

Овощи России

Научно-практический журнал
Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» 13168

ISSN 2072-9146 (Print)
ISSN 2618-7132 (Online)

5 2025

VEGETABLE
crops of RUSSIA
Scientific peer-reviewed journal



Учредитель и издатель журнала:
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр овощеводства»
(ФГБНУ ФНЦО)



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук

ИТОГИ ЮБИЛЕЙНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Федеральному государственному
бюджетному научному учреждению
"Федеральный научный центр овощеводства"
(ФГБНУ ФНЦО)

105 лет

С 8 по 12 сентября 2025 года на базе ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО) состоялась XII международная научно-практическая конференция «Современные тенденции в селекции, семеноводстве и товарном производстве овощебахчевых и цветочных культур. Традиции, вызовы, перспективы», приуроченная к 105-летию старейшего научного учреждения России в области овощеводства и проведенная в рамках Научного центра мирового уровня (НЦМУ) «Центр современной селекции сельскохозяйственных растений».

В конференции, проведённой при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, приняли участие более 200 специалистов из научных центров, исследовательских институтов, вузов и предприятий Москвы, Саратова, Кирова, Краснодара, Великих Лук, Ростова-на-Дону, Волгограда, Мичуринска, Кургана, Омска, Барнаула, Грозного, Донецка, Санкт-Петербурга, Ставрополя, Крымска, Тулы, Ульяновска, Воронежа, Астрахани, Махачкалы, а также представители Белоруссии, Узбекистана, Китая.

Участников конференции поприветствовали Председатель комитета по аграрным вопросам Государственной Думы РФ В.И. Кашин, заместитель Министерства науки и высшего образования Российской Федерации Д.В. Пышный, Заместитель Генерального секретаря СНГ И.Т. Нематов, заместитель Президента РАН П.А. Чекмарев, научный руководитель ФГБНУ ФНЦО В.Ф. Пивоваров и директор ФГБНУ ФНЦО А.В. Солдатенко, которые отметили вклад Федерального научного центра овощеводства в развитие отрасли и подчеркнули необходимость консолидации усилий науки и производства.

Участие в форуме позволило ученым поделиться собственными достижениями и укрепить профессиональные связи для решения общих задач в области импортозамещения, продовольственной безопасности и технологического лидерства страны.



Главный редактор

В.Ф. Пивоваров – академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии и премий Правительства РФ, научный руководитель Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО), Москва, Россия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии – Н.А. Голубкина, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО), Московская область, Россия

Д. Карузо – зам. председателя, доктор с.-х. наук, Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, Неаполь, Италия

А.Н. Игнатов – зам. председателя, доктор биол. наук, профессор Агробиотехнологического департамента РУДН, зам. ген. директора по научной работе Исследовательской лаборатории «ФитоИнженерия», Москва, Россия

Е.З. Кошиева – зам. председателя, доктор биол. наук, проф., МГУ им. М.В. Ломоносова, ФИЦ Биотехнологии РАН, Москва, Россия

Агнешка Секара – профессор, Department of Horticulture, Faculty of Biotechnology and Horticulture, University of Agriculture, Krakow, Польша

Радхи Шьям Сингх – доцент, Department of Plant Breeding and Genetics Mandan Bharti Agriculture College, Agwanpur, Saharsa-852202, Bihar Agricultural University, Sabour, Bhagalpur, Bihar, Индия

Ж.П. Данаилов – доктор с.-х. наук, проф., Болгарская академия наук, Институт физиологии растений и генетики, София, Болгария

С.Р. Аллахвердиев – доктор биол. наук, проф., Bartin University, Turkey

М.Х. Арамов – доктор с.-х. наук, Сурхандарьинская научно-опытная станция НИИ овоще-бахчевых культур и картофеля, Республика Узбекистан

Л.Ф. Волошук – доктор биол. наук, Институт генетики, физиологии и защиты растений АН Молдовы, Кишинев, Республика Молдова

И.Г. Джрафаров – доктор с.-х. наук, проф., член-корр. НАНА, директор, Научно-исследовательский институт защиты растений и технических культур МСХ Азербайджанской Республики

В.П. Прохоров – доктор биол. наук, проф., Институт экспериментальной ботаники НАН Беларусь, Минск, Республика Беларусь

В.В. Скорина – доктор с.-х. наук, проф., Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Могилевская обл., Республика Беларусь

А.В. Солдатенко – зам. главного редактора, доктор с.-х. наук, академик РАН, директор ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

О.Н. Пышная – зам. главного редактора, доктор с.-х. наук, проф., ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

С.М. Надежкин – зам. главного редактора, доктор биол. наук, проф., ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

С.В. Акимова – доктор с.-х. наук, доцент кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

К.Л. Алексеева – доктор с.-х. наук, проф., ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

И.Т. Балашова – доктор биол. наук, ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия

Л.П. Бондарева – доктор с.-х. наук,

ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия
М.С. Гинс – доктор биол. наук, член-корр.
РАН, ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия
Л.В. Григорьева – доктор с.-х. наук,
Мичуринский ГАУ, Мичуринск, Россия
А.С. Домбладес – доктор с.-х. наук,
ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия
Н.Н. Дубенок – академик РАН, доктор с.-х. наук, проф.,
ФГБОУ ВО «РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева», Москва, Россия
С.В. Жаркова – доктор с.-х. наук, проф.,
ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, Барнаул, Россия
Е.В. Журавлева – доктор с.-х. наук, профессор РАН,
секретарь научно-технического совета (НТС) Комиссии
по научно-технологическому развитию РФ, г. Москва, Россия
Е.А. Калашникова – доктор биол. наук, профессор,
Институт физиологии растений имени К.А.Тимирязева РАН, Москва, Россия
И.М. Куликов – академик РАН, доктор экон. наук,
ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический
центр садоводства и питомниководства», Москва, Россия
Ф.Б. Мусаев – доктор с.-х. наук,
ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Россия
В.М. Пизенгольц – доктор экон. наук, проф.,
Аграрно-технологический институт РУДН, г. Москва, Россия
В.Г. Плющиков – доктор с.-х. наук,
проф., РУДН, Москва, Россия
В.В. Пыльнев – доктор с.-х. наук,
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия
А.К. Раджабов – доктор с.-х. наук,
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия
Н.И. Сидельников – академик РАН, доктор с.-х. наук,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
лекарственных и ароматических растений», Москва, Россия
С.М. Сирота – доктор с.-х. наук, зам. директора по селекции
и семеноводству, ООО "Гетерозисная селекция",
Челябинская область, Россия
В.И. Старцев – доктор с.-х. наук, проф., ФГБНУ «Всероссийский
НИИ Фитопатологии», Московская область, Россия
И.Г. Ушачев – доктор экон. наук, академик РАН, проф.,
ФГБНУ «ФНЦ аграрной экономики и социального развития
сельских территорий – Всероссийский НИИ
экономики сельского хозяйства»
(ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ), Москва, Россия
П.А. Чекмарев – академик РАН, доктор с.-х. наук, заместитель
президента РАН, Российской академия наук, Москва, Россия
Ю.В. Чесноков – доктор биол. наук,
ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»,
Санкт-Петербург, Россия

Ответственный редактор: Тареева М.М. – кандидат с. х. наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО), Московская область, Россия

Библиограф: Разорёнова А.Г., ФГБНУ ФНЦО. **Дизайн и верстка:** Янситов К.В., ФГБНУ ФНЦО. **Фото:** Лебедев А.П., ФГБНУ ФНЦО.
© ФГБНУ ФНЦО, оформление макета, 2025

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)
Адрес учредителя и редакции: 143080, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14
E-mail: vegetables.of.russia@yandex.ru, vegetables.of.russia@vniissok.ru
<http://www.vegetables.su> Тел: +7(495) 599-24-42

Тираж 50 экземпляров.
Периодичность: 6 раз в год.
Дата выхода в свет: 28.10.2025
Отпечатано в ООО «Дапринт»
адрес: 163000, г. Архангельск,
пр. Ломоносова, д.209
Тел.: +7 (8182) 48-20-20,
www.daprint.ru
Цена свободная.

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство ПИ № ФС 77-72184 от 15 января 2018 года. Издаётся с декабря 2008 года.
Научная концепция издания предполагает публикацию современных достижений, результатов научных национальных и международных исследований в области овощеводства и садоводства, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений, физиологии и биохимии растений, защиты растений, экономики сельского хозяйства и смежных дисциплин:

биологии, биотехнологии, интродукции и др.
Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 License

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных журналов и изданий ВАК РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.
Журнал в 2016 году включен в базу данных AGRIS (Agricultural Research Information System) – Международную информационную систему по сельскому хозяйству и смежным с ним отраслям.
Журнал включен в базу данных компании EBSCO Publishing на платформе EBSCOhost.



Editor in chief

Victor F. Pivovarov – Full Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Agriculture),
Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center"
(FSBSI FSVC), Moscow region, Russia

EDITORIAL BOARD

Editorial Board Chairman: Nadezhda A. Golubkina, Dr. Sci. (Agriculture),
chief scientific researcher of the laboratory analytical department,
Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center" (FSBSI
FSVC), Moscow region, Russia

Gianluca Caruso – Deputy chairman, Dr. Sci. (Agriculture),
Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, Napoli, Italy

Alexander N. Ignatov – Deputy chairman, Dr. Sci. (Biology),
Agrobiotechnological Department of RUDN University,
Deputy Director, PhytoEngineering Research Laboratory,
Moscow, Russia, Moscow, Russia

Elena Z. Kochieva – Deputy chairman, Dr. Sci. (Biology), Professor,
Department of Biotechnology of Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University;
Head of the Group of molecular methods of analysis
of the genome, Federal Research Centre "Fundamentals of Biotechnology"
of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Agnieszka Sekara – Assoc. Prof., Department of Horticulture, Faculty of
Biotechnology and Horticulture, University of Agriculture, Krakow, Poland
Radhey Shyam Singh – Assistant Professor cum Junior Scientist, Department
Plant Breeding and Genetics Mandan Bharti Agriculture College, Agwanpur,
Saharsa-852202, Bihar Agricultural University,
Sabour, Bhagalpur, Bihar, India

Zhivko P. Danailov – Professor, Dr. Sci. (Agriculture), Bulgarian
Academy of Sciences, Institute of Plant Physiology and Genetics, Sofia, Bulgaria

Surhay R. Allahverdiev – Dr. Sci. (Biology), Professor, Bartin University, Turkey

