluation of quality attributes of short-grain and medium-grain rice varieties of the 2024 harvest / L. M. Lalayan, K. K. Olkhovaya // *Proceedings of the School-Conference for Young Scientists with International Participation “Agroinnovations: Integration of Science and Business”*. – 2025. – P. 152-155.
6. Lalayan, L. M. Grain filling and characteristics of vascular bundles of rice panicle (review) / L. M. Lalayan, N.G. Tumanian // *Proceedings of the International scientific and practical conference “Innovative development of the agro-industrial complex: new approaches and current research”*. - 2024. - P. 190-193.
7. Lotochnikova, T. N., Nutritional Value and Culinary Advantages of Hulled Rice / T. N. Lotochnikova, N. G. Tumanian // *Materials of the XII International Symposium* – 2003. –P. 630-637.
8. Tumanian, N. G., Quality of rice varieties bred by the Federal Rice Research Center, submitted for state variety testing in 2019-2023, for grain cracking due to amylose content / N. G. Tumanian, T. B. Kumeiko, K.K. Alder // *Rice growing*. – Krasnodar, 2024. – № 2 (63). – P. 39-45.
- 9 Addison, M. Assessing Ghana's initiative of increasing domestic rice production through the development of rice value chain / M. Addison, P. Sarfo-Mensah, S. E. Edusah, // *Global Journal of Agricultural Economics Extension and Rural Development*. – 2015. – V. 3. – № 4. – P. 230–237.
- 10 Lisle, A. J. Chalky and translucent rice grains differ in starch composition and structure and cooking properties / A. J. Lisle, M. Martin, M. A. Fitzgerald // *Cereal Chem.* – 2000. – V. 77. – P. 627-632.
11. Liu, X. QTL analysis of percentage of grains with chalkiness in Japonica rice (*Oryza sativa*) / X. Liu, Y. Wang, S. Wang // *Genet Mol Res.* – 2012. – № 11. – P. 717-725.
12. Nevame, A. Y. M. Temperature and Formation of Chalkiness and Their Effects on Quality of Rice / A. Y. M. Nevame, R. M. Emon, M. A. Malek, M. M. Hasan, M. A. Alam, F. M. Muharam. – *Biomed. Res. Int.* – 2018. – № 3. – P. 1-15.
13. Nirmaladevi, G. Genetic variability, heritability and correlation coefficients of grain quality characters in rice (*Oryza sativa* L) / G. Nirmaladevi, G. Padmavathi, S. Kota, V. RavindraBabu // *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. – 2015. – № 47 (4). – P. 424-433.



**Лиана Мишаевна Лалаян**

Аспирант  
E-mail: l.liana\_m@mail.ru

**Наталья Георгиевна Туманьян**

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

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

**Liana Mishaevna Lalayan**

Post graduate student  
E-mail: l.liana\_m@mail.ru

**Natalia Georgievna Tumanyan**

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

All: FSBSI Federal Scientific Rice Centre,  
3, Belozerny, Krasnodar,  
350921, Russia  
E-mail: arri\_kub@mail.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2025-68-3-74-82  
УДК 581.192.4:635.262

Поляков А.В., д-р биол. наук, проф.,  
Алексеева Т.В., канд. с.-х. наук  
Московская область, Раменский р-н, д. Верея, Россия

### ЧЕСНОК (*ALLIUM SATIVUM L.*) КАК ИСТОЧНИК ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ (ОБЗОР)

В статье приведены данные, свидетельствующие о том, что чеснок (*Allium sativum L.*) является ценным источником химических элементов, влияющих на здоровье человека и способствующих профилактике наиболее значимых в настоящее время сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Показано, что луковицы чеснока содержат 35–42 % сухого вещества, от 6 до 8,0 % сырого белка, от 7,25 мг % до 30 мг/% аскорбиновой кислоты, 20–27 % полисахаридов, содержание которых в некоторых случаях может достигать 53,3–78,9 %. Луковицы содержат жирные масла от 0,06 % до 5,16 %, эфирные масла – до 2 %, а также инулин и фитостерины. В пересчете на сухое вещество содержание калия составляет 45,2 % от массы всех элементов, содержащихся в зубках, содержание кальция – 34,8 %, фосфора – 12,1 %, магния – 5,2 %, натрия – 1,8 %. Содержание других элементов меньше и составляет: железо – 0,42 %, кремний – 0,15 %, цинк – 0,13 %, марганец – 0,12 %. Содержание меди и бора составляет 0,03–0,04 %, никеля – 0,002 %, селена и хрома – 0,0009 % и 0,0003 %, соответственно. Показана изменчивость концентрации химических элементов в зависимости от природно-климатических и агротехнических условий. В отдельных случаях концентрации всех элементов могут существенно изменяться. Так, в зубках чеснока может содержаться от 101,9 мг/кг до 8696,7 мг/кг калия. Содержание магния в луковицах, выращенных в районе Кастамону (*Kastamonu*), составляло 65,4 мг/кг, а в районе Карамана (*Karaman*) – 196,3 мг/кг сырого вещества, в исследовании отмечено, что содержание магния в сыром веществе может достигать 729 мг/кг. Сравнение элементного состава чеснока с другими наиболее важными продуктами питания свидетельствует о том, что чеснок характеризуется уникальным и ценным элементным комплексом. Данные свидетельствуют о необходимости более широкого использования чеснока в питании человека и контроля агротехнических условий его выращивания.

**Ключевые слова:** *Allium sativum L.*, чеснок, луковица, растение, анализ, образец.

### GARLIC (*ALLIUM SATIVUM L.*) AS A SOURCE OF CHEMICAL ELEMENTS (REVIEW)

The article presents data indicating that garlic (*Allium sativum L.*) is a valuable source of chemical elements that affect human health and help prevent the most significant cardiovascular and oncological diseases today. It has been shown that garlic bulbs contain: 35–42 % dry matter, 6 to 8.0 % crude protein, 7.25 mg% to 30 mg/% ascorbic acid, 20–27 % polysaccharides, the content of which in some cases can reach 53,3–78,9 %. The bulbs contain fatty oils from 0.06 % to 5.16 %, essential oils - up to 2 %, as well as inulin and phytosterols. It has been found that garlic cloves contain the most potassium. In terms of dry matter, the content of this element is 45.2 % of the mass of all elements contained in the cloves, calcium content is 34.8 %, phosphorus – 12.1 %, magnesium – 5.2 %, sodium – 1.8 %. The content of other elements is less and is: iron – 0.42%, silicon – 0.15 %, zinc – 0.13 %, manganese – 0.12 %. The content of copper and boron is 0.03-0.04 %, nickel 0.002 %, selenium and chromium 0.0009 % and 0.0003 %, respectively. The variability of the concentration of chemical elements depending on natural, climatic and agrotechnical conditions is shown. In some cases, the concentrations of all elements can change significantly. Thus, garlic cloves can contain from 101.9 mg/kg to 8696.7 mg/kg of potassium. The magnesium content of the bulbs grown in Kastamonu district was 65.4 mg/kg and in Karaman district it was 196.3 mg/kg of raw material, and the investigations noted that the magnesium content in raw material can reach 729 mg/kg. Comparison of the elemental composition of garlic with other important food products shows that garlic is characterized by a unique and valuable elemental complex. These data indicate the need for a wider use of garlic in human nutrition and control over the agrotechnical conditions of its cultivation.

**Key words:** *Allium sativum L.*, garlic, bulb, plant, analysis, sample.

#### Введение

Важным показателем качества пищевых продуктов является их химический состав, который влияет на здоровье человека, а также органолептические показатели: цвет, вкус, аромат продукции [33].

Чеснок (*Allium sativum L.*) является распространенным компонентом питания современного человека. Он обладает богатым составом минеральных и органических веществ, что обуславливает про-

филактические и лечебные свойства против ряда заболеваний [3, 6, 12, 14, 15, 19, 33, 36].

#### Цель исследований

Изучить и обобщить информацию об элементном составе растений чеснока (*Allium sativum L.*), что позволяет рассмотреть культуру, как ценный источник макро- и микроэлементов, необходимых для здоровья человека.

### Материалы и методы

При формировании обзора была использована информация из научных статей и книг, опубликованных в изданиях, индексированных Scopus, Web of Science, SCIE и ESCI, из отечественных авторитетных источников: eLibrary.ru, КиберЛенинка, Библиотека РФФИ, Академия Google, PsyJournals.

### Результаты и обсуждение

На сегодняшний день известно около 70 элементов, необходимых человеку для полноценного функционирования. Уровень накопления отдельных элементов в растениях зависит от их содержания в почве, количества и формы вносимых удобрений [33].

Согласно литературным данным, луковицы чеснока содержат: 35–42 % сухого вещества, от 6 до 8,0 % сырого белка, от 7,25 мг% до 30 мг% аскорбиновой кислоты, 20–27 % полисахаридов, содержание которых в некоторых случаях может достигать 53,3–78,9 %. Луковицы содержат жирные масла от 0,06 % до 5,16 %, эфирные масла - до 2 %, а также инулин и фитостерины [7, 10, 23].

Зеленые листья чеснока – богатейший источник витаминов В<sub>1</sub>, РР, С (до 140 мг%), содержание сахаров колеблется в пределах 3,72–4,19 %. Важно отметить, что при выращивании чеснока в горных условиях с повышением высоты увеличивается и содержание витамина С в листьях. Так, значение признака на высоте 800 м над уровнем моря составляло 126,8 мг%, на высоте 2400 м – 221,1 мг%, на высоте 3100 м – 284 мг% [4, 10, 22].

Эфирное масло чеснока состоит из смеси сульфидов. В луковицах озимого чеснока содержится больше эфирного масла, чем в луковицах ярового [5]. В эфирном масле чеснока присутствуют фитонциды, которые подавляют развитие микроорганизмов. В результате было выявлено, что сок чеснока обладает высокой бактерицидной активностью, превосходящей таковую у более чем двух тысяч растений [15, 20].

В настоящее время в литературе накоплены многочисленные данные по содержанию отдельных элементов у представителей луковых культур, и в частности, в чесноке. Так, установлено, что в золе чеснока обнаружено более 17 химических элементов [1]. По данным Батомункуевой Ц.-Д.Д. и соавт., содержание элементов в золе чеснока составляет: калия 62,15 г/кг, натрия 1,94 г/кг, кальция 6,28 г/кг, магния 6,22 г/кг, железа 112,37 мг/кг, марганца 34,57 мг/кг, цинка 76,70 мг/кг, меди 15,43 мг/кг, хрома 3,91 мг/кг [2].

В чесночном масле содержится: кальция – 6,77 мг/л, фосфора – 0,32 мг/л, калия – 62,22 мг/л, магния – 27,6 мг/л, марганца – 0,06 мг/л, меди – 0,03 мг/л [18]. Определено, что чеснок содержит: калия – 546,5 мг/кг, кальция – 198,3 мг/кг, фосфора – 95,4 мг/кг, железа – 42,1 мг/кг, натрия – 41,0 мг/кг, магния –

39,7 мг/кг, цинка – 3,4 мг/кг, марганца – 0,16 мг/кг и серебра – 0,012 мг/кг [25].

Известно, что чеснок аккумулирует селен, соединения которого обладают антиканцерогенным эффектом [22]. По данным Cizkova H., et al., содержание селена в чесноке достигает 31 мг/кг массы луковиц, а в ряде случаев содержание селена составляло 370–1010 мг/кг сухой массы [26]. Наши исследования показали, что трехкратная обработка вегетирующих растений селенитом натрия и калия в сочетании с ПАВ и ДМСО, позволяет получить зубки, содержащие селен в концентрации 6,83–7,98 мг/кг или 68,3–79,8 мкг/10 г чеснока, что полностью покрывает суточную потребность взрослого человека в этом микроэлементе [11].

Кремний, обеспечивающий активность витаминов С и Е, присутствует в чесноке и в довольно высокой концентрации по сравнению с другими лекарственными растениями [21].

Чеснок также является источником германия, способствующего укреплению стенок кровеносных сосудов, что предотвращает варикозное расширение вен и способствует поддержанию иммунитета [13, 17]. Трехкратная обработка вегетирующих растений Герматранолом, используемом в концентрации 0,15 %, растворенном в 1 %<sup>ном</sup> растворе ДМСО в дозе 100 мл раствора на 1 м<sup>2</sup> площади посадок растений, позволяет повысить уровень накопления германия луковицами чеснока до 78,0 мкг/кг [9].

Исследования, проведенные разными авторами, показали, что чеснок является ценным источником макро- и микроэлементов, особенно калия, кальция, магния, фосфора, железа, марганца, селена, ванадия, меди и цинка [2, 17, 27, 28, 30, 32, 33, 35, 37].

Зубки чеснока характеризуются высоким содержанием калия. В пересчете на сухое вещество его содержание составляет 45,2 % от массы всех элементов, содержащихся в зубках. Содержание кальция составляет 34,8 %, фосфора - 12,1 %, магния - 5,2 %, натрия - 1,8 % (табл.).

Содержание других элементов меньше и составляет: железо - 0,42 %, кремния – 0,15 %, цинка – 0,13 %, марганца – 0,12 %. Содержание меди и бора составляет 0,03–0,04 %, никеля 0,002 %, селена и хрома 0,0009 % и 0,0003 % соответственно.

Проанализированные показатели минеральных элементов в чесноке находились в широком диапазоне. Следует отметить, что на содержание минералов в сельскохозяйственных растениях может влиять множество других факторов, таких как тип почвы, климатические условия, стадия зрелости или подверженность загрязнению. Кроме того, накопление отдельных минеральных элементов в чесноке является сортоспецифичным.

Таблица. Элементный состав чеснока

| Элемент | Средняя суточная потребность человека, мг [8] | Элементный состав чеснока, мг/кг |                          |                          |                   |                              |   |                  |        | % от суммы |
|---------|---|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|---|------------------|--------|------------|
|         |   | сухой массы                      |                          |                          |                   |                              |   |                  |        |            |
|         |   | Hands, 2000 [27]                 | Середин и др., 2015 [16] | Vadala et al., 2016 [35] | Абаюми, 2018 [24] | Iska, Damo, Gruda, 2024 [28] | Ролуаков, Алексеева, Муравьева, 2020 [33] | $\bar{x} \pm sd$ |        |            |
| K       | 3500  | 6 200,0                          | 441,2                    | 4467,9                   | 101,9             | 8696,7                       | 4 703,8                                   | 4101,9 ± 3329,0  | 45,2   |            |
| Ca      | 1000  | 190,0                            | 197,1                    | 1237,4                   | 263,0             | 16813,3                      | 259,6                                     | 3160,1 ± 6701,0  | 34,8   |            |
| P       | 700   | 1700,0                           | 149,3                    | -                        | 101,9             | -                            | 2449,0                                    | 1100,0 ± 1166,2  | 12,1   |            |
| Mg      | 420   | 250,0                            | 255,0                    | 252,6                    | 0,01              | 1746,7                       | 311,1                                     | 469,2 ± 635,3    | 5,2    |            |
| Na      | 1300  | -                                | 21,6                     | 108,2                    | -                 | 464,7                        | 55,9                                      | 162,6 ± 204,5    | 1,8    |            |
| Fe      | 10-18   | 19,0                             | 13,6                     | 20,0                     | 52,9              | 99,2                         | 23,3                                      | 38,0 ± 33,0      | 0,42   |            |
| Si      | 30,0  | -                                | 10,7                     | -                        | -                 | -                            | 16,8                                      | 13,7 ± 4,3       | 0,15   |            |
| Zn      | 12  | 21,5                             | 6,3                      | 11,8                     | 3,4               | 12,3                         | 14,2                                      | 11,6 ± 6,3       | 0,13   |            |
| Mn      | 2,0   | 6,0                              | 3,3                      | 10,6                     | 0,01              | 39,0                         | 4,0                                       | 10,5 ± 14,4      | 0,12   |            |
| Cu      | 1,0   | 5,8                              | -                        | 2,1                      | -                 | -                            | 2,1                                       | 3,3 ± 2,1        | 0,04   |            |
| B       |   | -                                | 3,0                      | -                        | -                 | -                            | 3,3                                       | 3,1 ± 0,2        | 0,03   |            |
| Ni      |   | -                                | 0,02                     | 0,21                     | -                 | -                            | 0,15                                      | 0,19 ± 0,12      | 0,002  |            |
| Se      | 0,05-0,07                                     | -                                | -                        | 0,11                     | -                 | -                            | 0,06                                      | 0,08 ± 0,04      | 0,0009 |            |
| Cr      | 0,04  | -                                | 0,02                     | -                        | -                 | -                            | 0,04                                      | 0,03 ± 0,01      | 0,0003 |            |

*Калий.* Как показали анализы, калий является основным элементом в чесноке. Его содержание составляет 4101,9 мг/кг сухой массы зубков.

Уточненная физиологическая потребность в этом элементе для взрослых составляет - 3500 мг/сутки, а для детей - от 1000 до 3200 мг/сутки [8].

Калий является главным внутриклеточным электролитом, играющим важную роль в поддержании мембранного потенциала, принимает участие в регуляции водного, кислотного и электролитного баланса, участвует в процессах проведения нервных импульсов, регуляции давления. Пища, богатая калием, вызывает повышенное выделение натрия из организма и, наоборот, повышенное потребление натрия приводит к потере организмом калия. Потребление калия 3500 мг (90 ммоль) в день оказывает благоприятное влияние на артериальное давление у взрослых. Потребление калия менее 3500 мг (90 ммоль) в день связано с повышенным риском развития инсульта и других сердечно-сосудистых заболеваний [38, 39].

*Кальций.* В зубках чеснока содержание этого элемента составляет 3160,1 мг/кг сухой массы зубков. Кальций - необходимый элемент минерального матрикса костей, играет ведущую роль в нервной проводимости и процессе свертывания крови, участвует в мышечном сокращении. Дефицит кальция приводит к деминерализации позвоночника, костей таза и нижних конечностей, повышает риск развития остеопороза. Физиологическая потребность для взрослых - 1000 мг/сутки, для лиц старше 65 лет - 1200 мг/сутки [8].

*Фосфор.* В зубках чеснока содержание этого элемента составляет 1100,0 мг/кг сухой массы зубков. В форме фосфатов принимает участие во многих физиологических процессах, включая энергетический обмен (в виде высокоэнергетического АТФ), регуляции кислотно-щелочного баланса. Фосфор входит в состав фосфолипидов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот, участвует в клеточной регуляции путем фосфорилирования ферментов, необходим для минерализации костей и зубов. Оптимальное для всасывания и усвоения кальция соотношение содержания кальция к фосфору в рационе составляет 1 : 1. Физиологическая потребность для взрослых - 700 мг/сутки, уточненная физиологическая потребность для детей - от 300 до 900 мг/сутки [8].

*Магний.* Его содержание составляет 469,2 мг/кг сухой массы зубков. Является кофактором многих ферментов углеводно-фосфорного и энергетического обменов, участвует в синтезе белков, нуклеиновых кислот, обладает стабилизирующим действием для мембран, необходим для поддержания гомеостаза кальция, калия и натрия [29, 34]. Недостаток магния приводит к гипомagneмии, риску развития гипертонии и болезней сердца. Уточненная физиологическая потребность для взрослых - 420 мг/сутки, физиологическая потребность для детей - от 55 до 400 мг/сутки [8].

*Натрий.* В зубках чеснока содержание этого элемента составляет 162,6 мг/кг сухой массы зубков. Натрий является главным внеклеточным электролитом, который участвует в обеспечении необходимой буферности крови, регуляции кровяного давления, водного обмена, набухания коллоидов тканей и задержке воды в организме, активации пищеварительных ферментов, в переносе глюкозы крови, генерации и передаче электрических нервных сигналов, мышечном сокращении. Физиологическая потребность для взрослых составляет 1300 мг/сутки. Физиологическая потребность для детей - от 200 до 1300 мг/сутки. Высокий уровень потребления натрия связан с риском развития артериальной гипертензии. При недостатке калия, магния и кальция избыток натрия усугубляет негативное влияние на организм, в связи с тем, что эти элементы осуществляют важное взаимодействие в контроле сердечного выброса и сосудистого сопротивления. Количество натрия, поступающего с пищей, в суточном рационе взрослых и детей не должно превышать 2 г в сутки [40].

*Железо.* В зубках чеснока содержание этого элемента составляет 38,0 мг/кг сухой массы зубков. Железо является незаменимой частью гемоглобина и миоглобина, входит в состав цитохромов, каталазы и пероксидазы. Участвует в транспорте электронов, кислорода, обеспечивает протекание окислительно-восстановительных реакций и активацию перекисного окисления. Недостаточное потребление железа приводит к гипохромной анемии, миоглобин-дефицитной атонии скелетных мышц, повышенной утомляемости, миокардиопатии, атрофическому гастриту. Физиологическая потребность для взрослых - 10 мг/сутки (для мужчин) и 18 мг/сутки (для женщин). Физиологическая потребность для детей (в зависимости от пола ребенка) - от 4 до 18 мг/сутки [8].

*Кремний.* Содержание кремния в чесноке составляет 13,7 мг/кг сухой массы зубков. Кремний входит в качестве структурного компонента в состав глюкозаминогликанов и стимулирует синтез коллагена. Адекватный уровень потребления для взрослых - 30 мг/сутки [8].

*Цинк.* В зубках чеснока содержание этого элемента составляет 11,6 мг/кг сухой массы зубков. Цинк играет важную роль в обменных процессах, входит в состав многих ферментов, участвует в процессах синтеза и распада углеводов, белков, жиров, нуклеиновых кислот и в регуляции экспрессии генов, влияет на активность гормонов и витаминов. Недостаточное потребление цинка приводит к анемии, вторичному иммунодефициту, циррозу печени, половой дисфункции, наличию пороков развития плода. Выявлена способность высоких доз цинка нарушать усвоение меди и тем самым способствовать развитию анемии. Физиологическая потребность для взрослых - 12 мг/сутки, физиологическая потребность для детей - от 3 до 12 мг/сутки [8].

**Марганец.** Содержание марганца в чесноке составляет 10,5 мг/кг сухой массы зубков. Марганец участвует в образовании костной и соединительной тканей, входит в состав ферментов, участвующих в метаболизме аминокислот, углеводов, катехоламинов, необходим для синтеза холестерина и нуклеотидов. Является антиоксидантом непрямого действия. Недостаточное потребление марганца приводит к замедлению роста, нарушениям в репродуктивной системе, повышенной хрупкости костной ткани, нарушениям углеводного и липидного обмена. Физиологическая потребность для взрослых - 2 мг/сутки, физиологическая потребность для детей в возрасте от 7 до 11 месяцев - 0,02-0,5 мг/сутки [8].

**Медь.** В зубках чеснока содержание этого элемента составляет 3,3 мг/кг сухой массы зубков. Этот элемент входит в состав ферментов, обладающих окислительно-восстановительной активностью и участвующих в метаболизме железа, стимулирует усвоение белков и углеводов. Участвует в процессах обеспечения тканей организма человека кислородом. Является антиоксидантом непрямого действия. Клинические проявления недостаточного потребления проявляются в нарушении формирования сердечно-сосудистой системы и скелета, развитии дисплазии соединительной ткани. Физиологическая потребность для взрослых - 1,0 мг/сутки, физиологическая потребность для детей - от 0,5 до 1,0 мг/сутки [8].

**Селен.** Содержание селена в чесноке составляет 0,08 мг/кг сухой массы зубков. Селен выполняет каталитическую, структурную и регуляторную функции, взаимодействует с витаминами, ферментами и биологическими мембранами, участвует в окислительно-восстановительных процессах, обмене белков, жиров и углеводов. Эссенциальный элемент антиоксидантной системы защиты организма человека, обладает иммуномодулирующим действием и др. Выявлена корреляция между пищевой потребностью в селене и витамине Е, причем при недостаточном поступлении токоферола в организм селен может предотвратить развитие симптомов дефицита витамина Е. Дефицит приводит к болезни Кашина-Бека (остеоартроз с множественной деформацией суставов, позвоночника и конечностей), болезни Кешана (эндемическая миокардиопатия), наследственной тромбастении. Физиологическая потребность для взрослых составляет 55 мкг/сутки для женщин, 70 мкг/сутки для мужчин, физиологическая потреб-

ность для детей - от 10 до 50 мкг/сутки [8].

**Хром.** В зубках чеснока содержание этого элемента составляет 0,03 мг/кг сухой массы зубков чеснока. Хром нормализует проницаемость клеточных мембран для глюкозы, процессы использования ее клетками и депонирования, увеличивает чувствительность рецепторов тканей к инсулину, уменьшая потребность организма в инсулине. Влияние хрома на липидный обмен опосредуется его регулирующим влиянием на функционирование инсулина. Уточненная физиологическая потребность для взрослых - 40 мкг/сутки, физиологическая потребность для детей от 11 до 35 мкг/сутки [8].

Условия выращивания чеснока влияют на содержание калия, кальция, натрия, фосфора, алюминия, хрома, йода, лития, марганца, никеля, серы, кремния, кадмия, меди, ртути, свинца и цинка [24, 33].

Известны данные о содержании химических элементов в сыром веществе чеснока. Так, отмечено, что в зависимости от района произрастания, содержание изученных элементов может отличаться в разы, или наоборот, находится в близких значениях. Так, содержание магния в луковичах, выращенных в районе Кастамону (Kastamonu), составляло 65,4 мг/кг, а в районе Карамана (Karaman) – 196,3 мг/кг сырого вещества [37]. В исследовании, проведенном Işca, P. et al., отмечено, что содержание магния в сыром веществе может достигать 729 мг/кг [28].

Содержание серы в чесноке, выращенном в районе Карамана (Karaman), составляло 17240 мг/кг, что в 4 раза выше, чем в районе Балкесир (Balkesir), где эта величина составила 4150 мг/кг [37]. При этом, как отмечает Mardomi R., содержание марганца может достигать 16720 мг/кг [30].

Таким образом, уникальный элементный комплекс чеснока (особенно по содержанию серы, цинка, марганца и меди) соответствует содержанию полезных элементов в мясе и рыбе. Поэтому его использование в диетах с ограниченным употреблением мясных и рыбных блюд актуально [12, 33].

#### **Выводы**

Чеснок - ценный источник полезных для здоровья человека элементов, особенно калия, кальция, магния, фосфора, железа, марганца, селена, ванадия, меди и цинка. Однако следует учитывать, что при выращивании чеснока в разных природно-климатических и агротехнических условиях элементный состав существенно изменяется.

#### **Литература**

1. Алексеева, М. В. Чеснок и лук-порей / М.В. Алексеева - Л.: Колос, 1967. - 71 с.
2. Батомункуева, Ц-Д.Д., Макро-и микроэлементы в сырье неорганической природы / Ц-Д.Д. Батомункуева, С.Р. Самбуева, В.Г. Ширеторова // Вестник Башкирского университета. – Уфа, 2024. - Т. 29. - №2. - С. 80-86 DOI: 10.33184/bulletin-bsu-2024.2.5
3. Башкирцева, Н. А. Чеснок – целебная приправа / Н. А. Башкирцева. — СПб : Крылов, 2008. — 140 с.
4. Горбань, К. Е. Химический состав чеснока, выращенного в условиях Крыма / К.Е. Горбань // Труды

- Симферопольской овощекартофельной станции. – Симферополь: Крымиздат, 1962. – Т. 2. – С. 153–163.
5. Гусев, С. П. Исследования химического состава различных сортов чеснока / С. П. Гусев, Л. В. Гришина // Труды Московского института народного хозяйства имени имени Г. В. Плеханова «Исследования пищевых товаров». – 1963. – Вып. 24. – С. 136.
6. Капустина, Л. Особенности выращивания чеснока в мире /Л. Капустина // Овощеводство. – Самохваловичи, 2016. – № 9. – С. 33–35.
7. Комиссаров, В.А. Об эволюции культурного чеснока / В.А. Комиссаров// Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – Москва, 1964. – Вып. 4. – С. 70–73.
8. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 : утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г. – взамен МР 2.3.1.2432-08.
9. Патент №2712441. Способ обогащения чеснока посевного (*Allium sativum* L.) германием/ Поляков А.В, Алексеева Т.В., Разин А.Ф., Логинов С.В. – 2019.
10. Пивоваров, В. Ф. Луковые культуры / В. Ф. Пивоваров, И. И. Ершов, А. Ф. Агафонов. – ВНИИССОК, 2001. – 500 с.
11. Поляков, А.В. Эффективность применения селенитов в период вегетации для обогащения чеснока селеном/А.В. Поляков, Т.В. Алексеева //Картофель и овощи. – Москва, 2020. – №1. – С. 12–14 <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.17.57.003>
12. Поляков, А.В. Производство чеснока озимого (*Allium sativum* L.) из воздушных луковичек. Монография/А.В. Поляков, Т.В. Алексеева. – М.: МГОУ, 2022 – 110 с.
13. Поляков, А. В. Важнейшие вопросы развития чесноководства в Российской Федерации /А.В. Поляков // Экологические проблемы современного овощеводства и качества овощной продукции: сборник научных трудов. – М.: ФГБНУ ВНИИО, 2014. – Вып. 1. – С. 437–443.
14. Поляков, А. В. Особенности формирования урожая воздушных луковичек чеснока озимого/ А.В. Поляков, Т.В. Алексеева // Инновационные технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства: материалы юбилейной Международной научно-практической конференции (Рязань, 30–31 янв. 2014 г.) / под ред. Д. В. Виноградова. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. – С. 276–279.
15. Поляков, А. В. Чеснок – многофункциональный компонент питания /А.В. Поляков // Материалы III Международной научной конференции с элементами научной школы для молодежи «Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств» (25–29 марта 2015 г.). – Тверь: ТГУ, 2015. – С. 150–154.
16. Середин, Т.М. Элементный состав чеснока озимого (*Allium sativum* L.) сортов селекции ВНИИССОК/ Т.М. Середин, А.Ф. Агафонов, Л.И. Герасимова, Л.В. Кривенков //Овощи России. – ВНИИССОК, 2015. – № 3 (28). – С. 81–85.
17. Середин, Т. М. Межсортовые различия накопления германия (Ge) в продукции чеснока озимого / Т.М. Середин, Л.И. Герасимова // Материалы XI Международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования» (Пушкино, 15–19 июня 2015 г.). – М.: РУДН, 2015. – С. 356–359.
18. Скальный, А. В. Оценка и коррекция элементного статуса населения – перспективное направление отечественного здравоохранения и экологического мониторинга / А.В. Скальный// Микроэлементы в медицине. – Москва, 2018. – С. 5–3.
19. Сурихина, Т.Н. Аналитический обзор производства чеснока в России/ Т.Н. Сурихина, М.А. Азопкова/ Рисоводство. – Краснодар, 2024. – №2(63). – С.85-91.
20. Токин, Б. П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах / Б.П. Токин. – Л.: Лениздат, 1967. – 344 с.
21. Фудлер, С. Чеснок – природный целитель / Фудлер С., Блэквуд Д. – М.: Риол-Классик, 1997. – С. 42–50.
22. Хрыкина, Ю. А. Оценка и выделение исходного материала чеснока озимого на накопление селена: автореф. дис. ... канд. сельскохоз. наук / Ю.С. Хрыкина. – М., 2009. – 27 с.
23. Шиврина, А. Н. Биохимия чеснока // Биохимия овощных культур / Под ред. А. И. Ермакова, В. В. Арасимович. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1961. – С. 378–398.
24. Abayomi, Yu. Chemical composition, phytochemical and mineral profile of garlic (*Allium sativum*) / Yu Abayomi, S.S. Fagbuaro, S.O.K. Fajemilehin //Journal of Bioscience and Biotechnology Discovery. – 2018. – V. 3(5). – P. 105-109. <https://doi.org/10.31248/JBBD2018.073>
25. Bagudo, B. U. Chemical analysis of locally cultivated garlic and it's oil / B. U. Bagudo , O. D. Acheme // Der Chemica Sinica. – 2014. –Vol. 5(1). – P. 128–134.
26. Cizkova, H. Content of selenium in some vegetables / H. Cizkova, R. Kubec, J. Velisek, R. Koplik, J. Davidek // Potzavinarske vedy. Food science. – 1997. – Vol. 19 (3). – P. 197–210.