Muzaffar H. Aramov – Dr. Sci. (Agriculture),
Surkhandarya region, Republic of Uzbekistan

Leonid F. Volosciuk – Dr. Sci. (Biology), Head of the Laboratory of phytopathology and
biotechnology, Institute of Genetics, Physiology and Protection of Plants, Academy of
Sciences of Moldova, Chișinău, Republic of Moldova

Ibrahim Hasan oglu Jafarov – Corresponding Member of ANAS,
Professor, Dr. Sci. (Agriculture), Scientific Research Institute of Plant Protection and
Technical Plants of the Ministry of Agriculture Republic of Azerbaijan

Valery N. Prokhorov – Dr. Sci. (Biology), chief scientific officer
of the Laboratory of growth and development of plant, FSSI "V.F. Kuprevich Institute
of experimental botany National academy of Science of Belarus", Minsk, Belarus

Vladimir V. Skorina – Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Department of fruits-vegetables
growing, "Belarusian State Academy of Agriculture", Mogilev, Belarus

Alexey V. Soldatenko – Deputy Chief Editor, Full Member of the Russian Academy of
Sciences, Dr. Sci. (Agriculture), director of Federal State Budgetary Scientific Institution
"Federal Scientific Vegetable Center" (FSBSI FSVC),
Moscow region, Russia

Olga N. Pyshnaya – Deputy Chief Editor, Dr. Sci. (Agriculture), Professor,
Deputy director in scientific work, Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal
Scientific Vegetable Center", Moscow region, Russia

Sergei M. Nadezhkin – Deputy Chief Editor, Dr. Sci. (Biology), Professor,
Head of the laboratory analytical department, Federal State Budgetary Scientific Institution
"Federal Scientific Vegetable Center", Moscow region, Russia

Svetlana V. Akimova – Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of
Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow
Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Ksenia L. Alekseeva – Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Head of the Laboratory biological
methods of plant protection, All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing
– Branch of the FSBSI "Federal Scientific Vegetable Center", Moscow region, Russia

Irina T. Balashova – Dr. Sci. (Biology), chief scientific officer of the laboratory of new tech-

nologies FSBSI "Federal Scientific Vegetable Center", Moscow region, Russia
Lyudmila L. Bondareva – Dr. Sci. (Agriculture), Head of the Laboratory of breeding and
seed production of Cole crops, FSBSI "Federal Scientific Vegetable Center",
Moscow region, Russia

Murat S. Gins – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,
Dr. Sci. (Biology), Head of the Laboratory of plant physiology and biochemistry, introduction
and functional food, FSBSI "Federal Scientific Vegetable Center", Moscow region, Russia

Lyudmila V. Grigoryeva – Dr. Sci. (Agriculture),
Professor, Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

Arthur S. Domblides – Dr. Sci. (Agriculture), Head of Laboratory of Genetics and
Cytology, FSBSI "Federal Scientific Vegetable Center", Moscow region, Russia

Nikolay N. Dubenok – Full Member of the Russian Academy of Sciences,
Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Head of the Department
of agricultural melioration, forestry and land management, Russian State Agrarian
University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Stalina V. Zharkova – Dr. Sci. (Agriculture), Professor,
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
The Altai State Agricultural University (ASAU), Barnaul, Russia

Ekaterina V. Zhuravleva – Dr. Sci. (Agriculture), Professor of the Russian Academy of
Sciences, Secretary of the Scientific and Technical Council (STC) of the Commission for
Scientific and Technological Development
of the Russian Federation, Moscow, Russia

Elena A. Kalashnikova – Dr. Sci. (Biology), Professor
of the Timiryazev Institute of Plant Physiology
of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Ivan M. Kulikov – Full Member of the Russian Academy of Sciences,
Dr. Sci. (Economy), Professor, director of FSBSI Federal Horticultural
Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russia

Farhad B. Musaev – Dr. Sci. (Agriculture), leading researcher
of the laboratory analytical department,
FSBSI "Federal Scientific Vegetable Center", Moscow region, Russia

Vadim G. Plushikov – Dr. Sci. (Agriculture), Professor,
RUDN University, Moscow, Russia

Vladimir V. Pylyev – Dr. Sci. (Agriculture), Russian State Agrarian University – Moscow
Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Agamagomed K. Radzhabov – Dr. Sci. (Agriculture), Russian State Agrarian University
– Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Nikolay I. Sidelnikov – Full Member of the Russian Academy of Sciences,
Dr. Sci. (Economy), Professor, director of FSBSI «All-Russian Scientific Research Institute
of Medicinal and Aromatic Plants», Moscow, Russia

Sergey M. Sirota – Dr. Sci. (Agriculture), Deputy Director for Breeding
and Seed Production, LLC Heterosis Selection, Chelyabinsk region, Russia

Viktor I. Startsev – Dr. Sci. (Agriculture), Professor,
FSBSI All-Russian Research Institute of Phytopathology, Moscow region, Russia

Ivan G. Ushachev – Full Member of the Russian Academy of Sciences,
Dr. Sci. (Economy), Honored Scientist of Russian Federation,
scientific director, Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center
for Agrarian Economics and Social Development of Rural Territories – All-Russian
Research Scientific Institution of Economy of Agriculture", Moscow, Russia

Petr A. Chekmarev – Full Member of the Russian Academy of Sciences,
Dr. Sci. (Agriculture), Deputy President
of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Yuri V. Chesnokov – Dr. Sci. (Biology), director,
FSBSI "Agrophysical Research Institute", St.-Petersburg, Russia

Responsible Scientific Editor: Marina M. Tareeva – Cand. Sci. (Agriculture),
Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center", (FSBSI FSVC), Moscow, Russia

Bibliographer: Anna G. Razorenova (FSBSI FSVC). **Designer:** Konstantin V. Yansitov (FSBSI FSVC).

Photographing: Alexey P. Lebedev (FSBSI FSVC)

©FSBSI FSVC, Layout Design, 2025

Address of the journal publisher and office: Selektionsnaya St., 14, VNIISOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072

E-mail: vegetables.of.rossiya@yandex.ru **http://www.vegetables.su** tel.: +7 (495) 599-24-42

Publication Frequency: 6 issue per year. Free price. 50 copies. Published: 28.10.2025

This issue is registered in the Federal Service for Supervision of Communications,
Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor).

The license ПИ №ФС77-72184 of the January, 15, 2018.

Published since 2008. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 License



Russian Science
Citation Index

OPEN
ACCESS

We are
Crossref

Member

AGRIS

EBSCOhost

СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Ветрова С.А., Солдатенко А.В., Пинчук Е.В.

Свёкла столовая как элемент продовольственной безопасности Российской Федерации.....5

Шумилова Е.В., Королёва С.В.

Влияние температурного режима на проявление стерильности у ЦМС-линии перца сладкого.....13

Клинг А.П., Жаркова С.В., Каштанова Ю.А., Романов С.А., Кумпан В.Н.

Оценка фенотипических особенностей форм чеснока озимого

по хозяйственно ценным признакам в условиях Западной Сибири.....21

Рогатенюк Л.А., Зыкова В.К.

Особенности вегетативного размножения новых сортов

тюльпанов садового класса Триумф при интродукции в Степном Крыму.....26

Ветрова С.А., Марчева М.М., Середин Т.М., Солдатенко А.В.,

Енгалычева И.А., Кривенков Л.В., Логунова В.В., Дацюк К.И., Каракай М.В.

Выделение источников устойчивости лука репчатого (*Allium cepa L.*)

к возбудителям фузариозной и бактериальной гнили.....32

Князева И.В., Джос Е.А., Солдатенко А.В.

Агробиологические характеристики исходных форм томата

для селекции в условиях закрытых агроэкосистем.....40

Козлова И.В.

Основные направления и результаты селекции томата ФНЦ риса.....47

Королёва С.В.

Результаты работы по селекции раннеспелых гибридов капусты белокочанной в условиях Кубани.....52

САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

Волохова М.А., Лексина А.А.

Анализ развития производства трудоемких культур
в региональной агросистеме (на примере овощеводства защищенного грунта).....58

Курина А.Б., Шеленга Т.В., Хмелинская Т.В., Соловьева А.Е.

Компонентный состав эфирного масла плодов *Coriandrum sativum L.* из коллекции ВИР.....67

Янченко Е.В., Маркарова М.Ю., Иванова М.И.

Сравнительная оценка гибридов капусты пекинской по качеству и пригодности к ферментации.....73

Марченко Л.А., Умнов Н.С., Соловьев А.В.,

Зубков А.В., Самошенков Е.Г., Буланов А.Е.

Влияние сelenосодержащего препарата на рост растений семейства Астровые (Asteraceae):
астра однолетняя (*Callistephus chinensis*), тагетес отклонённый (*Tagetes patula*),
георгина гибридная (*Dahlia × hortensis*) в условиях водного дефицита.....80

Нечипоренко И.В., Акимова С.В., Казаков П.О., Марченко Л.А., Колесникова О.А., Севостьянов М.А.

Особенности укоренения микрочеренков водяники чёрной (*Empetrum nigrum L.*) при адаптации.....86

АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ

Трошин К.С., Тараканов Р.И., Евсеев П.В., Чебаненко С.И.. Джалилов Ф.С.-У.

Особенности патогенеза антракноза картофеля (*Colletotrichum coccodes*) и меры защиты (обзор).....96

Писарева И.Н., Белошапкина О.О.

Культивируемые бактерии, ассоциированные с семенами томата.....105

Мацишина Н.В., Ермак М.В., Фисенко П.В., Ким И.В.

К вопросу об иммунологической оценке сорта картофеля Аскольд.....114

Солдатенко А.В., Сычёва И.В., Сычёв С.М., Заячковский В.А.

Видовое разнообразие вредителей свёклы столовой (*Beta vulgaris L.*) в условиях Брянской области.....121

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Брызгалина М.А., Брызгалин Т.В.

Экономическая оценка стратегии наращивания производства в регионах с неразвитым картофелеводством.....129

Зайцева М.И., Федорова Ю.Н., Федорова Л.Н.

Влияние регулятора роста растений Мивал-Агро в составе питательной среды

на ускоренное развитие картофеля в культуре *in vitro*.....140

Маренкова А.Г., Кудрявцев А.А., Вертикова Е.А., Баженова С.С.

Выделение сортов ярового ячменя по степени проявления качественных
морфологических признаков по годам в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны.....145

CONTENTS

BREEDING, SEEDPRODUCTION AND PLANT BIOTECHNOLOGY

Vetrova S.A., Soldatenko A.V., Pinchuk E.V.