27. Hands, E.S. Nutrition in food / Wolters Kluwer Company Lippincott Williams and Wilkins-Philadelphia. 2000. – 315 p.
28. Icka, P. Morphological variability and mineral composition of three garlic genotypes cultivated in Korça region, Albania/ P. Icka, R. Damo, N. Gruda //UEAA Scientific Symposium “New Research Techniques And The Agricultural Progress”At: Bucharest. – 2024. – P.1-9.
29. Magnesium status and supplementation influence vitamin D status and metabolism: results from a randomized trial / Dai Q, Zhu X, Manson JE [et al] // Am J Clin Nutr. – 2018. – 108(6). – P. 1249-1258. doi: 10.1093/ajcn/nqy27
30. Mardomi, R. Determining the chemical compositions of garlic plant and its existing active element / R. Mardomi //IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC). – 2017. – Vol. 10. – Issue 1. – Ver. I. – P. 63-66. www.iosrjournals.org DOI: 10.9790/5736-1001016366 www.iosrjournals.org 63.
31. Noda, K. Comparison of the selenium contents of vegetables of the genus *Allium* measured by fluorometry and neutro / K. Noda, H. Taniguchi, S. Suzuki, S. Hirai // Agricultural and Biological Chemistry. – 1983. – Vol. 47(3). – P. 613–615.
32. Nutritional value, chemical characterization and bulb morphology of Greek garlic Landraces / S.A. Petropoulos, Â. Fernandes, G. Ntatsi, K. Petrotos, L. Barros, I.C.F.R. Ferreira // Molecules. – 2018. – 23. – 319. doi:10.3390/molecules23020319
33. Polyakov, A. The elemental composition of garlic (*Allium sativum* L.) and its variability/ A. Polyakov, T. Alekseeva, I. Muravieva //E3S Web of Conferences 175, 01016 (2020) INTERAGROMASH 2020 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017501016>
34. Rosanoff, A. Essential nutrient interactions: Does low or suboptimal magnesium status interact with vitamin D and/or calcium status? / A. Rosanoff, Q. Dai, SA. Shapses //Adv Nutr. – 2016. – 7(1). – P. 25-43. doi: 10.3945/an.115.008631
35. Statistical analysis of mineral concentration for the geographic identification of garlic samples from Sicily (Italy), Tunisia and Spain / R. Vadalà , A.F. Mottese, G.D/ Bua G. D., [et al] //Foods. – 2016. – 5. – 20. doi:10.3390/foods5010020
36. The effects of time-released garlic powder tablets on multifunctional cardiovascular risk in patients with coronary artery disease / I. A. Sobenin, V. V. Pryanishnikov, L. M. Kunnova, Y. A. Rabinovich, D. M. Martirosyan, A. N. Orekhov // Lipids in Health and Disease. – 2010. – No. 9. – Article number 119. P. 1–6. DOI: 10.1186/1476-511X-9-119.
37. Turan, M. A. Characterization of garlic (*Allium sativum* L.) according the geographical origin by analysis of minerals / M. A. Turan, S. Taban, N. Taban, L. Y. Ersan // Fresenius Environmental Bulletin. – 2017. – Vol. 26. – No. 6. – P. 4292–4298.
38. WHO. Effect of increased potassium intake on blood pressure, renal function, blood lipids and other potential adverse effects. Published 2012. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79331/9789241504881\\_eng.pdf?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79331/9789241504881_eng.pdf?sequence=1)
39. WHO. Effect of increased potassium intake on cardiovascular disease, coronary heart disease and stroke. Published 2012. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79334/9789241504867\\_eng.pdf?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79334/9789241504867_eng.pdf?sequence=1)
40. WHO. Guideline: Sodium intake for adults and children. Published 2012. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241504836>

### References

1. Alekseeva, M. V. Garlic and leek / M. V. Alekseeva - Leningrad: Kolos, 1967. - 71 p.
2. Batomunkueva, Ts-D.D. Macro- and microelements in inorganic raw materials / Ts-D.D. Batomunkueva, S.R. Sambueva, V.G. Shiretorova // Bulletin of Bashkir University. – Ufa, 2024. - Vol. 29. - № 2. - P. 80-86 DOI: 10.33184/bulletin-bsu-2024.2.5
3. Bashkirtseva, N. A. Garlic is a medicinal seasoning / N. A. Bashkirtseva. – St. Petersburg: Krylov, 2008. – 140 p.
4. Gorban, K. E. Chemical composition of garlic grown in the Crimea / K. E. Gorban // Proceedings of the Simferopol Vegetable and Potato Station. – Simferopol: Krymizdat, 1962. – Vol. 2. – P. 153–163.
5. Gusev, S. P. Research on the chemical composition of various varieties of garlic / S. P. Gusev, L. V. Grishina // Proceedings of the Moscow institute of national economy named after G. V. Plekhanov “Research on Food Products”. – 1963. – Issue 24. – P. 136.
6. Kapustina, L. Peculiarities of garlic cultivation in the world / L. Kapustina // Vegetable growing. – Samokhvalovich, 2016. – № 9. – P. 33-35.
7. Komissarov, V.A. On the evolution of cultural garlic / V.A. Komissarov// Proceedings of the Timiryazev



Agricultural Academy. – Moscow, 1964. – Issue 4. – P. 70-73.

8. Norms of physiological requirements for energy and nutrients for various population groups of the Russian Federation: Methodological recommendations MR 2.3.1.0253-21: approved by the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare on July 22, 2021, in place of MR 2.3.1.2432-08.

9. Patent № 2712441. Method for enriching garlic (*Allium sativum* L.) with germanium/ Polyakov A.V., Alekseeva T.V., Razin A.F., Loginov S.V. – 2019.

10. Pivovarov, V. F. Onion crops / V. F. Pivovarov, I. I. Ershov, A. F. Agafonov. – VNISSOK, 2001. – 500 p.

11. Polyakov, A.V. The effectiveness of using selenites during the vegetation period to enrich garlic with selenium/A.V. Polyakov, T.V. Alekseeva //Potatoes and Vegetables. – Moscow, 2020. – № 1. – P. 12–14 <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.17.57.003>

12. Polyakov, A.V. Production of winter garlic (*Allium sativum* L.) from air bulbs. Monograph/A.V. Polyakov, T.V. Alekseeva. – Moscow: Moscow State University, 2022 – 110 p.

13. Polyakov, A.V. The most important issues in the development of garlic production in the Russian Federation /A.V. Polyakov // Environmental Problems of Modern Vegetable Growing and Quality of Vegetable Products: Collection of Scientific Papers. – Moscow: FGBNU VNIIO, 2014. – Issue 1. – P. 437–443.

14. Polyakov, A. V. Features of the formation of the crop of air bulbs of winter garlic/ A.V. Polyakov, T.V. Alekseeva // Innovative technologies of production, storage and processing of plant products: materials of the anniversary International scientific and practical conference (Ryazan, January 30–31, 2014) / edited by D. V. Vinogradov. – Ryazan: FGBOU VPO RGATU, 2014. – P. 276–279.

15. Polyakov, A. V. Garlic is a multifunctional component of nutrition / A. V. Polyakov // Materials of the III International scientific conference with elements of a scientific school for young people “Quality and environmental safety of food products and production” (March 25–29, 2015). – Tver: TSU, 2015. – P. 150–154.

16. Seredin, T.M. Elemental composition of winter garlic (*Allium sativum* L.) varieties bred by the All-Russian Research Institute of Vegetable Growing/ T.M. Seredin, A.F. Agafonov, L.I. Gerasimova, L.V. Krivenkov //Vegetables of Russia. – VNISSOK, 2015. – № 3 (28). – P. 81-85.

17. Seredin, T. M. Intersort differences in germanium (Ge) accumulation in winter garlic production / T.M. Seredin, L.I. Gerasimova // Proceedings of the XI International Symposium “New and non-traditional plants and prospects for their use” (Pushchino, June 15-19, 2015). – Moscow: RUDN University, 2015. – P. 356-359.

18. Skalny, A. V. Assessment and correction of the population’s element status: a promising direction in domestic healthcare and environmental monitoring / A. V. Skalny // Microelements in Medicine. – Moscow, 2018. – P. 5–3.

19. Surikhina, T.N. Analytical review of garlic production in Russia / T.N. Surikhina, M.A. Azopkova / Rice growing. - Krasnodar, 2024. - № 2 (63). - P. 85-91.

20. Tokin, B. P. Medicinal plant poisons. A tale of phytocides / B. P. Tokin. – Leningrad: Lenizdat, 1967. – 344 p.

21. Fudler, S. Garlic is a natural healer / S. Fudler, D. Blackwood.– M.: Rinol-Classice, 1997. – P. 42-50.

22. Khrykina, Yu.A. Evaluation and isolation of the source material of winter garlic for the accumulation of selenium: abstract of the dissertation. ... kand. agricultural farm. Sciences / Yu.S. Khrykina. – M., 2009. – 27 p.

23. Shivrina, A. N. Biochemistry of garlic // Biochemistry of vegetable crops / Edited by A. I. Ermakov, V. V. Arasimovich. – Moscow-Leningrad: Selkhozgiz, 1961. – P. 378–398.

24. Abayomi, Yu. Chemical composition, phytochemical and mineral profile of garlic (*Allium sativum*) / Yu Abayomi, S.S. Fagbuaro, S.O.K. Fajemilehin //Journal of Bioscience and Biotechnology Discovery. – 2018. – V. 3(5). – P. 105-109. <https://doi.org/10.31248/JBBD2018.073>

25. Bagudo, B. U. Chemical analysis of locally cultivated garlic and its oil / B. U. Bagudo , O. D. Acheme // Der Chemica Sinica. – 2014. –Vol. 5(1). – P. 128–134.

26. Cizkova, H. Content of selenium in some vegetables / H. Cizkova, R. Kubec, J. Velisek, R. Koplík, J. Davidek // Potzavinarske vedy. Food science. – 1997. – Vol. 19 (3). – P. 197–210.

27. Hands E.S. Nutrition in food / Wolters Kluwer Company Lippincott Williams and Wilkins-Philadelphia. 2000. – 315 p.

28. Icka, P.Morphological variability and mineral composition of three garlic genotypes cultivated in Korça region, Albania/ P. Icka, R. Damo, N. Gruda //UEAA Scientific Symposium “New Research Techniques And The Agricultural Progress”At: Bucharest. – 2024. – P.1-9.

29. Magnesium status and supplementation influence vitamin D status and metabolism: results from a randomized trial / Dai Q, Zhu X, Manson JE [et al] // Am J Clin Nutr. – 2018. – 108(6). – P. 1249-1258. doi: 10.1093/ajcn/nqy27

30. Mardomi, R. Determining the chemical compositions of garlic plant and its existing active element / R. Mardomi //IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC). – 2017. – Vol. 10. – Issue 1. – Ver. I. – P. 63-66. www.iosrjournals.org DOI: 10.9790/5736-1001016366 www.iosrjournals.org 63.

31. Noda, K. Comparison of the selenium contents of vegetables of the genus *Allium* measured by fluorometry

and neutro / K. Noda, H. Taniguchi, S. Suzuki, S. Hirai // *Agricultural and Biological Chemistry*. – 1983. – Vol. 47(3). – P. 613–615.

32. Nutritional value, chemical characterization and bulb morphology of Greek garlic Landraces / S.A. Petropoulos, Â. Fernandes, G. Ntatsi, K. Petrotos, L. Barros, I.C.F.R. Ferreira // *Molecules*. – 2018. – 23. – 319. doi:10.3390/molecules23020319

33. Polyakov, A. The elemental composition of garlic (*Allium sativum* L.) and its variability/ A. Polyakov, T. Alekseeva, I. Muravieva // *E3S Web of Conferences* 175, 01016 (2020) INTERAGROMASH 2020 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017501016>

34. Rosanoff, A. Essential nutrient interactions: Does low or suboptimal magnesium status interact with vitamin D and/or calcium status? / A. Rosanoff, Q. Dai, SA. Shapses // *Adv Nutr*. – 2016. – 7(1). – P. 25-43. doi: 10.3945/an.115.008631

35. Statistical analysis of mineral concentration for the geographic identification of garlic samples from Sicily (Italy), Tunisia and Spain / R. Vadalà, A.F. Mottese, G.D/ Bua G. D., [et al] // *Foods*. – 2016. – 5. – 20. doi:10.3390/foods5010020

36. The effects of time-released garlic powder tablets on multifunctional cardiovascular risk in patients with coronary artery disease / I. A. Sobenin, V. V. Pryanishnikov, L. M. Kunnova, Y. A. Rabinovich, D. M. Martirosyan, A. N. Orekhov // *Lipids in Health and Disease*. – 2010. – № 9. – Article number 119. P. 1–6. DOI: 10.1186/1476-511X-9-119.

37. Turan, M. A. Characterization of garlic (*Allium sativum* L.) according the geographical origin by analysis of minerals / M. A. Turan, S. Taban, N. Taban, L. Y. Ersan // *Fresenius Environmental Bulletin*. – 2017. – Vol. 26. – № 6. – P. 4292–4298.

38. WHO. Effect of increased potassium intake on blood pressure, renal function, blood lipids and other potential adverse effects. Published 2012. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79331/9789241504881\\_eng.pdf?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79331/9789241504881_eng.pdf?sequence=1)

39. WHO. Effect of increased potassium intake on cardiovascular disease, coronary heart disease and stroke. Published 2012. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79334/9789241504867\\_eng.pdf?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/79334/9789241504867_eng.pdf?sequence=1)

40. WHO. Guideline: Sodium intake for adults and children. Published 2012. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241504836>

**Алексей Васильевич Поляков**

Главный научный сотрудник сектора агrobiотехнологий, лаборатории репродуктивной биотехнологии предбридингового центра  
E-mail: [vita100plus@yandex.ru](mailto:vita100plus@yandex.ru)

**Aleksey Vasilyevich Polyakov**

Chief researcher, agrobiotechnology sector, reproductive biotechnology laboratory, prebreeding center  
E-mail: [vita100plus@yandex.ru](mailto:vita100plus@yandex.ru)

**Татьяна Вячеславовна Алексева**

Младший научный сотрудник сектора агrobiотехнологий, лаборатории репродуктивной биотехнологии предбридингового центра  
E-mail: [matilda8691@gmail.com](mailto:matilda8691@gmail.com)

**Tatyana Vyacheslavovna Alekseeva**

Junior Researcher, Agrobiotechnology Sector, Reproductive Biotechnology Laboratory, Prebreeding Center  
E-mail: [matilda8691@gmail.com](mailto:matilda8691@gmail.com)

Все: Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО-филиал ФГБНУ ФНЦО). 140153, Московская область, Раменский р-н, д. Веряя, стр. 500

All: All-Russian Research Institute of Vegetable Growing - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center for Vegetable Growing» (VNIIO-branch of the FGBNU FNTsO) 500, Vereya village, Ramensky district, Moscow region, 140153, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2025-68-3-83-87  
УДК 016: 631.8:

**Абанина О.А.**, канд.с.-х. наук,  
**Беспалова Н.С.**, канд.с.-х. наук  
Воронежская обл., Россия

### К 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ТАЛАНТЛИВОГО УЧЕНОГО И АГРОХИМИКА ВАЛЕРИЯ ТРОФИМОВИЧА РЫМАРЯ

Статья представляет собой отдельные страницы биографии известного отечественного ученого в области агрохимии, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Валерия Трофимовича Рымаря. Долгое время, работая в ФНЦ риса (ВНИИ риса), он впервые разработал комплексные меры по сохранению плодородия лугово-черноземовидных почв и внедрил в производство систему удобрения риса, обеспечивающую прибавку урожайности 1-2 т/га, было установлено, что в процессе хозяйственной деятельности человека вносятся существенные коррективы в почвообразование, при этом лугово-черноземовидные почвы теряют свои первоначальные естественные свойства, вплоть до изменения классификационных признаков, характерных для подтипа. Продолжив свою трудовую деятельность директором НИИСХ ЦЧП им. Докучаева РАСХН, он возглавлял и участвовал в разработке крупных научных проектов по адаптивно-ландшафтным системам земледелия, которые активно внедрялись на землях сельскохозяйственных предприятий Воронежской области. По результатам деятельности предприятий на новой основе, производство зерна и кормов в таких хозяйствах выросло на 15 % и 20 % соответственно, а их внедрение сформировало у сельхозпроизводителей новый взгляд на процесс хозяйственной деятельности.

**Ключевые слова:** Валерий Трофимович Рымарь (1940-2011), ВНИИ риса - Краснодар, НИИСХ ЦЧП им. Докучаева РАСХН - Каменная Степь, лугово-черноземовидные почвы, черноземы, минеральные удобрения.

### ON THE 85TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF THE TALENTED SCIENTIST AND AGROCHEMIST VALERY TROFIMOVICH RYMAR

The article presents separate pages of the biography of the famous Russian scientist in the field of agrochemistry, Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Valery Trofimovich Rymar. For a long time, working at Federal Scientific Rice Centre (All-Russian Rice Research Institute), for the first time he managed to develop comprehensive measures to preserve the fertility of meadow-chnozem soils and introduce into production a rice fertilization system that provides an increase in yield of 1-2 t/ha. It was found that significant adjustments are made to soil formation in the process of human economic activity, while meadow-chnozem soils lose their original natural properties, up to a change in the classification features typical for the subtype. Continuing his career as director of the National Research Institute of Agricultural Sciences named after Dokuchaev, he headed and personally participated in the development of major scientific projects on adaptive landscape farming systems, which were actively implemented on the lands of agricultural enterprises in the Voronezh region. The results of the production activities of agricultural enterprises on a new basis showed that the production of grain and feed in such farms increased by 15% and 20%, respectively, and their introduction formed a new perspective for agricultural producers on the process of economic activity.

**Key words:** Valery Trofimovich Rymar (1940-2011), All-Russian Rice Research Institute - Krasnodar, National Research Institute of Agricultural Sciences named after Dokuchaev - Kamennaya Steppe, meadow-chnozem soils, chernozems, mineral fertilizers.

Валерий Трофимович родился 6 июля 1940 г. После окончания с отличием Воронежского СХИ им. К.Д. Глинки по специальности «агрохимия-почвоведение», работал младшим научным сотрудником во Всероссийском НИИ риса, а в 1973 году окончил аспирантуру того же ВУЗа. После успешной защиты кандидатской диссертации в 1975 году по агрохимии на тему «Влияние минеральных удобрений на урожай и качество риса на лугово-черноземовидной почве», продолжил работать во ВНИИ риса сначала заведующим лабораторией, затем отделом агрохимии (1975–1980 гг.). С 1981 по 1990 гг. работал заместителем директора по науке этого института.

В период с 1968 по 1990 гг. им внесен существенный вклад в теорию и практику минерального питания растений риса.

Он доказал, что регулирование плодородия лугово-черноземовидных почв следует вести путем применения научно обоснованных доз органических и минеральных удобрений, рациональной обработки почвы и других высокоэффективных приемов. Его опытами выявлено, что длительное сельскохозяйственное использование почвы приводит к определенной трансформации уровня почвенного плодородия. Основные положения и выводы Валерия Трофимовича Рымаря используются сельскохозяй-

ственными предприятиями, а результаты его научных исследований включены в рекомендации и систему земледелия Краснодарского края. Их использование повысило урожайность и качество риса.

Многие публикации автора хорошо известны и рекомендованы агрохимическим организациям Краснодарского края, Поволжья, Центрально-Черноземной зоны и другим регионам страны [13].

Директором НИИСХ ЦЧП им. Докучаева РАСХН Рымарь Валерий Трофимович работал с 1990 по 2008 год, с сентября 1991 года совмещал занимаемую должность с заведованием отделом агрохимии института. В этот период (1995 г.) защитил докторскую диссертацию на тему «Научные и практические основы применения удобрений под рис в условиях Кубани», в 1996 году стал профессором по специальности «агрохимия». Последний год (2009 г.) работал заместителем директора по научной работе.

Став директором НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева в 1990 году, он приступил к изучению материалов, которые проводились в организации ранее, и закладке новых научных исследований по его идеям. На основании анализа столетнего опыта и выполненных работ написал книгу «Прошлое, настоящее и будущее чернозема» [1]. Обобщив в ней проблемы по обработке почв, основным принципам построения севооборотов, рациональной системе кормопроизводства, экологической системе удобрений, а также, познакомив читателя с новыми сортами сельскохозяйственных культур местной селекции, созданных ведущими селекционерами института.

В подготовленной им публикации «Теоретические и практические основы полевых севооборотов на черноземных почвах» (2000 г.) представлены теоретические и практические аспекты чередования культур в полевых севооборотах, характеристики использования влаги отдельными сельскохозяйственными культурами, принципы и параметры насыщения севооборотов зерновыми культурами без снижения урожайности, проблемы снижения продуктивности растений при бессменном посеве и в севооборотах с напряженным чередованием. Дана оценка продуктивности культур и полевых севооборотов в зависимости от структуры посевных площадей, обоснованы параметры чистых и занятых паров при оптимальном сочетании в севооборотах основных сельскохозяйственных культур, рассмотрены вопросы регулирования плодородия почв путем создания высокопродуктивных агроценозов [2].

Рымарь В.Т. является одним из авторов раздела «Система ведения земледелия» книги «Системы ведения агропромышленного производства Воронежской области до 2010 года», где отмечено, что в системе земледелия на современном этапе значительная роль отводится набору культур в севообороте и зависит от специализации хозяйства, и агроэкологических условий территории, а также от разработки системы

обработки почвы, применения удобрений и других элементов технологии в условиях дефицита технических средств, при постепенном их поступлении в сельскохозяйственное производство. Существенное значение приобретают основы производства экологически чистой продукции растениеводства [3].

Придавая важное значение отдельным культурам и их агротехнике, Валерий Трофимович совместно с другими авторами опубликовал книги: «Просо в ЦЧЗ» и «Яровой ячмень», где рассмотрены особенности биологии культур, возможности реализации потенциальной продуктивности, элементы технологии их возделывания [4, 5].

В.Т. Рымарь, став одним из ведущих ученых в области агрохимии, в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева проявил себя как крупный ученый в области земледелия, широко известный среди ученых и специалистов. Им созданы и сформированы новые научные направления и школы. С 1990 года он руководил выполнением заданий программы фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по разработке научных основ оптимизации агроландшафтов и созданию адаптивно-ландшафтных систем земледелия, обеспечивающих воспроизводство почвенного плодородия, высокую продуктивность и устойчивость сельского хозяйства к неблагоприятным факторам среды. Он впервые предложил новый научно обоснованный подход к мобилизации агроклиматического ресурсного потенциала на основе эколого-ландшафтного обустройства территории.

Под руководством и при его непосредственном участии разработаны рациональная и экономически целесообразная система применения минеральных удобрений и агрохимикатов под полевые культуры в ЦЧЗ.

Под редакцией В.Т. Рымаря подготовлены материалы: «Эффективность сельскохозяйственного производства на черноземах Каменной Степи» и «Технология применения минеральных удобрений на черноземах юго-востока ЦЧЗ», где отмечено, что творческое сочетание научных достижений в разработке нового поколения систем земледелия, технологий возделывания сельскохозяйственных культур с теоретическими и селекционными разработками является залогом дальнейшего подъема продуктивности и сохранения плодородия черноземных полей [6, 7]. В статьях «Пути повышения плодородия черноземов в ЦЧЗ» и «Состояние и пути повышения плодородия почв Центрально-Черноземной зоны»: отмечено, что решить проблемы повышения плодородия черноземов Центрально-Черноземной зоны и роста урожайности сельскохозяйственных культур в современных условиях возможно только путем освоения эколого-ландшафтных систем земледелия, а стабильное повышение эффективного плодородия почв, может быть достигнуто только при условии сохранения и улучшения свойств почвы, определяющих

их потенциальное плодородие [8, 9]. В его работе «Экологически безопасные системы земледелия на черноземе юго-востока Центрально-Черноземной зоны» подчеркивается, что главное условие природопользования в сельском хозяйстве на ближайшие годы – адаптация растениеводства к условиям среды, ведение земледелия на ландшафтной основе [10].

Для изучения и разработки практических мер по сохранению плодородия черноземов В.В. Докучаевым и его соратниками свыше 100 лет назад (1892 - 1893 гг.) были отправлены экспедиции и заложены три опытных участка в характерных степных условиях, где засуха и снижение плодородия черноземов проявлялись в наибольшей степени. Как подчеркивалось в статье «О неотложных мерах по сохранению плодородия черноземов», ученые Каменной Степи, на первом этапе претворяющие в жизнь идеи В.В. Докучаева, разработали отдельные элементы научно-обоснованной системы земледелия, определив комплекс мер по накоплению влаги в почве и повышению урожайности сельскохозяйственных культур [11]. Подготовленная в 2007 году монография «Состояние черноземов обыкновенных Каменной Степи» рекомендована для участия в XVII областном конкурсе на соискание премий в области науки и образования для ученых высших учебных заведений и научных организаций, так как является основой для расчета нормативов изменений свойств почв и динамики почвенных процессов в зависимости от внешнего воздействия [12].

Не будем долго перечислять заслуги Рымаря В.Т. как директора института. За то время, что он руководил НИИ имени В.В. Докучаева, здесь создано более тридцати сортов различных культур, успешно конкурирующих с зарубежными образцами. Эти сорта позволяют увеличить урожайность на тридцать-со-

рок процентов. Вот таков коэффициент полезной деятельности науки, а задают ей тон люди, подобные Рымарю [13].

С 2003 года Валерий Трофимович был руководителем и председателем Территориального Координационного совета «Проблемы земледелия Центрально-Черноземной зоны», созданного при Отделении земледелия Россельхозакадемии. В это время в институте появилось несколько крупных научных школ, руководимых известными учеными по селекции, земледелию и агрохимии. Под его руководством 13 аспирантов очного и заочного обучения защитили кандидатские диссертации. Рымарь В.Т. успешно сочетал научную и административную деятельность, являясь председателем диссертационного совета К.006.046.01. по защите кандидатских диссертаций и Ученого совета института.

За годы работы Рымаря В.Т., НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева неоднократно награждался золотыми и серебряными медалями, а также дипломами за участие в ежегодных агропромышленных выставках. Он являлся лауреатом премии за научную разработку «Агробиологические особенности размещения полевых культур в севооборотах юго-востока ЦЧЗ». За разработку базы данных по состоянию черноземов Каменной Степи, Валерий Трофимович был награжден дипломом Президиума Россельхозакадемии.

Профессор Рымарь В.Т. за плодотворную научно-производственную деятельность награжден медалями: «Ветеран труда» и «Трудовая доблесть». Народно-хозяйственная значимость результатов исследований отмечена серебряной и бронзовой медалями ВДНХ. В 2006 году ему было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

### Литература

1. Рымарь, В.Т. Прошлое, настоящее и будущее чернозема (100-летний опыт разработки и освоения эколого-ландшафтной системы земледелия в ЦЧЗ) / В.Т. Рымарь, Г.П. Покудин. - Каменная Степь, 1997. – 131 с.
2. Рымарь, А.К. Теоретические и практические основы полевых севооборотов на черноземных почвах / В.Т. Рымарь, А.К. Свиридов, В.В. Черенков. - Каменная Степь, 2000. – 216 с.
3. Рымарь, В.Т. Система ведения земледелия Раздел 3 Системы ведения агропромышленного производства Воронежской области до 2010 года / В.Т. Рымарь, Н.С. Агафонов, В.В. Бакалова, Н.С. Беспалова. - Воронеж Центр духовного возрождения Черноземного края, 2005. - С. 199-296. (Под общей редакцией акад. РАСХН И.Ф. Хицкова)
4. Рымарь, В.Т. Просо в Центральном Черноземье России / В.Т. Рымарь, А.Н. Душкин Г.П. Покудин, В.В. Черенков. - Каменная Степь, 1998. – 119 с.
5. Горшкова, В.А. Яровой ячмень / В.А. Горшкова, В.Т. Рымарь. - Каменная Степь, 1998. – 312 с.
6. Рымарь, В.Т. Эффективность сельскохозяйственного производства на черноземах Каменной Степи (К 110-летию Особой экспедиции В.В. Докучаева) / В.Т. Рымарь, Г.П. Покудин, В.В. Бакалова, Н.С. Беспалова. - Каменная Степь, 2003. – 120 с.
7. Рымарь, В.Т. Технология применения минеральных удобрений на черноземах юго-востока ЦЧЗ (рекомендации) / В.Т. Рымарь, Г.П. Покудин, А.М. Новичихин, С.В. Мухина, Н.С. Беспалова. - Каменная Степь. - Санкт-Петербург, 2003. – 14 с.
8. Рымарь, В.Т. Пути повышения плодородия черноземов в ЦЧЗ / В.Т. Рымарь Инновационно-технологические основы развития земледелия. Сборник докладов Всероссийской научно-практической

конференции ВНИИЗиЗЛЭ. - Курск, 19-21 сентября 2006. - С. 35-40.

9. Рымарь, В.Т. Состояние и пути повышения плодородия почв Центрально-Черноземной зоны / В.Т. Рымарь Модели и технологии оптимизации земледелия. Сборник Международной научно-практической конференции. – Курск, 9-11 сентября 2003 г. - С. 170-177.

10. Рымарь, В.Т. Экологически безопасные системы земледелия на черноземе юго-востока Центрально-Черноземной зоны / В.Т. Рымарь // Актуальные инновационные разработки по оптимизации агроландшафтов в условиях рыночных отношений: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Москва, 2004. - С. 286-292.

11. Рымарь, В.Т. О неотложных мерах по сохранению плодородия черноземов / В.Т. Рымарь, Г.П. Покудин // Вестник РАСХН. - 2001.- № 5. - С.17-19.

12. Зборищук, Ю.Н. Состояние черноземов обыкновенных Каменной Степи / Ю.Н. Зборищук, В.Т. Рымарь, Ю.И. Чевердин. - Москва, 2007. – 160 с.

13. Швецов, И. Ученый с крестьянским характером / И. Швецов / Край Воронежский Судьбы людские Воронеж. - ГУП ВО «Воронежская областная типография, издательство им. Е.А. Болховитинова», 2006. - С. 405-407.

### References

1. Rymar, V.T. The past, present and future of chernozem (100 years of experience in the development and reclamation of an ecological landscape farming system in the Central Agricultural district / V.T. Rymar, G.P. Pokudin. - Kamennaya Steppe, 1997. – 131 p.

2. Rymar, A.K. Theoretical and practical foundations of field crop rotations on chernozem soils / V.T. Rymar, A.K. Sviridov, V.V. Cherenkov. - Kamennaya Steppe, 2000. – 216 p.

3. Rymar, V.T. The system of farming, Section 3 of the system of agro-industrial production in the Voronezh region until 2010 / V.T. Rymar, N.S. Agafonov, V.V. Bakalova, N.S. Bespalova. - Voronezh Center for Spiritual Revival of the Chernozem Region, 2005. - P. 199-296. (Under the general editorship of RASKHN named after I.F. Khitskov)

4. Rymar, V.T. Millet in the Central Chernozem region of Russia / V.T. Rymar, A.N. Dushkin, G.P. Pokudin, V.V. Cherenkov. - Kamennaya Steppe, 1998. - 119 p.

5. Gorshkova, V.A. Spring barley / V.A. Gorshkova, V.T. Rymar- Kamennaya Steppe, 1998. – 312 p.

6. Rymar, V.T. Efficiency of agricultural production on the chernozems of Kamennaya Steppe (On the 110th anniversary of the Special expedition of V.V. Dokuchaev) / V.T. Rymar, G.P. Pokudin, V.V. Bakalova, N.S. Bespalova. - Kamennaya Steppe, 2003. – 120 c.

7. Rymar, V.T. Technology of application of mineral fertilizers on chernozems of the south-western part of the Central CHZ (recommendations) / V.T. Rymar, G.P. Pokudin, A.M. Novichikhin, S.V. Mukhina, N.S. Bespalova. - Kamennaya Steppe, Saint Petersburg, 2003. – 14 p.

8. Rymar, V.T. Ways to increase the fertility of chernozems in the Central agricultural zone / V.T. Rymar Innovative and technological foundations of agricultural development. Collection of reports of the All-Russian Scientific and practical conference VNIIZLE. - Kursk, September 19-21. - 2006. - P. 35-40.

9. Rymar, V.T. The state and ways of increasing soil fertility in the Central Chernozem zone / V.T. Rymar. - Models and technologies for optimizing agriculture. Collection of the International Scientific and Practical Conference. - Kursk, September 9-11, 2003. - P. 170-177.

10. Rymar, V.T. Ecologically safe farming systems on the chernozem of the south-east of the Central Chernozem zone / V.T. Rymar // Current innovative developments for optimizing agricultural landscapes in market conditions: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. - June 2-4, 2004. - Moscow, 2004. - P. 286-292.

11. Rymar, V.T. On urgent measures for preservation of the fertility of chernozems / V.T. Rymar, V.T., G.P. Pokudin // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. – 2001. - № 5. - P. 17-19.

12. Zborishchuk, Yu.N. The state of ordinary chernozems of Kamennaya Steppe / Yu.N. Zborishchuk, V.T. Rymar, Yu.I. Cheverdin. - Moscow, 2007. - 160 p.

13. Shvetsov, I. A scientist with a peasant character / I. Shvetsov / Voronezh region Human destinies Voronezh. - State Unitary Enterprise VO «Voronezh Regional Printing House-Publishing House named after E.A. Bolkhovitinov». - 2006. - P. 405-407.

### **Ольга Александровна Абанина**

Ведущий научный сотрудник  
отдела маркетинга и пропаганды  
научно-исследовательских достижений  
E-mail abanina.84@mail.ru

### **Olga Alexandrovna Abanina**

Leading researcher  
at the Marketing and Promotion Department  
of Scientific Research Achievements  
E-mail: abanina.84@mail.ru

**Надежда Сергеевна Беспалова**

старший научный сотрудник  
отдела маркетинга и пропаганды  
научно-исследовательских достижений

Все: ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева»  
397463, Воронежская обл.,  
Таловский р-он, пос. 2 участка  
Института им. Докучаева,  
квартал 5, дом 81

**Nadezhda Sergeevna Bespalova**

Senior Researcher  
at the Marketing and Promotion Department  
of Scientific Research Achievements

All: Federal State Budgetary Institution «Voronezh FANC  
named after V.V. Dokuchaev»  
house 81, block 5, village 2 of the  
Dokuchaev Institute, Talovsky district, Voronezh region,  
397463, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2025-68-3-88-94  
УДК 631.435:631.439

Тешева С. А., канд. биол. наук,  
Осипов А. В., канд. с.-х. наук,  
Наумова М.В.  
г. Краснодар, Россия

## ОЦЕНКА АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ЛУГОВЫХ ПОЧВ АГРОЦЕНОЗОВ КУБАНИ

Производство риса на Кубани сосредоточено в трех сельскохозяйственных зонах (Западной, Центральной, Южно-предгорной). Большая часть рисовых оросительных систем находится в Западной дельтовой зоне (в Красноармейском, Славянском, Калининском районах). Возделывание риса отличается от других сельскохозяйственных культур тем, что режим периодического затопления способствует изменению свойств и режимов почвы. Орошение является главным фактором антропогенного влияния на свойства почвы, приводящим к преобразованию свойств, характерных до ее введения под культуру риса. В связи с этим целью исследований являлось изучение изменения агрофизических показателей аллювиальных луговых почв рисовых агроценозов в условиях Кубани. Исследования проведены в условиях Красноармейского района Краснодарского края в рисовом агроценозе в сравнении с богарным аналогом. В статье представлены результаты исследований агрофизических показателей аллювиальных луговых почв. Выявлено, что длительное использование исследуемых почв в рисовом севообороте привело к изменению исходных свойств. Установлено, что с увеличением плотности сложения произошло увеличение содержания илистой фракции и физической глины, а также уменьшение показателей пористости. В результате проведенных исследований дана оценка агрофизического состояния аллювиальных луговых почв рисового агроценоза и их богарного аналога, которая позволяет выявить изменения агрофизических показателей, прогнозировать негативные изменения в результате антропогенного воздействия и разрабатывать мероприятия по улучшению свойств и сохранению плодородия почв.