Beetroot as an element of food security in the Russian Federation.....5

Shumilova E.V., Koroleva S.V.

The effect of the temperature regime on the manifestation of sterility in the CMS line of sweet pepper.....13

Kling A.P., Zharkova S.V., Kashtanova Yu.A., Romanov S.A., Kumpan V.N.

Evaluation of phenotypic characteristics of winter garlic forms based
on agriculturally valuable traits in Western Siberia.21

Rogatennyuk L.A., Zykova V.K.

Features of vegetative propagation of new tulip cultivars
of the garden class Triumph during introduction in the Steppe Crimea.26

Vetrova S.A., Marcheva M.M., Seredin T.M., Soldatenko A.V.,

Engalycheva I.A., Krivenkov L.V., Logunova V.V., Datsyuk K.I., Karakay M.V.

Identifying sources of resistance

to fusariosis and bacterial rot in onions (*Allium cepa* L.).32

Knyazeva I.V., Dzhos E.A., Soldatenko A.V.

Agrobiological characteristics of the original forms
of tomato for breeding in closed agroecosystems.40

Kozlova I.V.

The main directions and results of tomato breeding of FSC of rice.47

Koroleva S.V.

The results of work on the breeding of early-maturing hybrids of white cabbage in the Kuban region.52

HORTICULTURE, VEGETABLE PRODUCTION, VITICULTURE AND MEDICINAL CROPS

Volokhova M.A., Leksina A.A.

Analysis of the development of production of laborintensive crops in the
regional agricultural system (using protected soil vegetable growing as an example).58

Kurina A.B., Shelenga T.V., Khmelinskaya T.V., Solovyeva A.E.

The component composition of essential oil of *Coriandrum sativum* L. fruits from the VIR collection.....67

Yanchenko E.V., Markarova M.Yu., Ivanova M.I.

Comparative evaluation of Peking cabbage hybrids in terms of quality and suitability for fermentation.....73

Marchenko L.A., Umnov N.S., Solovyev A.V.,

Zubkov A.V., Samoshchenkov E.G., Bulanov A.E.

The influence of selenium-containing preparations on the growth
of Asteraceae family: Annual aster (*Callistephus chinensis*),

Tagetes patula (*Tagetes patula*), and Hybrid dahlias (*Dahlia × hortensis*) plants under conditions of water deficit.80

Nechiporenko I.V., Akimova S.V., Kazakov P.O., Marchenko L.A., Kolesnikova O.A., Sevostyanov M.A.

Features of rooting microcuttings of black crowberry (*Empetrum nigrum* L.) during adaptation.....86

AGROCHEMISTRY, SOIL SCIENCE, PLANT PROTECTION AND QUARANTINE

Troshin K.S., Tarakanov R.I., Evseev P.V., Chebanenko S.I., Dzhalilov F.S.-U.

Features of the pathogenesis of potato anthracnose (*Colletotrichum coccodes*) and protective measures (review).....96

Pisareva I.N., Beloshapkina O.O.

Cultivated bacteria associated with tomato seeds.....105

Matsishina N.V., Ermak M.V., Fisenko P.V., Kim I.V.

On the immunological evaluation of potato variety "Askol'd".114

Soldatenko A.V., Sycheva I.V., Sychev S.M., Zayachkovsky V.A.

The species structure of pests of the canteen of the beet in the conditions of the Bryansk region.....121

AGRICULTURE AND PLANT PRODUCTION

Bryzgalina M.A., Bryzgalin T.V.

Economic assessment of the strategy for increasing production in regions with underdeveloped potato growing.129

Zaytseva M.I., Fedorova Yu.N., Fedorova L.N.

The effect of plant growth regulator Mival-agro
in the nutrient medium on the accelerated development of potatoes *in vitro*.140

Marenkova A.G., Kudryavtsev A.A., Vertikova E.A., Bazhenova S.S.

Identification of spring barley varieties according to the degree of manifestation
of qualitative morphological features by year in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone.145

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-5-12>
УДК:635.11:338.439.02(470)

С.А. Ветрова*, А.В. Солдатенко,
Е.В. Пинчук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14

*Автор для переписки: lana-k2201@mail.ru

Финансирование. Работа выполнена при поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. "Селекционно-семеноводческий центр овощных культур" (Соглашение № 075-15-2025-245).

Вклад авторов. Ветрова С.А.: создание рукописи и ее редактирование, концептуализация, визуализация, методология, верификация и анализ статистических данных; Солдатенко А.В.: концептуализация, верификация данных, редактирование рукописи. Пинчук Е.В.: анализ данных, редактирование рукописи.

Конфликт интересов. Солдатенко А.В. является членом редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2017 года, но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.

Для цитирования: Ветрова С.А., Солдатенко А.В., Пинчук Е.В. Свёкла столовая как элемент продовольственной безопасности Российской Федерации. *Овощи России*. 2025;(5):5-12.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-5-12>

Поступила в редакцию: 27.06.2025

Принята к печати: 25.07.2025

Опубликована: 28.10.2025

Svetlana A. Vetrova*, Alexey V. Soldatenko,
Elena V. Pinchuk

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVCh)
14, Selectsionnaya str., VNIISOK,
Odintsovo district, Moscow region,
Russia, 143072

*Corresponding Author: lana-k2201@mail.ru

Funding. This work was supported by a grant from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation to the Vegetable Crops Selection and Seed Center (Agreement No. 075-15-2025-245).

Authors' Contribution: Vetrova S.A.: manuscript drafting and editing, conceptualization, visualization, methodology, verification, and statistical data analysis; Soldatenko A.V.: conceptualization, data verification, and manuscript editing. Pinchuk E.V.: data analysis, manuscript editing.

Conflict of interest. Soldatenko A.V. has been a member of the editorial board of the Journal "Vegetable crops of Russia" since 2017, but had nothing to do with the decision to publish this manuscript. The manuscript passed the journal's peer review procedure. The authors declare no other conflicts of interest.

For citation: Vetrova S.A., Soldatenko A.V., Pinchuk E.V. Beetroot as an element of food security in the Russian Federation. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(5):5-12. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-5-12>

Received: 27.06.2025

Accepted for publication: 25.07.2025

Published: 28.10.2025

 Check for updates

Свёкла столовая как элемент продовольственной безопасности Российской Федерации

**РЕЗЮМЕ**

Овощи являются незаменимыми продуктами растительного происхождения в рационе человека. Большую долю в существующем разнообразии овощных культур составляют столовые корнеплоды, среди которых особую ценность имеет свёкла столовая. Свёкла столовая признана стратегически значимой овощной культурой в Российской Федерации, в связи с чем, в рамках программы импортозамещения, самообеспеченность внутреннего рынка товарной продукции должна составлять не менее 90% от потребностей населения, семенами – не менее 75%. Фактически в промышленном секторе овощеводства за последние десять лет произошло сокращение посевных площадей под этой культурой, однако за счет планомерного прироста урожайности, путем внедрения высокопродуктивных сортов и гибридов и оптимизации технологического процесса, наблюдается увеличение объемов валовых сборов. В целом по стране самообеспеченность товарной продукцией свёклы столовой, с учетом объемов потребления, по сравнению с другими овощными культурами, находится на довольно высоком уровне. Производство семян свёклы столовой в России находится в критической ситуации и удовлетворяет рынок не более чем на 20%, что ставит отечественных товаропроизводителей в зависимость от импорта. Кроме этого, не смотря на высокую стоимость, производители отдают предпочтение иностранным гибридам, что представляет угрозу для продовольственной безопасности страны и способствует устойчивому тренду падения собственного производства товарных семян свёклы столовой. Достижь необходимого уровня самообеспечения семенным материалом не только свёклы столовой, но и других овощных культур возможно, если использовать совместный потенциал отечественной селекционной науки, российских семеноводческих компаний с их опытом работы в зонах мирового производства семян и передовых овощеводческих хозяйств. В рамках Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства запущены проекты государственно-частного партнерства, в результате которых планируется создание и развитие конкурентоспособного фонда оригинального семенного материала отечественных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур; разработка новых сортовых технологий, способствующих внедрению селекционных достижений в товарное производство.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

продовольственная безопасность, импортозамещение, товарная продукция, столовые корнеплоды, свёкла столовая, направления селекции, сорт, гибрид

Beetroot as an element of food security in the Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. Vegetables are essential plant-based foods in the human diet. A large proportion of the existing variety of vegetable crops is made up of beetroot crops, among which beetroot is of particular value. Beetroot is recognized as a strategically important vegetable crop in the Russian Federation, and therefore, within the framework of the import substitution program, the self-sufficiency of the domestic market in commercial products should be at least 90% of the population's needs, and in seeds – at least 75%. In fact, in the industrial sector of vegetable growing over the past ten years, there has been a reduction in the acreage under this crop, however, due to a systematic increase in yields, through the introduction of highly productive varieties and hybrids and optimization of the technological process, there has been an increase in gross yields. In the whole country, the self-sufficiency of marketable beetroot products, taking into account the volume of consumption, compared with other vegetable crops, is at a fairly high level. The production of beetroot seeds in Russia is in a critical situation and satisfies the market by no more than 20%, which makes domestic producers dependent on imports. In addition, despite the high cost, manufacturers prefer foreign hybrids, which poses a threat to the country's food security and contributes to a steady decline in their own production of commercial beet seeds. It is possible to achieve the necessary level of self-sufficiency in seed material not only for beetroots, but also for other vegetable crops, if we use the joint potential of domestic breeding science, Russian seed companies with their experience in global seed production areas and advanced vegetable farms. Within the framework of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture, public-private partnership projects have been launched, as a result of which it is planned to create and develop a competitive fund of original seed material of domestic varieties and hybrids of agricultural crops; the development of new varietal technologies that promote the introduction of breeding achievements in commercial production.

KEYWORDS:

provision food, import substitution, marketable product, root crops, beetroot, the direction selection, hybrid, variety

Овощи являются незаменимыми продуктами растительного происхождения в рационе человека и по пищевой значимости находятся на третьем месте после хлеба и картофеля [1]. Большую долю в существующем разнообразии овощных культур составляют столовые корнеплоды: морковь, свёкла, редис, редька, сельдерей, репа, пастернак и другие. В крупнотоварном овощеводстве представлены две основные культуры: морковь и свёкла столовые [2]. Благодаря сохранности корнеплодов этих культур, без потери питательных свойств в течение длительного зимне-весеннего периода, употребление их в свежем виде в пищу возможно практически до нового урожая (пучковая спелость) [3]. Свёкла столовая, обладает богатым уникальном составом нутриентов, в связи с чем с каждым годом набирает всё большую популярность. В последнее время свёклу активно используют в пищевом производстве: готовые салаты, замороженные супы, чипсы, снеки, заправки для борща, порошки для приготовления смязи, пищевые красители, микрозелень, биологические добавки и многое другое [4]. Кроме этого, свёкла столовая является привлекательной для производителей, так как при

наличии определённой техники практически исключает применение ручного труда, например, по сравнению с капустой белокочанной, которую выращивают через рассаду. Её возделывание возможно с минимальным применением гербицидов (при механической борьбе с сорняками), что позволяет снизить пестицидную нагрузку на посевы и повысить качество производимой продукции, тем самым сделать её более привлекательной и конкурентоспособной с точки зрения реализации [5].

Свёкла столовая признана стратегически значимой овощной культурой в Российской Федерации, и наряду с картофелем, капустой белокочанной, морковью столовой и луком репчатым включена в «борщевой набор», в связи с этим, в рамках программы импортозамещения, самообеспеченность внутреннего рынка товарной продукцией должна быть не менее 90%, семенами – не менее 75% [6]. В соответствии с приказом Министерства здравоохранения РФ №614 от 19 августа 2016 года «Об установлении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевой продукции, отвечающим требованиям здорового питания» норма потребления на человека в год свёклы столовой состав-

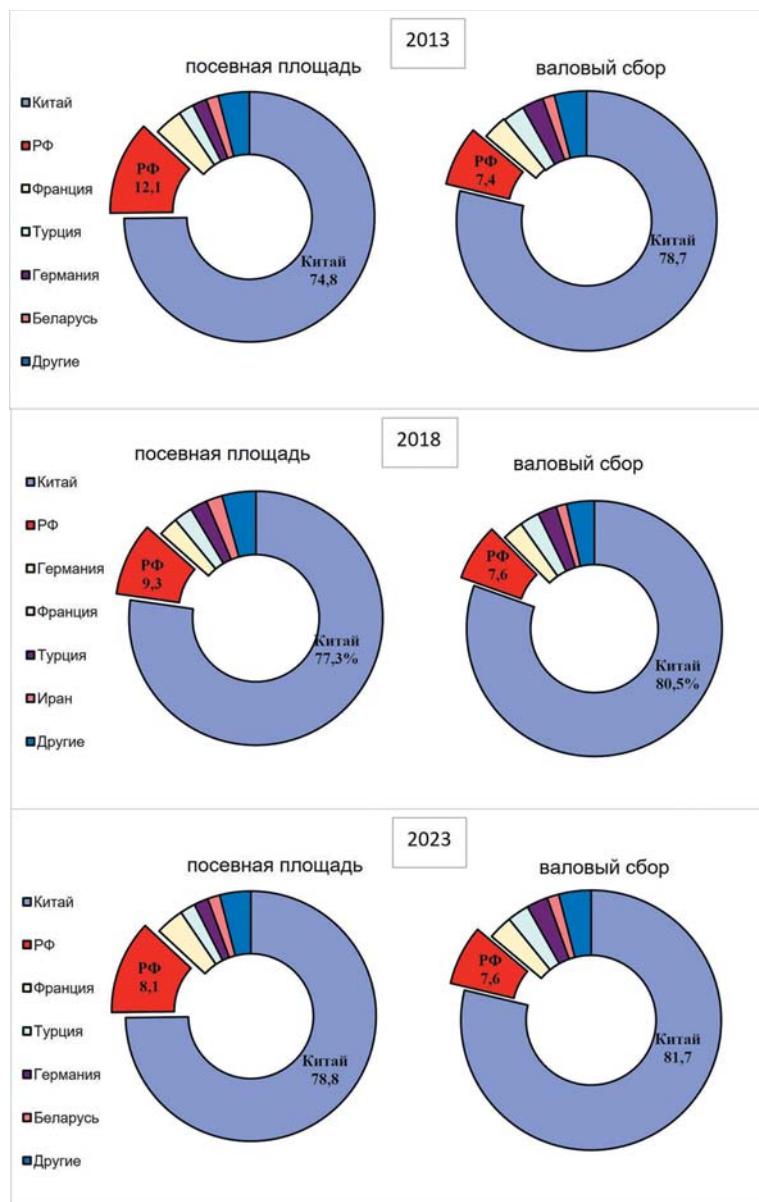


Рис. 1. Структура товарного производства столовых корнеплодов в мире (по данным FAOSTAT)
Fig. 1. The structure of commercial production of table root crops in the world (FAOSTAT)

ляет 18 кг. Исходя из этих нормативов и численности населения, потребность РФ в товарной продукции свёклы столовой приблизительно составляет 2,6 млн. тонн.

Свёкла столовая в структуре товарного производства группы корнеплодных культур. Самообеспеченность товарной продукцией. В мировом объёме товарного производства корнеплодных культур (морковь столовая и турнепс, другие корнеплоды и клубнеплоды) в течение последнего десятилетия Российской Федерации стабильно занимает второе место, существенно уступая Китайской Народной Республике, как по валовым сборам, так и по посевным площадям (рис.1) [7]. В 2023 году посевные площади в РФ, занятые под столовыми корнеплодами, уменьшились на 4% относительно 2013 года и на 1,2% – относительно 2018 года. В тоже время валовые сборы товарной продукции остаются практически на одном и том же уровне, за счет повышения урожайности. Положительная динамика по этому показателю обусловлена прежде всего внедрением в производство сортов и гибридов с повышенной продуктивностью, которые успешно реализуют свой потенциал при выращивании с применением интенсивных технологий в технически и технологически оснащённых сельскохозяйственных предприятиях [8]. Так в 2023 году отмечено увеличение средней урожайности столовых корнеплодов на 2,1 т/га (7%) по сравнению с 2013 годом и на 1,2 т/га (4%) по сравнению с 2018 годом (рис. 2).

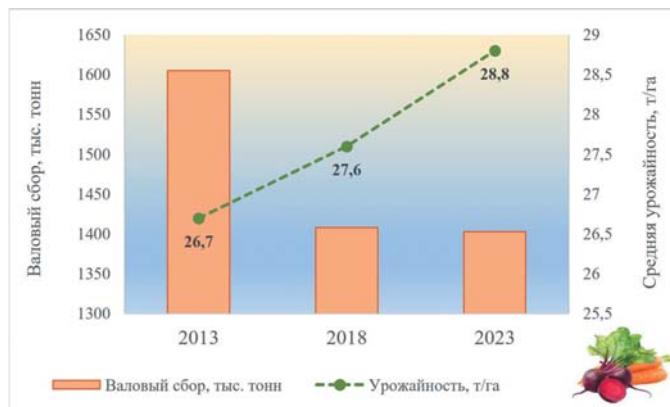


Рис. 2. Динамика валовых сборов и средней урожайности по группе столовых корнеплодов (морковь столовая и турнепс, другие корнеплоды и клубнеплоды) в Российской Федерации (по данным FAOSTAT)

Fig. 2. Dynamics of gross harvests and average yields for the group of table root crops (table carrots and turnips, other root crops and tubers) in the Russian Federation (FAOSTAT)

По развитию производства товарной продукции свёклы столовой в последние годы отмечены схожие тенденции, как и в целом по группе столовых корнеплодов. В промышленном секторе овощеводства (сельхозорганизации и фермерские хозяйства, без учета хозяйств населения) наблюдается сокращение посевных площадей под свёклой столовой с 15,6 тыс. га в 2013 году до 14,3 тыс. га в 2023 году (рис. 3). Несмотря на это, за счет планомерного прироста урожайности (рис. 4), валовые сборы свеклы столовой в 2023 году превысили показатели 2013 года на 23% (90 тыс. тонн) и составляли 393,2 тыс. тонн, однако по сравнению с 2018 годом,

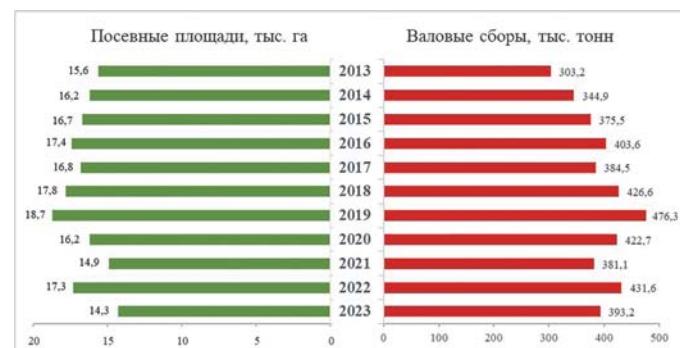


Рис. 3. Посевные площади и валовые сборы свёклы столовой в России в промышленном секторе овощеводства (2013-2023)

Fig. 3. Acreage and gross yields of table beet in Russia in the industrial sector of vegetable growing (2013-2023)

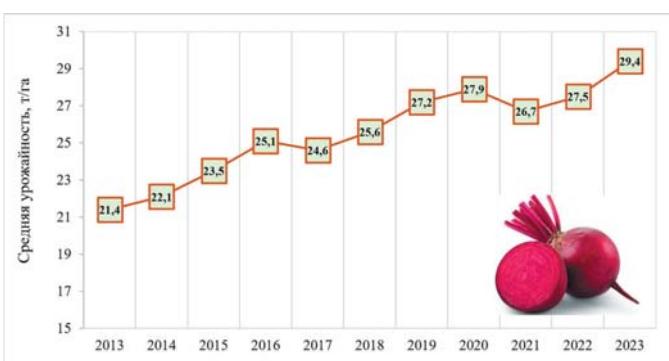


Рис. 4. Средняя урожайность свёклы столовой в промышленном секторе овощеводства РФ (крестьянско-фермерские хозяйства, сельхозорганизации)

Fig. 4. Average yield of table beet in the industrial sector of vegetable growing in the Russian Federation (peasant farms, agricultural organizations)

отмечено снижение объема производства на 8% (33,4 тыс. тонн) (рис. 3) [9].