**Ключевые слова:** аллювиальная луговая почва, рисовый агроценоз, рисовая оросительная система, богарный участок, агрофизические свойства, плотность сложения, плотность твердой фазы, пористость, гранулометрический состав.

## ASSESSMENT OF AGROPHYSICAL PROPERTIES OF ALLUVIAL MEADOW SOILS OF KUBAN AGROCENOSES

Rice production in Kuban is concentrated in three agricultural zones (Western, Central, Southern foothills). Most of the rice irrigation systems are located in the Western Delta zone (in Krasnoarmeysky, Slavyansky, Kalininsky districts). Rice cultivation differs from other agricultural crops in that the periodic flooding regime contributes to changes in soil properties and regimes. Irrigation is the main factor of anthropogenic influence on soil properties, leading to the transformation of properties typical for it before it was introduced under rice crops. In this regard, the purpose of the research was to study the changes in the agrophysical parameters of alluvial meadow soils of rice agrocecnoses under conditions of Kuban region. The research was conducted in the conditions of Krasnoarmeysky district, Krasnodar region in the rice agrocecnosis compared to dryland analogue. The article presents the results of studies of agrophysical parameters of alluvial meadow soils. It was revealed that the long-term use of the studied soils in the rice crop rotation led to a change in the initial properties. It was found that with an increase in the density of the composition, there was an increase in the content of the silty fraction and physical clay, as well as a decrease in porosity. As a result of the conducted research, an assessment of the agrophysical state of alluvial meadow soils of rice agrocecnosis and their dryland analogue has been given, which makes it possible to identify changes in agrophysical indicators, predict negative changes as a result of anthropogenic impact and develop measures to improve the properties and preserve soil fertility.

**Key words:** alluvial meadow soil, rice agrocecnosis, rice irrigation system, dryland area, agrophysical properties, density of composition, density of solid phase, porosity, granulometric composition.

### Введение

Кубань, являясь одним из благодатных по природно-климатическим условиям сельскохозяйственных регионов России, находится в зоне неустойчивого увлажнения. Каждые 2-3 года посевы сельскохозяйственных культур страдают или от засухи, или от переувлажнения. Для снижения влияния этих явлений в 1930-1990 гг. был построен мелиоратив-

но-хозяйственный комплекс, включающий 394,6 тыс. га орошаемых земель, 233,6 тыс. га (59,2 %), из которых приходится на рисовые оросительные системы [6, 9]. При строительстве рисовой оросительной системы были вовлечены в производство риса аллювиальные луговые почвы. Аллювиальные луговые насыщенные почвы в геоморфологическом отношении приурочены к современной дельте Кубани



и сформировались, как и их богарные аналоги, на аллювии различного гранулометрического состава [2]. Основными элементами рельефа являются грибообразные повышения, равнинные плоские пространства и замкнутые плоские понижения [2, 4, 9]. В результате их использования под культуру риса свойства данных почв претерпели ряд изменений. В первую очередь изменились водный и воздушный режимы почвы, произошло уплотнение и утяжеление почв, разрушение почвенных агрегатов, снизилась водопроницаемость и т.д. В результате чего в почвах рисовых агроценозов развиваются процессы, которые не характерны исходным почвам. Эти почвы при строительстве рисовой оросительной системы, проведении строительных планировок претерпели наиболее серьезные изменения в своем исходном состоянии [4, 9, 10]. Изменение агрофизических показателей является одним из антропогенно обусловленных процессов трансформации почв. В последнее десятилетие укрепляется понимание, что именно агрофизические показатели почв существенно влияют на рост и развитие растений и являются одной из важнейших составляющих плодородия почв. Среди основных агрофизических свойств выделяют плотность сложения и твердой фазы почв, водопроницаемость и фильтрация, гранулометрический состав и удельная поверхность [5, 9, 11, 12, 13]. Кроме того, исследования аккумуляции и перераспределения элементов питания в агроландшафте, полученные без учета агрофизических свойств почв, могут быть некорректными.

Проблема ухудшения агрофизических показателей имеет особое значение для почв, используемых в рисоводстве, в связи с этим наши исследования направлены на изучение агрофизического состояния аллювиальных луговых почв разных агроценозов Кубани в процессе длительного антропогенного воздействия.

Агрофизический подход позволит дать количественную характеристику физического состояния почвы, которая в большинстве случаев отлична от пространственных характеристик распределения отдельных физических показателей [14, 15]. Такая оценка позволяет разработать более точные мероприятия по улучшению агрофизических свойств почвы и возделыванию сельскохозяйственных растений в конкретных почвенно-мелиоративных условиях.

#### **Цель исследований**

Изучить агрофизическое состояние аллювиальных луговых почв в агроценозах Кубани в процессе сельскохозяйственного использования.

#### **Материалы и методы**

Для изучения агрофизических показателей аллювиальных луговых почв агроценозов в процессе сельскохозяйственного использования были проведены исследования в период 2022, 2023 гг. в ООО «СХП им. П.П. Лукьяненко» Красноармейского

района Краснодарского края. Почвенный покров исследуемой территории представлен аллювиальными луговыми насыщенными почвами, которые относятся к слабогумусным видам тяжелоглинистого гранулометрического состава, сформировавшиеся на аллювиальных отложениях. Для достижения цели, поставленной в исследовании, были выбраны участки, испытывающие различное антропогенное воздействие в процессе сельскохозяйственного использования: рисовая оросительная система (РОС) и богара. На каждом участке были заложены основные почвенные разрезы, из генетических горизонтов отобраны образцы почвы. Морфологическое описание аллювиальных луговых почв проводили по общепринятой методике [8]. В почвенных образцах были проведены лабораторные определения: полевая влажность весовым методом, плотность почвы методом режущего кольца, плотность твердой фазы почвы пикнометрическим методом, гранулометрический анализ методом пипетки по Н.А. Качинскому, а также расчетным способом определены общая пористость, пористость аэрации [1, 3].

#### **Результаты и обсуждение**

При строительстве рисовой оросительной системы, проведении строительных планировок аллювиальные луговые почвы претерпели изменения в своем исходном морфогенезе. Срезки-насыпи изменили исходную мощность почв. Однако длительное использование их в рисоводстве сгладило эти нарушения [9].

Пахотный горизонт (0-22 см) аллювиальной луговой почвы рисового поля увлажненный, темно-серого цвета, уплотнен, структура комковатая, гранулометрический состав тяжелоглинистый, переход постепенный по структуре и сложению. Гумусово-элювиальный горизонт (23-58 см) свежий, темно-серого цвета, плотный, наличие охристых пятен, сизовато-голубоватых новообразований закисных форм железа, гранулометрический состав тяжелоглинистый, переход резкий по окраске и структуре. Горизонт В (59-112 см) отличается буроватым цветом, комковато-глыбистой структурой, более плотным сложением, наличием обильных сизовато-оливковых пятен закисных форм железа, переход по окраске и структуре. Горизонт С (113-147 см) бурого цвета с сизоватым оттенком, с невыраженной структурой.

Аллювиальные луговые почвы богарного участка имеют темно-серую окраску верхних горизонтов, приобретающую в горизонте В бурый оттенок. Структура Ап (0-23 см) комковатая, сложение – среднетяжелое, гранулометрический состав среднетяжелоглинистый, переход постепенный по структуре и сложению. Подпахотный горизонт (24-68 см) плотный, комковатый, гранулометрический состав среднетяжелоглинистый, наличие охристых пятен окисного железа. Закисные формы железа в виде сизовато-серых пятен и разводов обнаруживаются в средней части

профиля в горизонте В (69-86 см), переход по окраске и структуре. Горизонт С (с 87 см) сизо-бурого цвета, слабо выраженной структурой, легкоглинистого гранулометрического состава.

Изменения в морфологии исследуемых почв при использовании их в производстве риса выражены в основном наличием гидроморфных признаков с поверхности (прожилки ржавчины, охристые пятна), большей мощностью и более плотным сложением гумусового горизонта, ухудшением структуры. В аллювиальной луговой почве рисового агроценоза более выражены процессы оглеения.

Наиболее значительные отличия аллювиальной луговой почвы, вовлеченной в производство риса от богарного аналога, проявляются в водно-физических, агрофизических свойствах. В последнее десятилетие укрепляется понимание, что именно агрофизические показатели почв существенно влияют на рост и развитие растений и являются одной из важнейших составляющих плодородия почв. Среди основных агрофизических свойств обычно выделяют плотность сложения и плотность твердой фазы почв, пористость, водопроницаемость, гранулометрический состав.

Плотность сложения почвы является одной из важнейших характеристик агрофизического состояния, определяющих величины других показателей - пористости, влажности, водопроницаемости, влагоемкости. Она не является постоянной и подвержена в богарных условиях сезонным циклическим изменениям - максимальные значения соответствуют равновесному осеннему состоянию почвы. Почвы, используемые под культуру риса, характеризуются

более высокими показателями плотности сложения пахотного и гумусового горизонта в сравнении с почвой богарного участка. Из приведенных данных в таблицах 1 и 2 прослеживается увеличение плотности почвы и содержания физической глины, а также возрастание плотности твердой фазы почв вниз по профилю почвы.

Плотность твердой фазы зависит от природы и соотношения входящих в состав почвы минералов и органического вещества. Величина ее варьирует в узких пределах и в незначительной степени изменяется во времени (табл. 1). Для аллювиальных луговых почв рисового агроценоза плотность твердой фазы в пахотном горизонте составляет 2,68 г/см<sup>3</sup> и 2,72 г/см<sup>3</sup> в горизонте С с небольшими колебаниями по профилю почв. Наименьшие показатели отмечены в верхней части почвенного профиля, что говорит о том, что в этих горизонтах аккумулируется больше органического вещества.

Пористость почвы также является важной агрофизической характеристикой, особенно орошаемых почв. Данный показатель при возделывании риса является основным при определении почвенно-мелиоративного состояния агроландшафта. Наиболее высокие величины общей пористости отмечены на богарном участке (48,9-38,0 %) в сравнении с почвой рисового чека (45,9-36,0 %). Наибольшие показатели отмечены в пахотном горизонте исследуемых почв. Анализ данных пористости почв изучаемых участков позволил выявить тенденцию снижения общей пористости с глубиной, что определяет их водопроницаемость и режим аэрации (табл. 1).

**Таблица 1. Агрофизические показатели аллювиальных луговых почв**

| Горизонт/<br>глубина, см | Плотность, г/см <sup>3</sup> |              | Пористость, % |         | Полевая<br>влажность, % |
|--------------------------|------------------------------|--------------|---------------|---------|-------------------------|
|                          | сложения                     | твёрдой фазы | общая         | аэрации |                         |
| Разрез № 1 (рисовый чек) |                              |              |               |         |                         |
| Ап (0-22 см)             | 1,45                         | 2,68         | 45,9          | 4,0     | 28,9                    |
| А (23-58 см)             | 1,46                         | 2,69         | 40,5          | 1,6     | 26,7                    |
| В (59-112 см)            | 1,61                         | 2,70         | 40,4          | -       | 23,7                    |
| С (113-147 см)           | 1,74                         | 2,72         | 36,0          | -       | 31,5                    |
| Разрез № 2 (богара)      |                              |              |               |         |                         |
| Ап (0-23 см)             | 1,33                         | 2,68         | 48,9          | 16,2    | 24,6                    |
| А (24-68 см)             | 1,36                         | 2,70         | 49,6          | 39,4    | 28,4                    |
| В (69-86 см)             | 1,41                         | 2,71         | 48,0          | -       | 30,0                    |
| С (с 87 см)              | 1,68                         | 2,71         | 38,0          | -       | 30,5                    |

Для почв рисовых полей, где складываются особые водно-солевой и окислительно-восстановительный режимы, регулирующие все основные

биохимические процессы, протекающие в почвах, большое значение имеет соотношение различных видов пористости, так как поры аэрации опреде-

ляют возможность снижения засоленности почв и степень восстановленности почв. В агрономическом отношении важно, чтобы почва имела пористость аэрации не менее 15 %. В горизонтах Ап, А почвы рисовой оросительной системы пористость аэрации составляет 4,0 и 1,6 % соответственно, что обуславливает недостаточную аэрацию. В верхних генетических горизонтах (Ап, А) почвы богарного участка этот показатель значительно выше в сравнении с почвой рисового поля и равен 16,2 и 39,4 % соответственно, что улучшает газообмен, дыхание корней сельскохозяйственных растений, деятельность почвенных микроорганизмов.

Одной из важных агрофизических характеристик почвы является гранулометрический состав. Его содержание определяет многие генетические характеристики почвы. Гранулометрический состав оказывает влияние на водно-физические, агрохимические, физико-химические и другие свойства почвы. Изменение гранулометрического состава почвы рисового агроценоза в сравнении с богарным

аналогом отражает процессы почвообразования. Аллювиальные луговые почвы рисового поля отличаются высокой оглинённостью верхней и средней части профиля. Содержание фракции физической глины (<0,01 мм) в Ап составляет 85,28 %, что характеризует тяжелоглинистый гранулометрический состав. Доля фракции ила (<0,001 мм) по профилю данной почвы составляет 45,0-45,42 %. Произошло незначительное утяжеление гранулометрического состава почвы рисового чека в горизонтах В и С, за счет привноса илистых частиц с поливной водой. Исследуемая почва богарного участка по гранулометрическому составу верхнего горизонта относится к средней глине, в горизонте В также – к средней глине, в горизонте С – к легкой глине. Значения илистой фракции колеблются в диапазоне 46,02–43,53 % с наибольшим содержанием в горизонте В – 46,20 %. (табл. 2). В горизонте С – уменьшилось с глубиной до 43,53 % в отличие от почвы рисового агроценоза, которая имеет выраженный рост количества тонких фракций в горизонте В с глубины 59 см.

**Таблица 2. Гранулометрический состав аллювиальных луговых почв**

| Горизонт                      | Содержание фракций от абсолютно сухой почвы, % |           |              |               |                |           |          | Наименование гранулометрического состава почвы |
|-------------------------------|--|-----------|--------------|---------------|----------------|-----------|----------|--|
|                               | 1-10 мм  | 1-0,05 мм | 0,05-0,01 мм | 0,01-0,002 мм | 0,002-0,001 мм | <0,001 мм | <0,01 мм |  |
| Разрез № 1 (рисовый чек)      |  |           |              |               |                |           |          |  |
| Ап                            | –  | 6,20      | 8,24         | 11,40         | 28,89          | 45,00     | 85,28    | тяжелоглинистый                                |
| А                             | –  | 6,26      | 8,46         | 11,49         | 28,79          | 45,00     | 85,29    | тяжелоглинистый                                |
| В                             | –  | 4,78      | 6,76         | 9,01          | 32,69          | 46,76     | 88,46    | тяжелоглинистый                                |
| С                             | –  | 3,11      | 9,95         | 9,23          | 32,29          | 45,42     | 86,94    | тяжелоглинистый                                |
| Разрез № 2 (богарный участок) |  |           |              |               |                |           |          |  |
| Ап                            | –  | 4,63      | 13,43        | 7,57          | 27,05          | 46,02     | 80,64    | среднеглинистый                                |
| В                             | –  | 2,59      | 14,86        | 8,41          | 26,00          | 46,20     | 80,61    | среднеглинистый                                |
| С                             | –  | 7,23      | 19,00        | 6,94          | 23,30          | 43,53     | 73,77    | легкоглинистый                                 |

Исследованиями ряда ученых установлено, что одним из важных показателей водно-физических свойств почв рисовых агроценозов является водопроницаемость [2, 7]. По данным исследований Осипова А.В. в почвах тяжелого гранулометрического состава водопроницаемость, определяемая после вегетации риса, независимо от исходного генезиса почвы, характеризовалась очень низкими величинами – (0,001-0,005 м/сутки) и была практически равна

водопроницаемости неорошаемых аллювиальных луговых почв [7]. В почвах среднего гранулометрического состава водопроницаемость после вегетации риса была значительно выше – (0,15-0,25 м/сутки), но эти величины в 5-8 раз ниже, чем у богарных почв аналогичного состава и генезиса (0,7-1,2 м/сутки) [7]. Согласно международной классификации почвогрунтов по водопроницаемости почвы рисовых полей тяжелого гранулометрического состава относятся к

классу очень низкой проницаемости ( $<0,025$  м/сутки), среднего и легкого гранулометрического состава относятся – соответственно к классам низкой ( $0,025-0,125$  м/сутки) и средне-низкой ( $0,125-0,615$  м/сутки) проницаемости.