Территориальное размещение промышленных посевов свёклы столовой определяется почвенно-климатическими условиями, наиболее подходящими для выращивания этой культуры, концентрацией сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, возможностью реализации получаемой продукции. Это в основном Центральный, Южный и Приволжский федеральные округа, где получают порядка 40% валового сбора. Лидерами по объёму производства в последние годы являются Московская, Самарская, Ростовская, Волгоградская, Ленинградская, Омская области, Республика Татарстан (табл. 1) [10]. В хозяйствах Московской и Волгоградской областей с высоким уровнем развития промышленных технологий, в том числе с применением капельного полива, урожайность свёклы столовой достигает 70-80 т/га [11].

Уровень обеспеченности населения свёклой столовой по округам варьирует и с учетом личных подсобных хозяйств населения составляет в пределах 19-100%. Наиболее полно потребность населения в этой культуре, за счёт продукции местного производства, удовлетворена в Южном федеральном округе. Наименьшая

Таблица 1. Основные регионы РФ промышленного выращивания свёклы столовой
Table 1. Main regions of the Russian Federation for industrial beetroot

2018 год		2021 год	
Регион выращивания	Валовый сбор, тыс. тонн / (%)	Регион выращивания	Валовый сбор, тыс. тонн / (%)
Московская область	61,2 (14,3)	Московская область	68,6 (18)
Самарская область	33,2 (7,8)	Самарская область	32,4 (8,5)
Ленинградская область	21,4 (5,0)	Ростовская область	18,6 (4,9)
Краснодарский край	18,4 (4,3)	Волгоградская область	16,4 (4,3)
Республика Татарстан	17,1 (4,0)	Омская область	6,4 (4,3)
Другие	275,3 (64,5)	Другие	228,0 (60)
Всего	426,6 (100)	Всего	381,1 (100)

обеспеченность отмечена в Дальневосточном федеральном округе, поскольку, не смотря на внушительные посевные площади под свёклой столовой, ввиду климатических особенностей региона и других факторов, урожайность в среднем составляет 16-18 т/га [12, 13]. Следует отметить, что в целом по стране самообеспеченность товарной продукцией свёклы столовой, с учётом межрегионального перемещения, по сравнению с другими овощными культурами, находится на довольно высоком уровне. В данном случае имеется ввиду отношение объёма производства к объему потребления в процентном выражении [9]. Несмотря на это, ежегодно в нашу страну поступает импортная продукция свёклы столовой из стран ближнего и дальнего зарубежья. Основными странами-импортерами являются Китай (около 60%), Узбекистан, Азербайджан, Беларусь, Израиль и Казахстан. Поставки свёклы столовой в Россию определяются сезонностью и потребительскими предпочтениями. Даже в условиях достаточного предложения со стороны российских производителей, с апреля по июнь из-за рубежа ввозится свёкла нового урожая, которая по своим качественным характеристи-

кам более привлекательна для покупателя, чем отечественная после длительного хранения [14]. На рисунке 5 представлены объёмы импорта в период с 2016 года по май 2022 года (информация в открытых источниках ограничена этим периодом) на фоне общего объёма валовых сборов в промышленном секторе овощеводства и в личных подсобных хозяйствах населения. Не смотря на активную политику импортозамещения, до 2018 года отмечен рост объёмов импорта свёклы столовой в РФ. В 2019 и 2020 годах произошло снижение ввозимой продукции на 28,4% и 33,3% соответственно относительно предыдущих лет. Что очевидно было связано с увеличением валовых сборов в 2018 и 2019 годах. С 2021 года вновь наблюдалось увеличение объёма ввозимой импортной свёклы, но значительно меньше, чем в период с 2016 по 2019 годы (рис. 5) [9].

Не смотря на импортные поставки, часть товарной продукции свёклы столовой из России экспортируется в другие страны: Украину (до 2020 года), Беларусь, Монголию, Казахстан. Основной объём экспорта приходится на период с октября по апрель, когда предложение отечественной продукции превышает спрос на неё,

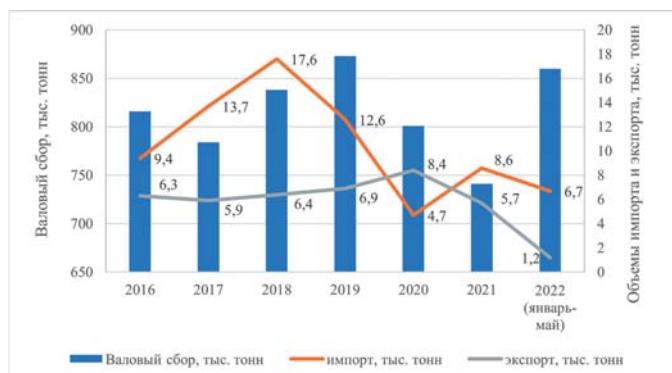


Рис. 5. Объёмы импорта и экспорта на фоне валового сбора товарной продукции свёклы столовой (промышленный сектор и личные подсобные хозяйства) в РФ, (по имеющимся в открытом доступе данным 2016-2022 годов)

Fig. 5. Import and export volumes against the background of the gross harvest of marketable beet products (industrial sector and personal subsidiary farms) in the Russian Federation, (according to publicly available data from 2016-2022)

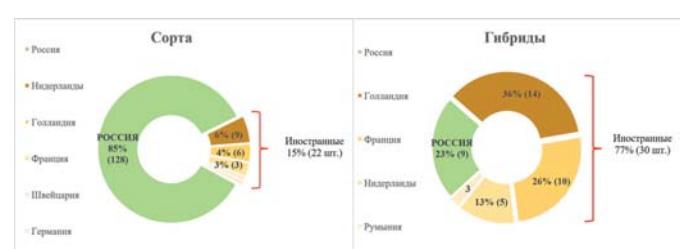


Рис. 6. Структура оригиналаторов сортов и гибридов свёклы столовой, зарегистрированных в Государственном реестре селекционных достижений (2025 год)

Fig. 6. The structure of originators of beetroot varieties and hybrids registered in the State Register of Breeding Achievements (2025)

а цена реализации ниже по сравнению с весенне-летним периодом. До 2020 года наблюдался незначительный, но устойчивый рост экспорта свёклы из России (с 6,3 тыс. тонн в 2016 году до 8,4 тыс. тонн в 2020 году). С 2021 года произошло снижение экспорта, связанное возможно с тем, что ранее основным направлением экспорта свеклы из РФ являлась Украина, что прекратилось в связи с политической обстановкой [9]. Следует отметить, что доля экспорта невелика и составляет 0,8-1,1% от общего объёма валовых сборов, однако распределение этого количества продукции на внутреннем рынке страны, способствовало бы сокращению разницы между фактическим потреблением и рекомендованным нормам [2].

Самообеспеченность семенным материалом свёклы столовой. Одной из наиболее значимых проблем овощеводства является зависимость России от семян зарубежных сортов и гибридов, что обусловлено недостаточной конкурентоспособностью отечественной селекции и семеноводства овощных культур, неудовлетворительной технико-технологической и кадровой оснащенностью сельскохозяйственных организаций для выращивания посадочного материала и производства семян, по сравнению с уровнем современных зарубежных селекционно-семеноводческих центров и компаний [15]. Для овощных культур открытого грунта доля семян импортных сортов и гибридов в настоящее время составляет 50-75% [16, 17]. Собственное производство семян свеклы столовой в России также недостаточно и удовлетворяет рынок не более чем на 20%, что ставит отечественных товаропроизводителей в зависимость от импорта [8].

На 2025 год в «Государственном реестре селекционных достижений» зарегистрировано 146 сортов и 39 гибридов свеклы столовой [18]. Большая доля сортов (85%) отечественной селекции, гибридов – иностранной (77%) (рис. 6).

Для более объективной оценки уровня самообеспеченности семенами свеклы столовой, как и большинства других овощных культур, следует разделять «любительские семена», которые покупают для личных подсобных хозяйств и «профессиональные семена» для выращивания товарной продукции в сельскохозяйственных предприятиях. Поскольку половина посевых площадей, занятых под свеклой столовой, относится к личным подсобным хозяйствам, «любительские пакеты» занимают значительную долю рынка семян этой овощной культуры. В данном сегменте представлено всё разнообразие существующего ассортимента: от многосемянных сортов-космополитов до современных раздельноплодных гибридов. Огородники не предъявляют высоких требований к качеству семян, поэтому российские оригинары селекционных достижений на своей материально-производственной базе или по договоренности с отечественными семеноводческими хозяйствами в состоянии производить небольшие объемы семян для «любительских пакетов», зачастую без калибровки и инкрустации, тем самым обеспечив ЛПХ семенами российской селекции (около 50% требуемого объема).

В промышленном секторе овощеводства, с учётом посевых площадей, занятых под свеклой столовой, потребность в репродукционном семенном материале

ежегодно составляет около 90 тонн [10]. В данном случае, не смотря на высокую стоимость, производители настойчиво отдают предпочтение иностранным технологичным гибридам, семена которых проходят тщательную подготовку к посеву. К примеру, в Московской и Ленинградской областях, доля иностранных гибридов составляет около 90%, что представляет угрозу для продовольственной безопасности страны. Проведение агрессивной политики зарубежных компаний по освоению российского рынка, в условиях недостаточного контроля за импортом семенного материала иностранной селекции со стороны ответственных органов, способствует устойчивому тренду падения собственного производства товарных семян свеклы столовой. Лидирующие позиции на российском рынке среди оригинаров возделываемых иностранных гибридов занимают BEJO ZADEN, SAKATA, HAZERA SEEDS. Следует отметить, что в последние два года отмечается увеличение посевых площадей на юге нашей страны под гибридами российского оригинара «НУТРИТЕХ ЮГ», семеноводство которых также проводится зарубежом. Основными странами, импортирующими семена свеклы столовой в Россию, являются Нидерланды и Франция. Данные за последние годы в разрезе стран-импортеров в открытом доступе отсутствуют, однако на основании информации о популярном среди производителей гибридном сортименте можно предположить, что страновая структура импорта ежегодно практически не изменяется.

Что позволит выйти на должный уровень самообеспеченности семенным материалом свеклы столовой в промышленном секторе овощеводства?