#### Выводы

В результате исследований выявлено, что основные агрофизические показатели аллювиальной луговой почвы рисового агроценоза имеют ряд отличительных свойств от богарного аналога, что является результатом вовлечения в сельскохозяйственное использование и специфических условий выращивания риса. Изменения в морфологии выражены наличием гидроморфных признаков с поверхности, большей мощностью и более плотным сложением гумусового горизонта, ухудшением структуры. Более выражены процессы оглеения. Установлена тенденция изменения агрофизических показателей аллювиальной луговой почвы рисового агроценоза: увеличение плотности сложения почвы и плотности твердой фазы с глубиной, а также повышение содержания физической глины и ила с наибольшей величиной в средней части профиля (гор. В). Отмечено снижение общей пористости и пористости аэрации с

глубиной, что определяет их водопроницаемость и режим аэрации. Изменение гранулометрического состава почвы рисового агроценоза в сравнении с богарным аналогом отражает процессы почвообразования. Аллювиальные луговые почвы рисового поля отличаются высокой оглиненностью верхней и средней части профиля, гранулометрический состав пахотного горизонта тяжелоглинистый. Произошло незначительное утяжеление гранулометрического состава почвы рисового чека в горизонтах В и С. Почва богарного участка по гранулометрическому составу верхнего горизонта относится к среднеглинистым, в горизонте В – к среднелинистым, в горизонте С – к легкоглинистым. В почвах тяжелого гранулометрического состава водопроницаемость характеризовалась очень низкими величинами и была практически равна водопроницаемости неорошаемых аллювиальных луговых почв. Данные агрофизических свойств почв, полученные при проведении исследований, позволят дополнить информацию о почвенном плодородии, а также разработать мероприятия по улучшению агрофизических свойств аллювиальных луговых почв и сохранению их плодородия.

#### Литература

1. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф.Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
2. Вальков, В.Ф. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана / В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, И.Т. Трубилин, Н.С. Котляров, Г.М. Соляник / Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 1996. – 192 с.
3. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. - Введ. 1985-07-01. - М.: Стандартинформ -2005.
4. Ковда, В.А. Разработка системы мероприятий по длительному поддержанию благоприятной почвенно-мелиоративной обстановки в условиях Нижней дельты Кубани / В. А. Ковда, Б. Г. Розанов, С. А. Николаева. – М.: МГУ, 1981. – 341 с.
5. Лихобабина, Н. А. Характеристика показателей эффективного плодородия лугово-черноземной почвы / Н. А. Лихобабина, А. М. Тешев, С. А. Тешева // Материалы Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых: Вектор современной науки. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – С. 214-216.
6. Николаева, С. А. Мелиорация плавневых почв дельты Кубани и орошение почв равнинной зоны Кавказа / С. А. Николаева, Н. П. Андреев, В. Д. Дерюжинская // М.: Наука, 1986. – С.174–181.
7. Осипов, А. В. Динамика водопроницаемости почв Северо-Западного Кавказа при их гидрометаморфизме / А. В. Осипов, В. П. Власенко, В. К. Бугаевский, Ю. С. Плитинь // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2012. - № 6 (39). - Краснодар: КубГАУ, 2012. - С. 77-80.
8. Розанов, Б.Г. Морфология почв / Б.Г. Розанов. – М.: Академический проект, 2004. – 432 с.
9. Система рисоводства Российской Федерации: Рекомендации / Под общ. ред. С.В. Гаркуши. – Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса», Просвещение-Юг, 2022. – 368 с.
10. Слюсарев, В. Н. Антропогенное воздействие на состав и свойства почв рисовых агроценозов дельты реки Кубани / В. Н. Слюсарев, А. В. Осипов, С. А. Тешева, И. И. Суминский // Рисоводство. - 2021. - №4 (53). – С. 43-47.
11. Слюсарев, В.Н. Влияние многолетнего использования почв рисовых агроландшафтов на агрофизические свойства / В. Н. Слюсарев, А. В. Осипов, С. А. Тешева, И. И. Суминский // Рисоводство. – 2022. – № 1(54). – С. 33-40.
12. Тешева, С. А. Агроэкологическая оценка земель рисовых агроландшафтов / С. А. Тешева, А. М. Тешев // Экология и природопользование: устойчивое развитие сельских территорий: Сборник статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 03–07 июня 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 284-287.

13. Easton, G. D. A method of estimating *Verticillium albo-atrum* propagules in field soil and irrigation waste water/G. D. Easton, M. E. Nagle, D. L. Bailey// *Fitopatology*. – 1969. – Vol. 59. – № 8. – P. 1171–1172.
14. Horn, T. Strukture formation and its consequences for gas water transport in unsaturated arable and forest soils / T. Horn, A. Smucker // *Soil Tillage Res.*- 2005.- V. 82(1).- P. 5-14.
15. Tikhonovich I.A. Molecular plant-microbe interactions: new briolges between past and future (editorial remarks) / I.A. Tikhonovich, B.I. Lugtenberg, N.A. Provorov // *Biology of plant-microbe interactions*. - 2003. - V. 4. - P. 17–19.

#### References

1. Vadyunina, A.F. Methods of studying the physical properties of soils / A.F.Vadyunina, Z.A. Korchagina. – M.: Agropromizdat, 1986. – 416 p.
2. Valkov, V.F. Soils of Krasnodar region, their use and protection / V.F. Valkov, Yu.A. Shtompel, I.T. Trublin, N.S. Kotlyarov, G.M. Solyanik / Rostov-on-Don: Publishing House of the Russian Scientific Research Center of Higher School of Economics. - 1996. - 192 p.
3. GOST 5180-84 Soils. Methods for laboratory determination of physical characteristics. - Intr. 1985-07-01. - M.: Standartinform -2005.
4. Kovda, V. A. Development of a system of measures for the long-term maintenance of a favorable soil-reclamation environment in the conditions of the Lower Kuban Delta /V. A. Kovda, B. G. Rozanov, S. A. Nikolaeva. - Moscow: MSU, 1981.- 341 p.
5. Likhobabina, N. A. Characteristics of indicators of effective fertility of meadow-chernozem soil / N. A. Likhobabina, A.M. Teshev, S. A. Tesheva // *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference of Students and young scientists: Vector of modern science*. - Krasnodar: KubSAU, 2022. - P. 214-216
6. Nikolaeva, S. A. Melioration of the floating soils of the Kuban delta and irrigation of the soils of the lowland zone of the Caucasus / S. A. Nikolaeva, N. P. Andreev, V. D. Deryuzhinskaya // Moscow: Nauka, 1986. - P. 174-181.
7. Osipov, A.V. Dynamics of soil water permeability in the North- West Caucasus during their hydrometamorphism / A.V. Osipov, V. P. Vlasenko, V. K. Bugaevsky, Yu.S. Plitin // *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. - 2012. - № 6 (39). - P. 77-80.
8. Rozanov, B.G. Morphology of soils / B.G. Rozanov. – M.: Academic project, 2004. – 432 p.
9. The rice farming system of the Russian Federation: Recommendations / Under the general editorship of S.V. Garkusha. Krasnodar: FSBSI «Federal Scientific Rice Centre», Prosveshchenie-Yug, 2022. 368 p.
10. Slyusarev, V. N. Anthropogenic impact on the composition and properties of soils of rice agrocenoses of the Kuban River delta / V. N. Slyusarev, A.V. Osipov, S. A. Tesheva, I. I. Suminsky // *Rice growing*. – Krasnodar, 2021. – № 4 (53). – P. 43-47.
11. Slyusarev, V.N. The influence of long-term soil use of rice agrolandscapes on agrophysical properties / V. N. Slyusarev, A.V. Osipov, S. A. Tesheva, I. I. Suminsky // *Rice growing*. – 2022. – № 1(54). – P. 33-40.
12. Tesheva, S. A. Agroecological assessment of rice agricultural landscapes / S. A. Tesheva, A.M. Teshev // *Ecology and nature management: sustainable rural development : A collection of articles based on the materials of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference, Krasnodar, June 03-07, 2024*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2024, pp. 284-287.
13. Easton, G. D. A method of estimating *Verticillium albo-atrum* propagules in field soil and irrigation waste water/G. D. Easton, M. E. Nagle, D. L. Bailey// *Fitopatology*. – 1969. – Vol. 59. – № 8. – P. 1171–1172.
14. Horn, T. Strukture formation and its consequences for gas water transport in unsaturated arable and forest soils / T. Horn, A. Smucker // *Soil Tillage Res.*- 2005.- V. 82(1).- P. 5-14.
15. Tikhonovich I.A. Molecular plant-microbe interactions: new briolges between past and future (editorial remarks) / I.A. Tikhonovich, B.I. Lugtenberg, N.A. Provorov // *Biology of plant-microbe interactions*. - 2003. - V. 4. - P. 17–19.

#### **Сусанна Аслановна Тешева**

Ведущий научный сотрудник лаборатории семеноводства и семеноведения ФГБНУ «ФНЦ риса», доцент кафедры почвоведения Кубанского ГАУ  
E-mail: satecheva@mail.ru

#### **Susanna Aslanovna Tesheva**

Leading researcher of the laboratory of seed production and seed science, FSBSI Federal Scientific Rice Centre, associate professor of the department of soil science, Kuban State Agrarian University  
E-mail: satecheva@mail.ru

#### **Александр Валентинович Осипов**

Профессор кафедры почвоведения Кубанского ГАУ  
E-mail: kubsoil@mail.ru

#### **Alexander Valentinovich Osipov**

Professor of the department of soil science, Kuban State Agrarian University  
E-mail: kubsoil@mail.ru

**Мария Владимировна Наумова**

Студентка

E-mail: kubsoil@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ риса»

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

E-mail: arrri\_kub@mail.ru

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

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

**Maria Vladimirovna Naumova**

Student

E-mail: kubsoil@mail.ru

FSBSI Federal Scientific Rice Centre

3, Belozerniy, Krasnodar, 350921, Russia

E-mail: arrri\_kub@mail.ru

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

13 Kalinina st., Krasnodar, 350044, Russia

## ПРЕМИЯ АКАДЕМИКА РАН А.Х. ШЕУДЖЕНА



Вот уже 10 лет школьники, студенты, аспиранты, выпускники вузов, молодые исследователи, проявившие интерес к науке и уже получившие первые результаты, становятся лауреатами премии академика РАН А. Х. Шеуджена.

Асхад Хазретович Шеуджен – агрохимик, доктор биологических наук, профессор, академик РАН по Отделению сельскохозяйственных наук, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, Кубани и Республики Адыгея, почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, Герой труда Кубани. Асхад Хазретович в своей профессиональной деятельности формирует знания и дает направления работы в области сельскохозяйственной науки и образования молодым исследователям и педагогам. Сколько ученых и практиков он вырастил!

Премия А.Х. Шеуджена призвана отметить работу молодых исследователей на первых этапах их пути, поддержать их интерес к науке. Это особенная премия, значение ее трудно переоценить. Эта премия выдается из личных средств Асхада Хазретовича и уже более 50<sup>ти</sup> человек являются ее лауреатами!

В 2025 г. лауреатами премии стало 5 человек, среди которых сотрудник ФНЦ риса, канд. биол. наук Перепелин Максим Андреевич - за успехи в научно-исследовательской работе, пропаганду и внедрение научных достижений в производство; ученик 7<sup>-го</sup> класса средней школы № 28 пос. Яблоновский Хуаде Алан Юрьевич, ученик Михаил Рыбалко – за отличные успехи в учебе.



**Вручение диплома лауреата премии А.Х. Шеуджена  
М.А. Перепелину, ФНЦ риса**

Лучше, чем сказала известный общественный деятель Фатима Паранук, не скажешь: «В России учреждено много премий в различных областях научной и общественной жизни - от федеральных до региональных, государственных, общественных и частных. Но эта выделяется среди них тем, что учреждена и вручается особенным человеком – известным ученым, специалистом с мировым именем в области агрохимии, академиком РАН А.Х. Шеудженом на его личные средства. Премия важна тем, что не только поощряет достижения в науке и образовании, но и утверждает ценность людей, которые несут знания обществу. В таких поступках известных людей – сила России. Остается пожелать, чтобы было больше последователей этого благого дела».



**Вручение дипломов лауреата премии А.Х. Шеуджена школьникам Алану Хуаде и Михаилу Рыбалко**



## В ФГБНУ «ФНЦ РИСА» ПРОШЛА ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «АГРОИННОВАЦИИ: ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ И БИЗНЕСА»



В ФГБНУ «ФНЦ риса» 26–27 июня прошла школа-конференция для молодых ученых с международным участием «Агроинновации: интеграция науки и бизнеса». Мероприятие собрало ведущих специалистов отрасли, молодых исследователей, студентов и аспирантов для обмена опытом и обсуждения актуальных вопросов развития сельского хозяйства.

Конференцию открыл директор Федерального научного центра риса, член-корреспондент РАН Сергей Гаркуша. Он отметил важность таких встреч и напомнил, что, несмотря на хорошие результаты по многим направлениям сельского хозяйства, существует множество нерешенных проблем, которым необходимо уделить серьёзное внимание.

С приветственной речью выступил директор Кубанского научного фонда Виктор Анисимов. Он рассказал, что за последние пять лет Кубанский научный фонд поддержал десять проектов ФНЦ риса и главной задачей фонда является поддержка талантливых учёных и молодых исследователей, которые работают над проектами совместно с опытными коллегами.

Программа конференции включала доклады и дискуссии по ключевым направлениям: селекция и генетика сельскохозяйственных культур, биотехнологии, защита растений, агротехнологии. Выступления участников начались с докладов ведущих учёных. Главные научные сотрудники отдела селекции Виктор Ковалев и Григорий Зеленский рассказали о развитии селекции риса и многообразии современных сортов. Также в своих докладах учёные поднимали вопросы о развитии научных кадров и связи науки и бизнеса.

Заведующий отделом сои ФНЦ ВНИИМК Сергей Зеленцов в своём выступлении рассказал о ключевых требованиях к современной науке и учёным. Он подчеркнул, что сегодня результаты исследований должны быть применимы на практике и производстве, а не просто оставаться в стенах лабораторий.



### Член-корреспондент РАН, заведующий отделом сои ФНЦ ВНИИМК Сергей Зеленцов

О возможностях и перспективах, которые сегодня есть у молодых исследователей, рассказала председатель совета молодых учёных ФНЦ риса Надежда Вахрушева. В докладе она упомянула существующие гранты, стипендии и другие льготы, направленные на поддержку молодых учёных.

За два дня школы-конференции свои исследования представили ученые из ФНЦ риса, ФНЦ ВНИИМК, ФНЦ БЗР, НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, КубГАУ. Благодаря онлайн-формату своими результатами смогли поделиться ученые из Волгограда, Дальнего Востока, Московской, Ростовской и Орловской областей. Было заслушано более шестидесяти докладов по различным сельскохозяйственным культурам, включая рис, свеклу, пшеницу, подсолнечник, перец, капусту и другие.



## ДЕНЬ ПОЛЯ ОВОЩНЫХ И БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР 2025

В ФНЦ риса 25 июля прошел День поля овощных и бахчевых культур. На площадке центра встретились ученые, агрономы и представители бизнеса. В ходе мероприятия участникам показали теплицу, в которой выращивают перец, а также опытные поля с томатами, тыквой, фасолью и другими культурами. Демонстрация на опытных полях сопровождалась комментариями ведущих ученых Светланы Королевой, Виктора Лазько и Ирины Козловой. Они делились последними разработками и результатами исследований. Свои направления работы на полях и в теплице представили также молодые ученые отдела: Ольга Пистун, Нелли Полякова и Елена Мазыкина.

Более подробно свои доклады ученые представили на совещании, где обсудили текущую ситуацию в семеноводстве овощных и бахчевых культур. Открыл совещание директор ФНЦ риса Сергей Гаркуша, подчеркнув значимость подобных встреч:

*«День поля – это не просто демонстрация достижений, а площадка для диалога и обмена опытом, без которых невозможно развитие отрасли и внедрение инноваций».*

С приветственным словом выступил представитель Минсельхоза Краснодарского края Алексей Востриков. Он рассказал о мерах государственной поддержки, направленных на стимулирование отечественных производителей овощных культур.