Государство в состоянии ограничить поставку иностранными компаниями на российском рынке семян сортов и гибридов посредством мер таможенного тарифного и нетарифного регулирования [19]. Однако не менее важным представляется усиление работы российских учёных селекционеров в тесной кооперации с сельскохозяйственными организациями по производству товарных семян свеклы столовой с использованием передовых отечественных научных наработок в этом направлении. В России небольшое число оригинаров занимаются селекцией и семеноводством столовых корнеплодов. В рамках программы импортозамещения перед ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», как одним из главных селекционных учреждений нашей страны по овощным культурам, стоит задача создания конкурентоспособных сортов и гибридов свеклы столовой, и привлечения к ним внимания товаропроизводителей. Коллективом лаборатории селекции и семеноводства столовых корнеплодов совместно с лабораториями: репродуктивной биотехнологии в селекции сельскохозяйственных растений, молекулярно-иммuno-логических исследований, молекулярной генетики и цитологии, лабораторно-аналитическим отделом проводится большая работа по созданию сортов-популяций и гетерозисных гибридов, отвечающих современным требованиям, с использованием классических и современных методов, способствующих ускорению селекционного процесса [20-28]. На основе генетически разнообразного исходного материала созданы одно-двусемянные сорта свеклы столовой Любава и Гаспадыня и раздельноплодные – Бордо односемянная и Добриня,

выращивание которых позволяет без прореживания формировать оптимальную густоту стояния, благодаря которой достигается высокий уровень урожайности (60-70 т/га), товарности (95-98%) и высокое качество продукции корнеплодов. Созданы сорта для промышленных технологий Маруся и Красный Бархат, характеризующиеся округлой формой корнеплода с интенсивно окрашенной мякотью, маленькой головкой и тонким осевым корешком, высоким выходом стандартной продукции, способны формировать товарный корнеплод при загущенном посеве. Для поддержания и размножения созданных сортов ежегодно выращивается 80-150 кг оригинальных семян высших репродукций. По направлению гетерозисной селекции создан богатейший линейный материал. В результате скрещивания комбинированно-ценных родительских линий получены прочные гетерозисные гибриды, которые проходят испытание в различающихся условиях выращивания.

Достичь необходимого уровня самообеспечения семенным материалом не только свёклы столовой, но и других овощных культур быстрее и эффективнее, если использовать совместный потенциал отечественной селекционной науки, российских семеноводческих компаний с их опытом работы в зонах мирового производства семян и передовых овощеводческих хозяйств [29]. С 2024 года Федеральный научный центр овощеводства в рамках подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства овощных культур» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы участвует в реализации комплексного научно-технического проекта (КНТП) по капусте белокочанной совместно с индустриальным партнером ООО «Центр Огородник». С 2025 года данный проект расширен за счёт включения ещё двух стратегически значимых овощных культур – свёклы и моркови столовой. В рамках этого проекта выполняется КНТП «Создание

конкурентоспособных сортов и гибридов овощных культур для открытого грунта на территории Московской области с целью импортозамещения». Также на базе Федерального научного центра овощеводства создан Селекционно-семеноводческий центр по приоритетному стратегическому направлению в сельском хозяйстве «Овощные культуры». В результате этих проектов планируется создание и развитие конкурентоспособного фонда оригинального семенного материала отечественных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур; разработка новых сортовых технологий, способствующих внедрению селекционных достижений в товарное производство.

В последние годы в России произошли значительные изменения в процессе регистрации гибридов сельскохозяйственных культур, в том числе и свёклы столовой. Ранее селекционные компании могли подавать заявки только на регистрацию гибридов, не регистрируя отдельно родительские формы и линии. Этот упрощённый подход способствовал ускорению процедуры и увеличению оригиналаторов и их селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации. Сейчас регистрация родительских линий, вносимых в реестр гибридов является обязательной, кроме этого, существует ряд проблем, мешающих внесению родительских форм (линий), ранее включённых в Госреестр гибридов, во ФГИС «Семеноводство», что делает невозможным их размножение [30]. В связи с этим наблюдается тенденция снижения числа зарегистрированных гибридов свёклы столовой. Если в период с 2011 по 2015 годы было включено 18 гибридов, то в 2020-2023 годы уже восемь, а в 2024 году только один российского оригиналатора с регистрацией родительских линий. Это даёт надежду на «котсев» иностранных компаний и «зелёный свет» для оригиналаторов отечественных конкурентоспособных сор-

• Литература

- Пивоваров В.Ф., Солдатенко А.В., Пышная О.Н., Гуркина Л.К., Пинчук Е.В. Продовольственная независимость и технологический суверенитет России в отрасли овощеводства. *Овощи России*. 2024;(3):5-17. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-5-17>
<https://www.elibrary.ru/tweppl>
- Ветрова С.А., Вюртц Т.С., Заячковская Т.В., Степанов В.А. Современное состояние рынка овощных корнеплодов в РФ и пути решения проблемы продовольственной безопасности. *Овощи России*. 2020;(2):16-22. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-16-22>
- Ветрова С.А., Степанов В.А., Заячковский В.А. Экологическое испытание сортов свёклы столовой селекции ФГБНУ ФНЦО. *Овощи России*. 2023;(1):60-68. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-60-68>
<https://www.elibrary.ru/sijrhh>
- Заячковский В.А., Молдован А.И., Терешонок В.И., Харченко В.А., Антошкина М.С., Павлов Л.В., Голубкина Н.А., Степанов В.А. Факторы, влияющие на уровень общей антиоксидантной активности и содержание полифенолов в чипсах из корнеплодов свёклы столовой в процессе приготовления и хранения. *Овощи России*. 2022;(2):36-43. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-36-43>
<https://www.elibrary.ru/ironjn>
- Козарь Е.Г., Ветрова С.А., Енгалычева И.А., Федорова М.И. Оценка устойчивости селекционного материала свёклы столовой к церкоспорозу на фоне эпифитотии в условиях защищенного грунта Московской области. *Овощи России*. 2019;(6):124-132. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-124-132>
<https://www.elibrary.ru/xxchhd>
- Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Москва. 2020. <http://kremlin.ru/acts/news/62627> (дата обращения 1.06.2025)
- Внесение данных в ФАОСТАТ | Лаборатория данных ФАО | Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (дата обращения 01.04.2025)
- Солдатенко А.В., Аварский Н.Д. Технологическая оснащенность производства овощных культур в России. *Овощи России*. 2025;(1):92-101. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-1-92-101>
<https://www.elibrary.ru/hrwify>
- <https://ab-centre.ru/news/rossiyskiy-rynek-stolovoy-svekly-klyuchevye-tendencii?ysclid=mcxfgp6cr2251864024> (дата обращения 01.04.25)
- Ветрова С.А., Солдатенко А.В., Новиков И.В., Степанов В.А., Заячковский В.А. Рентабельность товарного семеноводства свёклы столовой при различных способах производства. *Овощи России*. 2025;(4):33-41. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-4-33-41>
<https://www.elibrary.ru/yuyaom>
- Солдатенко А.В., Пивоваров В.Ф., Разин А.Ф., Шатилов М.В., Разин О.А., Россинская О.В., Башкиров О.В. Проблемы производства конкурентной овощной продукции. *Овощи России*. 2019;(1):3-7.

- <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-3-7>
<https://www.elibrary.ru/hewhwk>
12. Разин А.Ф., Шатилов М.В., Мещерякова Р.А., Сурихина Т.Н., Разин О.А., Телегина Г.А. Овощи борщевой группы в России. *Картофель и овощи*. 2019;(10):10-13. <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.37.28.009>
<https://www.elibrary.ru/nlgsbb>
13. Солдатенко А.В., Разин А.Ф., Шатилов М.В., Иванова М.И., Разин О.А., Россинская О.В., Башкиров О.В. Межрегиональный обмен в контексте выравнивания потребления овощей в субъектах федерации. *Овощи России*. 2018;(6):41-46. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-41-46> <https://www.elibrary.ru/vnppvis>
14. Сатурн-2, картофель оптом, картофель в розницу, Алтайский край, свекла, свёкла, морковь, Сатурн 2 - официальный сайт, Статьи (дата обращения 30.03.2025)
15. Алексеев К.И. Мельников А.Б., Новоселов Э.А. и др. Современное состояние технико-технологического обеспечения селекции и семеноводства овощных культур и картофеля. *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2024;7(113):43-55.
<https://doi.org/10.33938/247-43> <https://www.elibrary.ru/ajfftj>
16. Бутов И.С. Овощеводство России: итоги 2022 года. *Картофель и овощи*. 2023;(5):3-6.
17. Сирота С.М., Козарь Е.Г., Николаев Ю.Н. Состояние семеноводства овощебахчевых культур в РФ. *Овощи России*. 2017;2(35):7-13.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-2-44-48>
<https://www.elibrary.ru/ykodlr>
18. Реестр достижений (дата обращения: 03.04.25)
19. Серёгин С.Н., Тактарова С.В. Основные направления развития семеноводства сахарной свеклы в России. Экономика российского села: вчера, сегодня, завтра. Труды Международной научно практической конференции, посвященной 90-летию ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ. М.: ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ; 2021. С. 320-327.
20. Ветрова С.А., Козарь Е.Г., Мухина К.С., Заячковский В.А. Патогенность московского изолята *Pseudomonas syringae* pv. Aptata в отношении культуры свеклы столовой. *Достижения науки и техники АПК*. 2024;38(10):63-69.
https://doi.org/10.53859/02352451_2024_38_10_63
<https://www.elibrary.ru/ohbhia>
21. Ветрова С.А., Козарь Е.Г., Федорова М.И. Морфобиологические особенности генеративных органов фертильных и стерильных растений свеклы столовой и их изменчивость в результате самоопыления (обзор). *Овощи России*. 2023;(3):16-23. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-16-23> <https://www.elibrary.ru/nheyte>
22. Ветрова С.А., Козарь Е.Г., Енгалычева И.А., Мухина К.С. Скрининг селекционных линий свеклы столовой по устойчивости к фомозу. *Таврический вестник аграрной науки*. 2023;4(36):38-50.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10276686> <https://www.elibrary.ru/fibqxb>
23. Ветрова С.А., Козарь Е.Г., Федорова М.И. Ускорение селекционного процесса для создания линейного материала свеклы столовой. *Овощи России*. 2019;1(45):29-36. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-29-36> <https://www.elibrary.ru/fhksep>
24. Fedorova M.I., Kozar E.G., Vetrova S.A., Zayachkovskyi V.A., Stepanov V.A. Factors to affect inbred beet plants while developing material for linear selection. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019;23(4):439-447. <https://doi.org/10.18699/VJ19.512>
<https://www.elibrary.ru/kfnmat>
25. Степанов В.А., Федорова М.И., Ветрова С.А., Заячковский В.А., Заячковская Т.В., Вюртц Т.С. Новый сортимент для селекции овощных корнеплодов и технологии его поддержания. *Овощи России*. 2018;(2):28-31. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-28-31>
<https://www.elibrary.ru/uquubpc>
26. Заячковская Т.В. Влияние температурного режима культивирования семяпочек свеклы столовой на индукцию гиногенеза *in vitro*. В сборнике: Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях меняющегося климата. Материалы Международной научно-практической конференции. ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РИСА»; 2023. С. 51-55. <https://doi.org/10.33775/conf-2023-51-55>
<https://www.elibrary.ru/vqmxcr>
27. Заячковский В.А., Молдован А.И., Терешонок В.И., Харченко В.А., Антошина М.С., Павлов Л.В., Голубкина Н.А., Степанов В.А. Факторы, влияющие на уровень общей антиоксидантной активности и содержание полифенолов в чипсах из корнеплодов свеклы столовой в процессе приготовления и хранения. *Овощи России*. 2022;(2):36-43.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-36-43>
<https://www.elibrary.ru/ironjn>
28. Заячковская Т.В., Минейкина А.И., Кан Л.Ю., Заячковский В.А., Домбладес Е.А. Разработка элементов технологии получения удвоенных гаплоидов свеклы столовой. В книге: Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии. Сборник тезисов докладов 21-ой Всероссийской молодежной научной конференции. Конференция посвящается памяти академика РАСХН Георгия Сергеевича Муромцева. Москва; 2021. С. 97-98. <https://www.elibrary.ru/ctszi>
29. Литвинов С.С., Клименко Н.Н., Арутюнов С.С. Селекция и семеноводство – основа возрождения товарного овощеводства в России. *Картофель и овощи*. 2013;3:2-4. <https://www.elibrary.ru/pxvirp>
30. <https://nsal.ru/tpost/z7vpdxsr1-vnesenie-vo-fgis-semenovodstviroditelsk> (дата обращения 15.06.2025г.)