Заведующая отделом овощеводства Светлана Королева рассказала о сортовых особенностях овощных культур селекции ФНЦ риса. *«В настоящее время главная задача – это создание сортов и гибридов, устойчивых к наиболее опасным заболеваниям, обладающих высокими параметрами хозяйственно ценных признаков»*, – отметила Светлана Викторовна.

Ведущий научный сотрудник Виктор Лазько сообщил, что в ФНЦ риса созданы сорта бахчевых культур, которые могут удовлетворить основные потребительские запросы: различные сорта арбуза, дыни, а также крупноплодной и мускатной тыквы, среди которых особую популярность имеют сорта Ромашечка и Фундучок.

Директор селекционно-семеноводческого центра РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева Сократ Монахос выступил с докладом о трендах и перспективах селекции. Он отметил, что российские разработки в селекции и семеноводстве не уступают зарубежным. Сотрудниками Российского государственного аграрного университета имени К.А. Тимирязева создан генетически устойчивый к ложной мучнистой росе (пероноспорозу) гибрид лука репчатого F<sup>1</sup> Резистор. Также ученым удалось внедрить в капусту ген устойчивости к киле и фузариозному увяданию, в дальнейшем планируется добавить ген устойчивости к сосудистому бактериозу. Эти достижения стали результатом многолетней работы и открывают новые возможности и перспективы в сельском хозяйстве.

В рамках Дня поля ведущие компании по производству и разработке средств защиты растений представили широкий ассортимент препаратов и технологий, направленных на борьбу с вредителями и болезнями.

День поля овощных и бахчевых культур позволил обменяться знаниями и опытом, а также укрепить сотрудничество между научным обществом и бизнесом.



**Заведующая отделом овощеводства С.В. Королева и в. н. с. В.Э. Лазько знакомят участников конференции с новыми сортами перца сладкого и бахчевых культур**

## II ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ СЕЛЕКЦИОНЕРОВ И СЕМЕНОВОДОВ «РУССКОЕ ПОЛЕ – 2025»



20–21 августа 2025 года в Татарстане на базе Агробиотехнопарка Казанского ГАУ прошел II Всероссийский форум селекционеров и семеноводов «Русское поле – 2025», организованный при поддержке Министерства сельского хозяйства России и Национального семенного альянса.

Форум, объединивший представителей бизнеса, научного сообщества и государственных органов, стал традиционной площадкой профессионального общения и обсуждения важнейших проблем и перспектив в сельском хозяйстве.

На пленарном заседании «Свои семена – своя уверенность. Мы выращиваем будущее» 21 августа Министр сельского хозяйства Оксана Лут рассказала о ключевых результатах и перспективах развития отечественной селекции и семеноводства, господдержке селекции и семеноводства; обсудила экспортный потенциал российских семян, успешные кейсы сотрудничества науки и бизнеса.

В соответствии с программой мероприятия в Korston Club Hotel состоялись пленарные сессии, мастер-классы, презентации инновационных проектов, обсуждение лучших практических достижений. Особое внимание было уделено повышению качества российских семян и продвижению отечественных сортов.

Участники посетили уникальное демонстрационное поле площадью около пяти гектаров, расположенное на площадке Агробиотехнопарка Казанского ГАУ, где ознакомились с результатами селекционной работы, качеством представленных сортов и гибридов, обсудили технологии выращивания и преимущества сортов культурных растений.

Большой интерес у участников форума вызвала экспозиция ФГБНУ «ФНЦ риса», где были представлены новые достижения в области селекции, семеноводства, технологий, показаны перспективные сорта риса селекции Центра.

На специальном заседании форума были подведены итоги первого этапа всероссийской премии «Селекционный прорыв», на котором были определены лучшие российские гибриды и сорта основных зерновых и масличных культур.



**ЮБИЛЕИ УЧЕНОГО****Бондаревой Татьяне Николаевне - 70 лет!**

27 августа 2025 года исполнилось 70 лет ведущему научному сотруднику отдела прецизионных технологий ФГБНУ «ФНЦ риса», кандидату сельскохозяйственных наук Бондаревой Татьяне Николаевне.

Родилась Татьяна Николаевна в поселке Братском Тихорецкого района Краснодарского края. В 1977 г. окончила Кубанский ордена Трудового Красного Знамени сельхозинститут по специальности «агрохимия», в 1985 г. защитила кандидатскую диссертацию «Использование генетических методов в оценке исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции на продуктивность в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР» и в 1986 г. получила степень кандидата сельскохозяйственных наук. На работу в ФНЦ риса поступила в 1983 году, где работает вот уже более 40 лет. Одновременно с 1995 г. работает в Кубанском ГАУ им. И.Т. Трубилина в должности доцента.

Бондарева Татьяна Николаевна – ведущий ученый в области агрохимии и повышения продуктивности рисового агроценоза. Ею разработана технология применения регуляторов роста и микроудобрений на посевах риса, изучены вопросы сеникации, воздушно-теплового обогрева посевного материала. При непосредственном участии Т.Н. Бондаревой решается крупная народно-хозяйственная проблема по утилизации фосфогипса, нейтрализованного путем

использования в земледелии нашей страны в качестве поликомпонентного удобрения; предложены высокоэффективные агрохимические способы предотвращения полегания посевов риса, что позволяет минимизировать потери зерна в процессе уборки урожая.

Татьяна Николаевна впервые изучила и описала видовой состав водорослей рисовых полей Кубани; показала распространение и значение их как продуцентов органического вещества почвы; выявила вредоносные виды и предложила экологически безопасные приемы их уничтожения. Развила теоретические основы сеникации и предложила новые подходы к обоснованию необходимости ее проведения на посевах риса.

Научные разработки Бондаревой Т.Н. используются в АПК Краснодарского края и Республики Адыгея и обеспечивают рост урожайности риса на 3–5 ц/га при существенном улучшении качества продукции. За годы работы Татьяной Николаевной опубликовано около 300 научных работ, в том числе 11 патентов на изобретения. Татьяна Николаевна уделяет много внимания подготовке научных кадров: читает лекции и является научным руководителем.

Т.Н. Бондарева пользуется уважением и авторитетом среди ученых и специалистов рисоводческой отрасли АПК. За многолетний добросовестный труд Бондарева Татьяна Николаевна награждена Почётными грамотами Департамента сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края (2006 г.), РАСХН (2010 г.), Департамента образования и науки Краснодарского края (2010 г.), благодарностями главы администрации Краснодарского края (2001 г.) и Министерства сельского хозяйства РФ (2011 г.). В 2024 году Татьяна Николаевна стала лауреатом премии Правительства РФ.

*Уважаемая Татьяна Николаевна! В этот день примите самые искренние поздравления. Желаем Вам новых профессиональных побед, крепкого здоровья, неиссякаемой жизненной энергии и вдохновения!*

*С глубоким уважением,  
коллектив ФГБНУ «ФНЦ риса»*

### Елене Георгиевне Савенко - 65 лет!



С большим уважением поздравляем кандидата биологических наук, учёного биотехнолога и прекрасную женщину с 65-летним юбилеем! За плечами богатый жизненный опыт, есть на что оглянуться, что вспомнить и чем гордиться: сложившийся ученый-биотехнолог с глубоким видением целей и задач, проблем в биотехнологии для селекционного процесса генотипов с хозяйственно-ценными признаками.

В 1984 г. Вы закончили КСХИ по специальности «Агрономия», получив квалификацию «ученый-агроном», а с мая 1985 года и по настоящее время работаете в ФНЦ риса (ранее ВНИИ риса) сначала старшим лаборантом, затем научным, старшим, ведущим сотрудником, а теперь – заведующей лабораторией биотехнологии и молекулярной биологии. В 2017 году успешно защитили кандидатскую диссертацию «Совершенствование технологии получения удвоенных гаплоидов *in vitro* для использования в селекции риса подвида  *japonica*». За время работы в научном центре зарекомендовали себя квалифицированным, грамотным специалистом. Вами изучены методики отбора посадочного материала, посадки изолированных пыльников и зачаточных метелок риса на искусственные питательные среды, пассирования каллуса и выращивания регенерантов в камерах искусственного климата, методики приготовления питательных сред, биометрического анализа. Разработана технология, позволяющая получать в течение 1–2 лет гомозиготные дигаплоидные линии риса как исходный селекционный материал для ускоренного выведения сортов для климатических условий Краснодарского края. При Вашем непо-

средственном участии ежегодно селекционерам передается около 2–3 тысяч дигаплоидных линий риса для изучения в полевых условиях и отбора наиболее ценных по комплексу хозяйственно-ценных признаков (высокое качество, устойчивость к стрессорам, высокая продуктивность и другие). Свидетельством высокой результативности Вашей работы являются созданные в соавторстве с селекционерами Центра с использованием современных биотехнологических и молекулярных методов новые сорта, которые превосходили по урожайности стандартный сорт «Рапан» и практически не поражаются пирикулярриозом: среднезерный сорт «Привольный 4» (патент № 7001), крупнозерный «Крепыш» (патент № 6999), среднезерный сорт «Сонет» (патент № 5327), сорт «Соната» (патент № 4676).

По результатам научных исследований Вами опубликовано более 100 печатных работ. Ваш многолетний добросовестный труд и большой личный вклад в развитие рисоводческой отрасли и агропромышленного комплекса Российской Федерации отмечен по достоинству званием «Почетный работник агропромышленного комплекса России».

В день Вашего юбилея, уважаемая Елена Георгиевна, выражаем Вам глубокую признательность и благодарность за многолетнюю и плодотворную работу. От всего сердца желаем новых научных достижений, широких горизонтов, ярких свершений, а также крепкого здоровья и счастья, благополучия и бодрости духа на долгие годы!

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

Уважаемый автор!

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РИСА ПРИГЛАШАЕТ ВАС ОПУБЛИКОВАТЬ НАУЧНУЮ СТАТЬЮ В ЖУРНАЛЕ «РИСОВОДСТВО».

Журнал размещается и индексируется на портале **Elibrary.ru**, входит в Российский индекс научного цитирования (**РИНЦ**) и перечень **ВАК**.

Каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта **DOI**.

Статьи, поступающие в редакцию, проходят тщательный отбор, что гарантирует цитирование Вашей работы в наукометрических базах.

Журнал издается 4 раза в год.

**Прием статей:** до 1-го числа второго месяца каждого квартала.

**Дата выхода журнала:** третья декада третьего месяца каждого квартала.

**Научные секции журнала**

- биология;
- агрохимия;
- биотехнология;
- растениеводство;
- общее земледелие;
- селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур;
- защита растений;
- овощеводство

**Научные специальности журнала**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки, биологические науки);

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки, биологические науки);

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки, биологические науки);

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки, биологические науки, технические науки);

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

Свидетельство о регистрации СМИ: № 019255 от 29.09.1999

ISSN печатной версии: 1684-2464

С правилами публикации можно ознакомиться на сайте ФГБНУ ФНЦ риса <https://vniirice.ru> в разделе «Журнал».

**Публикации бесплатны.**

По всем вопросам обращаться по электронной почте - [dfa.arri@gmail.com](mailto:dfa.arri@gmail.com), а также по номеру телефона: **8(861)205-15-55 (доб.138)**.

**ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ АВТОРСКИХ ОРИГИНАЛОВ  
ДЛЯ ЖУРНАЛА «РИСОВОДСТВО»**

К публикации принимаются оригинальные, ранее не опубликованные материалы, которые могут быть представлены на русском или на английском языках.

Рукописи предоставляются в электронном виде по e-mail: [dfa.arri@gmail.com](mailto:dfa.arri@gmail.com) с темой письма «В редакцию журнала». Название файла должно содержать фамилию первого автора латиницей и дату отправки, например, «**Статья\_Ivanova20.03.2025.doc**». Допустимые форматы файлов: .doc, .docx, .rtf. Объем статьи должен соответствовать поставленным целям (не менее 6-8 страниц, 12 кель, и не более 12-20 страниц в зависимости от типа статьи – экспериментальная, обзор). Отправляющий автор, который обычно является автором-корреспондентом, несет ответственность за рукопись в процессе подачи и рецензирования. В письме необходимо указать контактный телефон для связи с авторами.

**Оригинальность.** Авторы представляют только оригинальные работы. При использовании информации в любой форме из работ других лиц, даются ссылки на публикации или представляется письменное разрешение авторов. Плагиат (копирование текста, идей, изображений или данных из другого источника, из собственных публикаций без указания какого-либо источника) в представленных материалах, недопустим. Повторное использование текста, скопированного из другого источника, должно быть заключено в кавычки, а исходный источник должен быть процитирован. Авторы рукописи при подаче статьи несут ответственность за точность и корректность содержащихся в статье сведений и гарантируют, что не нарушают законов об охране авторского права. Все статьи проходят проверку на уникальность в системе «Antiplagiat.ru» (версия «Эксперт»). Оригинальность текста должна быть не ниже 70 %. Редакцией приветствуется представление документа об оригинальности текста.

**Иллюстрации.** Рисунки должны быть выполнены четко и вставлены из отдельных файлов GIF, IPG, JPG или JPEG. При наличии в материале статьи фотографий для обеспечения необходимого качества следует приложить изображение дополнительно к материалу в электронном виде в формате GIF, IPG, JPG или JPEG.

**Сокращения / аббревиатуры / инициализмы, вставки, переносы.** Сокращения и т.п. должны быть определены при первом их появлении в аннотации, основном тексте, первом рисунке или таблице. При первом определении аббревиатура / сокращение / инициализм (в том числе названия учреждений) должны быть добавлены в скобках, расшифрованы.

Числительные, если не являются первым словом, передаются цифрами. Не допускаются вставки через меню «Символ», знак разрыва страницы, знак мягкого переноса, автоматический перенос слов.

**Цитирование** источников должно быть обосновано тематикой исследования. Самоцитирование не должно превышать 15 % всего списка литературы. Если статья планируется как обзорная по результатам многолетних исследований автора, или если данной тематикой никто не занимается, то самоцитирование может быть увеличено.

Авторы не должны ссылаться на рекламу или рекламные материалы. Количество источников из высокорейтинговых журналов (Web of Science, Scopus, Agris, RSCI и др.) за последние 10 лет должно составлять не менее 50 %, статьи зарубежных авторов – не менее 30 % от всего списка литературы.

#### **Цитирование статей из журнала «Рисоводство»**

Просим применять обозначения названия, использовавшиеся когда-либо и используемые в российских и иностранных базах данных: на русском языке – «Рисоводство», на английском языке (для англоязычной версии) – «Rice Growing».

*В связи с тем, что журнал «Рисоводство» публикует материалы по пяти специальностям и относящиеся к различным сельскохозяйственным культурам, редакция приветствует цитирование опубликованных в нашем журнале работ.*

#### **Рекомендации к методике написания исследовательских и обзорных статей (по разделам и компонентам статьи)**

При написании и подготовке статьи к публикации авторы могут руководствоваться материалами «Методических рекомендаций по подготовке и оформлению научных статей в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных» и др.

#### **Исследовательская статья**

**Аннотация** включает:

- актуальность исследований;
- цель исследований (возможно выделить задачи исследований);
- материалы, методы и методики (кратко привести условия, объекты исследований, методы, используемые в работе);
- основные результаты (отразить наиболее значимые результаты работы);
- выводы формулировка не должна совпадать с выводами в конце статьи).

Не допускается цитирование литературных источников, общие фразы и выделение абзацев.

Рекомендуемый объем аннотации от 200 до 250 слов. Не используются вводные слова, обороты. Не подчеркивается личный вклад автора.

**Ключевые слова** отражают основное смысловое содержание статьи, являются ориентиром для читателя и используются для поиска статей в электронных Базах данных. Размещаются после аннотации в количестве 4-15 слов.

*Название статьи, аннотация и ключевые слова предоставляются как на русском, так и на английском языках.*

#### **Введение**

Часть статьи, которая отражает проработку литературных источников, на основании которых и делается вывод об актуальности и необходимости проведения исследований. Во введении автор также обозначает проблемы, не решенные в предыдущих исследованиях, которые призвана решить представляемая статья.

#### **Цель исследований**

Цель исследований – это одно или несколько предложений (утверждений), используемых для выражения общего смысла (цели) работы с указанием на ее тематику (методы, методологию), которая была выбрана для научного исследования. Начинать цель необходимо с глагола – «Изучить...».

#### **Материалы и методы**

В разделе описывают:

- условия проведения исследования (годы и места проведения работы, почвенно-климатические и погодные условия и т.п.);
- материал, объект, предмет (объект исследования – это явление, предмет или процесс, на который направлена исследовательская деятельность; предмет исследования – это свойство объекта, материал исследования – это непосредственно анализируемый материал - зерно, семена, растение и т.п.);
- методы и методики (обязательно сделать ссылку на литературу, источник).