• References

1. Pivovarov V.F., Soldatenko A.V., Pyshnaya O.N., Gurkina L.K., Pinchuk E.V. Food independence and technological sovereignty of Russia in the vegetable growing sector. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(3):5-17. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-5-17>
<https://www.elibrary.ru/tweppl>
2. Vetrova S.A., Vjurts T.S., Zayachkovskaya T.V., Stepanov V.A. Current state of the vegetable root crop market in the Russian Federation and ways to solve the problem of food security. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(2):16-22. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-16-22> <https://www.elibrary.ru/frzyol>
3. Vetrova S.A., Stepanov V.A., Zayachkovsky V.A. Ecological testing of varieties beetroot selection of FSBSI FSVC. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(1):60-68. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-60-68> <https://www.elibrary.ru/sijrhh>
4. Zayachkovsky V.A., Moldovan A.I., Tereshonok V.I., Kharchenko V.A., Antoshkina M.S., Pavlov L.V., Golubkina N.A., Stepanov V.A. Factors affecting total antioxidant activity and polyphenol content in beet root chips during production and storage. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(2):36-43. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-36-43>
<https://www.elibrary.ru/ironjn>
5. Kozar E.G., Vetrova S.A., Engalycheva I.A., Fedorova M.I. Evaluation of the resistance of the breeding material beetroot to Cercospora amid epiphytoty in greenhouses the Moscow region. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(6):124-132. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-124-132> <https://www.elibrary.ru/xxchhd>
6. <http://kremlin.ru/acts/news/62627> (date of request 01.06.2025)
7. <https://www.fao.org/datalab/filling-data-gaps/filling-faostat/ru> (date of request 04.01.2025)
8. Soldatenko A.V., Avarskaia N.D. Technical and technological equipment of vegetable crops production in Russia. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(1):92-101. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-1-92-101> <https://www.elibrary.ru/hrwify>
9. <https://ab-centre.ru/news/rossiyskiy-rynok-stolovoy-svekly-klyuchevye->

- tendencii?ysclid=mcxfgp6cr2251864024 (date of request 01.04.25)
10. Vetrova S.A., Soldatenko A.V., Novikov I.V., Stepanov V.A., Zayachkovsky V.A. Profitability of commercial beetroot seed production in various production methods. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(4):33-41. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-4-33-41>
- <https://www.elibrary.ru/yuyaom>
11. Soldatenko A.V., Pivovarov V.F., Razin A.F., Shatilov M.V., Razin O.A., Rossinskaya O.V., Bashkirov O.V. Problems of production of competitive vegetable products. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(1):3-7. (In Russ.)
- <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-3-7>
- <https://www.elibrary.ru/hewhwk>
12. Razin A.F., Shatilov M.V., Meshcheryakova R.A., Surikhina T.N., Razin O.A., Telegina G.A. Vegetables of the borscht group in Russia. *Potato and vegetables*. 2019;(10):10-13. (In Russ.)
- <https://doi.org/10.25630/PAV.2019.37.28.009>
- <https://www.elibrary.ru/nlgsbb>
13. Soldatenko A.V., Razin A.F., Shatilov M.V., Ivanova M.I., Razin O.A., Rossinskaya O.V., Bashkirov O.V. Interregional exchange in the context of the alignment of the consumption of vegetables in subjects of the Russian Federation. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(6):41-46. (In Russ.)
- <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-41-46>
- <https://www.elibrary.ru/vnpvis>
14. https://www.saturn22.ru/publ/interesnoe/import_stolovoj_svekly_v_ros_siju_faktor_sezonnosti/5-1-0-358 (accessed 30.03.2025)
15. Alekseev K.I. Melnikov A.B., Novoselov E.A., etc. The current state of technical and technological support for the breeding and seed production of vegetable crops and potatoes. *Economics, labor, management in agriculture*. 2024;7(113):43-55. (In Russ.) <https://doi.org/10.33938/247-43>
- <https://www.elibrary.ru/ajfftj>
16. Butov I.S. Vegetable growing in Russia: the results of 2022. *Potatoes and vegetables*. 2023;(5):3-6.
17. Sirota S.M., Kozar E.G., Nikolaev J.N. The current state of seed production of vegetables and gourds in Russian Federation; national food safety. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(2):7-13. (In Russ.)
- <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-2-44-48>
- <https://www.elibrary.ru/ykodlr>
18. <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionsionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/> (accessed: 04.03.25)
19. Seregin S.N., Taktarova S.V. The main directions of development of sugar beet seed production in Russia. The economy of the Russian countryside: yesterday, today, tomorrow. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the FSBI FNC VNIIESH. Moscow: FSBI FNC VNIIESH; 2021. pp. 320-327. (In Russ.)
20. Vetrova S.A., Kozar E.G., Mukhina K.S., Zayachkovsky V.A. Pathogenicity of the Moscow isolate *Pseudomonas syringae* pv. *aptata* in relation to the beet culture of the canteen. *Achievements of science and technology of the agroindustrial complex*. 2024;38(10):63-69.
- https://doi.org/10.53859/02352451_2024_38_10_63 (In Russ.)
- <https://www.elibrary.ru/ohbhia>
21. Vetrova S.A., Kozar E.G., Fedorova M.I. Morphobiological features of generative organs of fertile and sterile table beet plants and their variability as a result of self-pollination (review). *Vegetable crops of Russia*. 2023;(3):16-23. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-16-23>
- <https://www.elibrary.ru/nheyte>
22. Vetrova S.A., Kozar E.G., Engalycheva I.A., Mukhina K.S. Screening of beet breeding lines for resistance to fomosis. *The Tauride Bulletin of Agrarian Science*. 2023;4 (36):38-50. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10276686>
23. Vetrova S.A., Kozar E.G., Fedorova M.I. Acceleration of the breeding process to create a linear material of red beet. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(1):29-36. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-1-29-36>
- <https://www.elibrary.ru/fhksep>
24. Fedorova M.I., Kozar E.G., Vetrova S.A., Zayachkovsky V.A., Stepanov V.A. Factors to affect inbred beet plants while developing material for linear selection. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019;23(4):439-447. <https://doi.org/10.18699/VJ19.512>
- <https://www.elibrary.ru/kfnmat>
25. Stepanov V.A., Fedorova M.I., Vetrova S.A., Zayachkovsky V.A., Zayachkovskaya T.V., Vjurts T.S. A new assortment for the selection of root vegetable, and technology maintenance. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(2):28-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-28-31>
- <https://www.elibrary.ru/uqubpc>
26. Zayachkovskaya T.V. The influence of the temperature regime of the cultivation of beet seeds on the induction of gynogenesis *in vitro*. In the collection: Sustainable development of agriculture in a changing climate. Materials of the International Scientific and Practical Conference. FEDERAL STATE BUDGETARY BUDGETARY INSTITUTION "FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF RICE"; 2023. PP. 51-55. (In Russ.)
- <https://doi.org/10.33775/conf-2023-51-55>
- <https://www.elibrary.ru/vqmxcr>
27. Zayachkovsky V.A., Moldovan A.I., Tereshonok V.I., Kharchenko V.A., Antoshkina M.S., Pavlov L.V., Golubkina N.A., Stepanov V.A. Factors affecting total antioxidant activity and polyphenol content in beet root chips during production and storage. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(2):36-43. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-36-43>
- <https://www.elibrary.ru/ironjn>
28. Zayachkovskaya T.V., Mineikina A.I., Kan L.Yu., Zayachkovsky V.A., Domblides E.A. Development of technology elements for the production of doubled beetroot haploids. In the book: Biotechnology in crop production, animal husbandry and agricultural microbiology. Collection of abstracts of the 21st All-Russian Youth Scientific Conference. The conference is dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Fine Arts Georgy Sergeevich Muromtsev. Moscow; 2021. Pp. 97-98. (In Russ.)
- <https://www.elibrary.ru/ctszi>
29. Litvinov S.S., Klimenko N.N., Arustamov S.S. Breeding and seed production are the basis for the revival of commercial vegetable growing in Russia. *Potato and vegetables*. 2013;(3):2-4. (In Russ.)
- <https://www.elibrary.ru/pxvirp>
30. <https://nsal.ru/tpost/z7vpdxsr1-vnesenie-vo-fgis-semenovodstvo-roditelsk> (date of request 15.06.2025)

Об авторах:

Светлана Александровна Ветрова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярно-иммунологических исследований, <https://orcid.org/0000-0002-9897-0413>, SPIN-код: 9887-1667, автор для переписки, lana-k2201@mail.ru