Необходимо использовать международные стандарты обозначений. Названия генов и белков можно получить на сайтах Genecards, MGI Nomenclature page или HUGO Gene Nomenclature Committee или аналогичных ресурсах. Для обозначения физических единиц и символов – международную систему СИ (Le Système International d'Unités), названия

химических соединений - ресурс IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). Таксономические названия растений, животных, штаммов микроорганизмов и вирусов - в соответствии с международной номенклатурой (International codes of Botanical Nomenclature: Saint-Louis Code (2000); Vienna Code (2006); International Code of the Zoological Nomenclature (2012); International Code of Nomenclature of Bacteria (1990); The International Code of Virus Classification and Nomenclature (2016); International code of nomenclature for cultivated plants in: Scripta Horticulturae, International Society for Horticultural Science (ISHS), 2009, Vol. 151; Angiosperm Phylogeny Group (2009) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III // Botanical Journal of the Linnean Society. — London, 2009. -Vol. 161. -№ 2. -С. 105-121. -DOI:10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x). Используйте общепринятые названия сортов и пород.

Для оборудования приводятся названия моделей и производителей.

#### **Результаты и обсуждение**

Основной раздел статьи. В разделе необходимо привести данные, полученные в исследовании, объективно, с использованием текста, дополненного иллюстрациями, показать статистическую обработку. Данные по статистической обработке и погрешностям приводятся для независимых экспериментов (не для повторности в опыте). Обсуждение включает анализ и сопоставление данных, возможные гипотезы и предварительные выводы.

#### **Выводы**

Результаты работы должны полностью отображаться в выводах. Необходимо сопоставить полученные результаты с обозначенной в начале работы целью, желательно включить прогноз и перспективы рассмотренных вопросов.

#### **Литература (References)**

Литературные источники должны освещать работы как отечественных, так и зарубежных ученых, содержать современный материал по тематике с учетом целей и задач работы. При подборе литературы необходимо пользоваться каталогами Баз данных Scopus и WoS, doaj.org и др. (статьи высокорейтинговых журналов рекомендуется находить по ссылкам <http://mjl.clarivate.com/>, <https://www.scopus.com>, <https://doaj.org/> и др.), пополняемыми новыми изданиями, отдавая предпочтение современным источникам информации. Допустимы ссылки на веб-сайты, которые являются постоянными публичными хранилищами информации, ссылки на личную веб-страницу автора неприемлемы.

Ссылки на литературу для экспериментальных работ в количестве от 10 до 30.

#### **Обзорная статья**

Применяется в рамках теоретических или (изредка) практических исследований. Предъявляемые к обзорной статье требования:

- обозначить и поставить цели проведения, предметного поля, тематики и области обзора;
- ознакомиться и привлечь данные обзора, который был сделан ранее по выбранной тематике;
- знать, насколько давно был сделан прошлый обзор и насколько он соответствует сегодняшним целям и задачам данной отрасли.

Статья может иметь тематические подразделы. В зависимости от поставленной цели, структура обзора может меняться (например, иметь или нет материалы и методы).

Обзорная статья может быть большего объема, чем исследовательская (до 20 страниц), и при написании такой статьи может быть использовано большее количество литературных источников (количество ограничено целями, поставленными в работе).

#### **Технические требования к оформлению статей**

Авторы при работе над оформлением могут руководствоваться примерами предыдущих номеров журнала.

При оформлении статьи необходимо соблюдать следующие параметры:

- поля: верхнее, нижнее, правое – 1,5 см, левое – 2 см;
- шрифт – Times New Roman, 12 кегль;
- интервал полуторный; абзацный отступ – 1,25 см; без переносов;
- используйте курсив для примеров, а также наиболее важных терминов и понятий;
- избегайте использования подчеркиваний;
- таблицы и рисунки должны иметь отдельную нумерацию (например, **Таблица 1**, **Рисунок 1**), быть озаглавлены и содержать достаточно информации, чтобы читаться и быть полностью понятными отдельно от основного текста (названия таблиц, рисунков и шапка таблицы должны быть набраны полужирным шрифтом). Размещаются таблицы и рисунки после первого упоминания в тексте и нумеруются последовательно, ссылки на них в тексте статьи обязательны (табл. 1, рис. 1). Числовые оси на графиках должны сходиться к 0 (исключение – логарифмические оси) и иметь обозначение (наименование). Название таблиц размещается по центру сверху таблицы, название рисунка – под рисунком по центру. Должны располагаться в тексте только в книжной ориентации без отступа в формате. Для технической работы с графиками и диаграммами желательно выслать их отдельными документами в формате Excel. Если в тексте документа содержится текстовый фрагмент, относящийся к таблице и оформленный в виде примечания, то он дается после таблицы, более мелким шрифтом, курсивом – Примечание – текст примечания. При переносе текста таблицы на другую страницу заголовки граф повторяются, в правом верхнем углу курсивом пишут – Продолжение таблицы 1.
- в случае необходимости можно использовать обычные (не концевые) пронумерованные сноски;
- в оформлении цифровых интервалов необходимо использовать тире, а не дефис (2-3 см.);



- оформление процентов осуществляется через слитный пробел (5-10 %);
- расположение структурных элементов статьи:

**индекс УДК** (выравнивание слева),

следующая строка (выравнивание по правому краю) - **фамилия и инициалы автора (авторов)**, степень, звание,

следующая строка – **город, страна**,

через строку – **НАЗВАНИЕ СТАТЬИ** (прописными буквами, не более 9 значащих слов),

через строку – аннотация на русском языке (*курсивом*),

следующая строка – **ключевые слова** (*курсив*),

через строку – **НАЗВАНИЕ СТАТЬИ** на английском языке,

через строку – аннотация на английском языке (*курсивом*),

следующая строка – **ключевые слова на английском языке** (*курсив*),

через строку – текст статьи,

через строку – **Литература** (название - выравнивание по центру),

через строку – **References** (название - выравнивание по центру),

через строку – информация об авторах (располагаются параллельно на русском и английском языках в виде таблицы с невидимыми границами, включают **Имя, Отчество, Фамилию, должность, E-mail, название организации, адрес организации**)

**Уравнения и символы.** Если используется Word, рекомендуется либо редактор Microsoft Equation, либо надстройка MathType. Уравнения должны быть доступны для редактирования редакцией и не должны отображаться в формате рисунка. Буквенные обозначения одновременно с верхним и нижним индексом ( $a_i^n$ ) должны быть набраны во встроеном в Word редакторе формул, буквенные обозначения без индекса или только с одним индексом ( $a$ ,  $b^n$ ) набираются в обычном режиме. Переменные величины и латинские названия даются курсивом, постоянные величины, включая верхние и нижние индексы – прямо. Математические символы типа  $\sin$ ,  $\text{Re}$ ,  $\text{dim}$ ,  $\text{lim}$ ,  $\text{inf}$ ,  $\text{log}$ ,  $\text{max}$ ,  $\text{exp}$ , нуль и др., химические элементы набираются прямо (*не курсивом*). Символ умножения – « $\times$ » (не « $\times$ »):  $1 \times 10$  моль/л; « $\cdot$ » применяется только в скалярных произведениях ( $a_i \cdot v$ ) и химических формулах ( $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ). Русские и латинские подстрочные индексы даются прямым шрифтом, если это сокращения от каких-либо слов ( $V_{\text{min}}$ ) и курсивом во всех остальных случаях ( $A_p$ ); греческие символы не выделяются курсивом. Молярность и нормальность пишутся прямо (0,1 М NaOH).

#### 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 7.0.5-2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». При написании References не допускается использование транслитерации.

При цитировании нескольких работ подряд одного автора ссылки располагаются в хронологической последовательности.

- Книги** Сметанин А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса. Краснодар: [б. и.], 1972. 156 с.  
Тарасиков В. П., Соловьев В. А. Биржевой Г. А. и др. Влияние нейтронного облучения на физико-механические свойства сталей и сплавов отечественных ядерных реакторов. Москва: Физматлит, 2020. 620 с. (описание книги с 5-ю и более авторами).  
Ерыгин П. С. Физиология риса. М.: Колос, 1981. 208 с.  
Система рисоводства Краснодарского края / под. ред. Е. М. Харитоновна. Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. 316 с.  
Ерыгин, П. С. Физиология риса / П. С. Ерыгин. – М.: Колос, 1981. – 208 с.  
Система рисоводства Краснодарского края / под. ред. Е. М. Харитоновна. – Краснодар, 2011. – 316 с.
- Авторефераты** Ляховкин А. Г. Мировой генофонд риса (*Oryza sativa* L.) в связи с проблемами селекции: автореф. ... дис. д-ра с.-х. наук. Ленинград: [б. и.], 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. Краснодар, 1999. 49 с. (ссылка дается только в том случае, если диссертация имеется в открытом доступе в Интернете).
- Статьи** Кумейко Ю. В. Влияние ингибитора нитрификации на показатели, характеризующие режим азотного питания растений риса // Рисоводство. 2013. Т. 1 (22). С. 66-70. doi:  
Туманьян Н.Г., Кумейко Т.Б., Ольховая К.К., Зеленский Г.Л. и др. Оценка технологических признаков качества зерна сортов риса в условиях перестоя на корню в целях формирования агрегированного интегрального показателя качества зерна // Зерновое хозяйство России. 2016. № 5. С. 43-47. doi:  
Чижикова Н. П. Эволюция минералогического состава и микростроения основных типов почв Кубани при рисосеянии // Почвы и их плодородие на рубеже столетий: Материалы 2-го съезда Белорусского общества почвоведов (Минск, 25-29 июня 200 г.). Минск: РУП Институт почвоведения и агрохимии Белоруси, 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 // Japanese Journal of Crop Science. 1978. Vol. 47. No 1. P. 6-17. doi:
- Патенты** Патент № 2638963 РФ, МПК C08L 95/00 (2006.01), C04B 26/26 (2006.01). Концентрированное полимербитумное вяжущее для «сухого» ввода и способ его получения, № 2017101011; заявл. 12.01.2017, опубл. 19.12.2017 / Белкин С. Г., Дьяченко А. У.; заявитель и патентообладатель ... 7 с.

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

Номера источников литературы следует указывать по мере их цитирования в тексте арабскими цифрами в квадратных скобках: [1, 3–5]. Ссылки на зарубежные издания размещаются в алфавитном порядке, после отечественных.

### Образец

УДК 574.12/01

Фамилия И. О., степень, звание,  
Фамилия И. О.  
г. Краснодар, Россия

### НАЗВАНИЕ СТАТЬИ

200-250 слов текста аннотации.

**Ключевые слова:** термин 1, термин 2, термин 3.

### НАЗВАНИЕ СТАТЬИ на английском языке

Аннотация на англ.

**Key words:**

#### Введение

Текст...

#### Цель исследований

Определить...

#### Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2014–2016 гг.

Текст... [1, 2]. Текст [2–5].

#### Результаты и обсуждение

Текст...

**Таблица 1. Схема скрещиваний сортов озимого ячменя** (шапка в таблице должна быть набрана полужирным шрифтом)

#### Рисунок 1. Линии регрессии посевных площадей

Ссылки на таблицы и рисунки в конце предложения – (табл. 1), (рис. 2)

#### Выводы

Текст...

### Литература

#### References

#### Станислав Алексеевич Владимиров

Заведующий кафедрой строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов  
E-mail: st.vlad.52@yandex.ru

#### Stanislav Alexeevich Vladimirov

Head of the Department of construction and operation of water facilities  
E-mail: st.vlad.52@yandex.ru

Все: название института  
(Адрес) 115598, г. Москва, ул. Загорьевская,  
д.4

All: название института  
(Адрес) 4, Zagorievskaja str., Moscow, 115598, Russia

Окончательное форматирование текста осуществляется редакцией.

Очередность публикации принятых материалов устанавливается в соответствии с внутренним планом редакции.

**Принципы рецензирования**

Все статьи, поступающие в редакцию, проходят процедуру рецензирования. От подачи рукописи до получения первой рецензии проходит от 2 до 4 недель, от получения исправленного варианта до второй рецензии – 1-2 недели. Если статья принята в печать, то на всем протяжении работы с журналом текст проверяется редактором, корректором, все замечания согласовываются с авторами.

Журнал «Рисоводство» на добровольной основе привлекает к рецензированию ведущих специалистов по тематикам статей. Основные пункты рецензии должны позволить оценить тщательность и корректность проделанной работы и сделанных авторами выводов. Рецензирование носит двухсторонний характер.

Редакция приветствует представление авторами со своей стороны рецензии известного ведущего специалиста на статью.

Рецензия (рекомендованная форма)  
на рукопись статьи

| <b>ЧАСТЬ А Только для редакции</b> (заполняется редакцией и рецензентом)  |                               |                                     |
|---|-------------------------------|-------------------------------------|
| ФИО рецензента  |                               |                                     |
| Место работы рецензента, должность, ученая степень, звание  |                               |                                     |
| 5-8 ключевых слов, отражающих область научных интересов рецензента  |                               |                                     |
| E-mail  |                               |                                     |
| Название рукописи   |                               |                                     |
| Дата отправки рецензенту  |                               |                                     |
| Ожидаемая дата получения рецензии   |                               |                                     |
| Есть ли конфликт интересов у рецензента и авторов   |                               |                                     |
| <b>ЧАСТЬ Б Для рецензента, возможны комментарии авторов рукописи</b>  |                               |                                     |
| <b>РАЗДЕЛ I Общий обзор рукописи статьи</b>   |                               |                                     |
| <b>Общий обзор</b>  | <b>Замечания</b>              |                                     |
| Способствует ли данная статья развитию науки и техники  |                               |                                     |
| Новизна и актуальность исследований   |                               |                                     |
| Сделанные выводы являются обоснованными и подтверждаются ли они полученными данными   |                               |                                     |
| Как можно улучшить статью   |                               |                                     |
| Необходимо ли сократить или опустить какие-либо разделы, чтобы сделать статью более лаконичной  |                               |                                     |
| Корректен ли перевод названия, аннотации и литературы на английский язык  |                               |                                     |
| Полезна ли эта статья селекционерам, генетикам или другим ученым  |                               |                                     |
| Есть ли подозрение на плагиат, пожалуйста, предоставьте соответствующие доказательства или веб-ссылки                                       |                               |                                     |
| <b>РАЗДЕЛ II Комментарии к каждому разделу рукописи</b>   |                               |                                     |
| <b>Раздел рукописи</b>  | <b>Комментарии рецензента</b> | <b>Комментарии авторов рукописи</b> |
| Название (Отражает ли название суть статьи? Если нет, предложите новое)   |                               |                                     |
| Резюме  |                               |                                     |
| Введение  |                               |                                     |
| Цель исследований   |                               |                                     |
| Материалы и методы  |                               |                                     |
| Результаты и обсуждение   |                               |                                     |
| Выводы  |                               |                                     |
| Литература/References (Есть ли ссылки за последние 5 лет? Достаточное ли их количество? Соблюдены ли правила оформления списка литературы?) |                               |                                     |

| <b>РАЗДЕЛ III Оценка рукописи статьи по нижеприведенным критериям</b>   |     |
|---|-----|
| Оригинальность  |     |
| Вклад в развитие отрасли  |     |
| Техническое качество  |     |
| Ясность изложения   |     |
| Глубина исследований  |     |
| <b>РАЗДЕЛ IV Рекомендации, общая оценка (просьба отметить)</b>  |     |
| Принять без исправлений   | (1) |
| Требуются незначительные исправления  | (2) |
| Требуется умеренная доработка   | (3) |
| Требуется серьезная доработка   | (4) |
| Отправить в другой журнал (например)  |     |
| Отклонить на основании (пожалуйста, уточните)   |     |
| <b>РАЗДЕЛ V Дополнительные комментарии</b>  |     |
| <i>Пожалуйста, добавляйте любые дополнительные комментарии (включая комментарии/предложения относительно дополнительных материалов в Интернете, если таковые имеются)</i> |     |
|   |     |

**Конфликт интересов**

Конфликт интересов заключается в интеллектуальных, финансовых, других отношениях, которые могут повлиять на оценку рукописи статьи. Автор, подающий заявку, должен убедиться, что все соавторы, имеющие право на участие, были включены в список авторов. В целях объективности авторы указывают источники финансовой и интеллектуальной поддержки исследования (гранты, субсидии, участие в обсуждении, использовании оборудования и материалы, объекты, цитируемые источники и т.п.).

**Этика научных публикаций**

Редакционная коллегия научного журнала «Рисоводство» придерживается принципов COPE (Committee on Publication Ethics) и Декларации российской Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ) «Этические принципы научных публикаций».

*Редколлегия журнала оставляет за собой право отклонять статьи, оформление и/или содержание которых не соответствует изложенным требованиям.*

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Подписано в печать             | Тираж изготовлен в типографии «Строки» |
| 15.10.2025                     | (ИП Копыльцов П. И., ИНН 3665824412)   |
| Формат 60*84/8                 | 394086, г. Воронеж,                    |
| Бумага офсетная                | ул. Любы Шевцовой, 34                  |
| Усл. печатн. листов 12.44      | +7 (995) 494-84-77                     |
| Заказ № 151025. Тираж 500 экз. | www.strokivrn.ru                       |