Алексей Васильевич Солдатенко – доктор с.-х. наук, академик РАН, главный научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-9492-6845>, SPIN-код: 7900-4819, alex-soldat@mail.ru

Елена Владимировна Пинчук – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики и цитологии, <https://orcid.org/0000-00030824-8864>, SPIN-код: 4669-6410, techh620@yandex.ru

About the Authors:

Svetlana A. Vetrova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of the Laboratory Molecular Immunological Research, <https://orcid.org/0000-0002-9897-0413>, SPIN-code: 9887-1667, Corresponding Author, lana-k2201@mail.ru

Alexey V. Soldatenko – Dr. Sci. (Agriculture), Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-9492-6845>, SPIN-code: 7900-4819, alex-soldat@mail.ru

Elena V. Pinchuk – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher at the laboratory of molecular genetics and cytology, <https://orcid.org/0000-00030824-8864>, SPIN-code: 4669-6410, techh620@yandex.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-13-20>
УДК: 635.649:631.527.56

Е.В. Шумилова*, С.В. Королёва

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр риса»
350921, Россия, г. Краснодар,
п. Белозерный, д. 3

*Автор для переписки:
79186778737agro@gmail.com

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

Вклад авторов: Е.В. Шумилова: методология, формальный анализ, проведение исследования, создание черновой рукописи, создание рукописи и её редактирование; С. В. Королёва: концептуализация, руководство исследованием, создание рукописи и её редактирование.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Шумилова Е.В., Королёва С.В. Влияние температурного режима на проявление стерильности у ЦМС-линии перца сладкого. *Овощи России*. 2025;(5):13-20.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-13-20>

Поступила в редакцию: 14.05.2025

Принята к печати: 12.08.2025

Опубликована: 28.10.2025

Ekaterina V. Shumilova*, Svetlana V. Koroleva

Federal State Budgetary Scientific Institution
“Federal Scientific Rice Centre”
3, Belozerny village, Krasnodar, Russian
Federation, 350921

***Correspondence Author:**
79186778737agro@gmail.com

Funding: The study was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, grant No. 075-15-2025-574.

Authors' Contribution: E.V. Shumilova: methodology, formal analysis, investigation, writing – original draft, writing – review and editing; S.V. Koroleva: conceptualization, supervision, writing – review and editing.

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

For citation: Shumilova E.V., Koroleva S.V. The effect of the temperature regime on the manifestation of sterility in the CMS line of sweet pepper. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(5):13-20. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-13-20>

Received: 14.05.2025

Accepted for publication: 12.08.2025

Published: 28.10.2025



Влияние температурного режима на проявление стерильности у ЦМС-линии перца сладкого



РЕЗЮМЕ

Актуальность. С течением лет наблюдается тенденция роста производства товарных плодов сладкого перца на территории России, как в защищенных, так и открытых грунтах. Однако отечественное семеноводство на сегодняшний день не производит достаточное количество качественных гибридных семян перца сладкого. Использование в семеноводстве гибридов F₁ цитоплазматической мужской стерильности и ведение гибридизации в условиях защищенного грунта позволяет повысить рентабельность производства и произвести качественный семенной материал. Существует проблема при работе с некоторыми ЦМС – линиями: под влиянием слабо контролируемых факторов среды (в частности, ночной температуры) такие линии могут образовывать фертильные цветки, самоопыляться и производить потомство с нестандартной гибридностью, тем самым снижая гетерозисный потенциал гибридного поколения.

Цель исследования. Изучить влияние ночной температуры на проявление стерильности у нестабильной по этому признаку ЦМС – линии перца сладкого.

Материалы и методы. Опыт проводился в 2024-2025 годах на базе отдела овощеводства и лаборатории биотехнологии и молекулярной биологии ФГБНУ «ФНЦ риса» в условиях камеры искусственного климата с разделением исследуемого материала на два варианта опыта: 1 – ночная температура менее 18°C, 2 – ночная температура более 18°C. Материал исследования – подверженная влиянию температурного фактора ЦМС – линия ms Янт 85. В опыте проводили следующие учеты и наблюдения: измерение длины бутонов по порядкам ветвления в мм с фиксацией стадии развития бутона; визуальная оценка стерильности и фертильности цветков по порядкам ветвления; микроскопический анализ стерильных и фертильных цветков; по мере образования и созревания плодов подсчитывалось количество завязавшихся семян.

Результаты. Проведенное исследование выявило тенденцию проявления стерильности и фертильности на подверженной влиянию температурного фактора ЦМС – линии. Так, ночная температура менее 18°C в первом варианте опыта, которая сохранялась на протяжении всего цветения по ярусам вплоть до шестого порядка, повлияла на образование фертильных цветков, с последующим образованием плодов на части исследуемых растений. Во втором варианте опыта установленная ночная температура более 18 °C повлияла на образование, в основном, стерильных цветков.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

перец сладкий, гибрид первого поколения, семеноводство, цитоплазматическая мужская стерильность, температурный фактор, стерильность, фертильность, камера искусственного климата

The effect of the temperature regime on the manifestation of sterility in the CMS line of sweet pepper

ABSTRACT

Relevance. Over the years, there has been a growing trend in the production of commercial sweet pepper fruits in Russia, both in protected and open ground. However, the domestic seed industry currently does not produce enough high-quality hybrid sweet pepper seeds. The use of cytoplasmic male sterility F₁ hybrids in seed production and hybridization in protected soil conditions makes it possible to increase the profitability of production and produce high-quality seed material. There is a problem when working with some CMS lines: under the influence of poorly controlled environmental factors (in particular, temperature) Such lines can form fertile flowers, self-pollinate and produce offspring with non-standard hybridity, thereby reducing the heterotic potential of the hybrid generation.

The purpose of the study. To study the effect of the temperature regime on the manifestation of sterility in the CMS line of sweet pepper, which is unstable for this reason.

Materials and Methods. The experiment was conducted in 2024-2025 on the basis of the Department of vegetable growing and the Laboratory of Biotechnology and molecular Biology of the Federal State Budgetary Budgetary Institution "FNC Rice" in an artificial climate chamber with the separation of the studied material into two experimental variants: 1 – night temperature less than 18°C, 2 – night temperature more than 18°C. The research material is a temperature-affected CMS line ms Yant 85. In the experiment, the following calculations and observations were carried out: measuring the length of buds in branching orders in mm with the stage of bud development fixed; visual assessment of the sterility and fertility of flowers by branching order; microscopic analysis of the sterility and fertility of flowers, as the fruits formed and matured, the number of seeds that had set was calculated.

Results. The conducted research revealed a tendency of sterility and fertility on the temperature-affected CMS line. Thus, the night temperature of less than 18 °C in the first version of the experiment, which persisted throughout the entire flowering in tiers up to the sixth order, affected the formation of fertile flowers, followed by the formation of fruits on parts of the studied plants. In the second version of the experiment, the established night temperature of more than 18°C affected the formation of mostly sterile flowers. **Keywords:** sweet pepper, first-generation hybrid, seed production, cytoplasmic male sterility, temperature factor, sterility, fertility, artificial climate chamber.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

перец сладкий, гибрид первого поколения, семеноводство, цитоплазматическая мужская стерильность, температурный фактор, стерильность, фертильность, камера искусственного климата

Введение

Из года в год производство товарных плодов перца сладкого (*Capsicum annuum* L.) на территории России увеличивается. Статистика говорит о возрастающем интересе производителя к этой культуре: питательная ценность, витаминный состав, характерный вкус, разнообразие биотипов и сортовых вариаций по форме и окраске плода, - эти, и не только, характеристики делают перец сладкий интересной товарной культурой, которая занимает свою нишу на рынке [1-3].

Сегодня производители товарных плодов предпочитают возделывать гетерозисные гибриды, раскрытие генетического потенциала которых даёт заметный экономический эффект при выращивании и реализации продукта: ранеспелость, ранняя и дружная отдача урожая, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам среды [4-6].

В Государственном реестре селекционных достижений зарегистрировано 458 наименований гибридов первого поколения перца сладкого, которые классифицируются по срокам созревания, условиям выращивания, форме плода и регионам возделывания. Диапазон существующих достижений позволяет удовлетворить потребности, как производителей, так и потребителей товарных плодов [7].

Однако существует проблема обеспечения производителя достаточным объёмом качественных гибридных семян перца сладкого. На территории России нет специализированных семеноводческих хозяйств овощных культур, а то количество семян, которое производится оригиналаторами – настолько мало, что даже не учитывается статистикой. Семена импортной селекции отличаются своей дороговизной и затраты на них составляют существенную долю расходов на возделывание перца сладкого [8].

Гибридное семеноводство перца сладкого достаточно трудоемкое дело, так как большая часть манипуляций производится вручную. Если мы говорим о семеноводстве на фертильной основе, то обязательная к выполнению процедура – кастрация (удаление фертильных тычинок), – во-первых, это манипуляция крайне утомительна, а, во-вторых, требует сноровки и бережного отношения к цветку, так как повреждение пестика свидет на нет всю проводимую перед этим работу; так же не исключено самоопыление материнской линии и снижение гибридности потомства.

Если мы говорим о семеноводстве на стерильной основе, то здесь существует ряд подходов: использование линий с ех-мутацией, ЯЦМС и ЦМС. Каждая основа имеет свои плюсы и минусы [9-11].

Ведение семеноводства гибридов первого поколения перца сладкого на базе материнских линий с ЦМС даёт ряд экономических и практических преимуществ [12]. Но существует главная проблема, которая беспокоит селекционеров, работающих с ЦМС, – нестабильное проявление стерильности на некото-

рых материнских линиях в течение вегетации. Проявление фертильности на ЦМС – линиях создает риск снижения гибридности потомства и появление в гибридном поколении растений, полученных от самоопыления материнского компонента гибридизации. Такие линии чувствительны к температурным условиям (ночная температура) возделывания. Под влиянием низких ночных температур (менее 18°C) они образуют фертильных цветки. Мировая практика селекционного процесса исключает такие линии из работы, если не удается методами отборов и повторяющихся беккроссов стабилизировать проявление стерильности. Такой подход ведет к браковке ценного по ОКС и СКС генетического материала, так как с экономической точки зрения не целесообразно его использование в массовом гибридном семеноводстве.

Однако существуют некоторые подходы при работе с нестабильной стерильностью, при этом, решающий фактор стабилизации – температурный фактор. Рядом авторов установлено, что ночные температуры менее 17°C оказывают влияние на проявление стерильности у ЦМС – линий перца сладкого, кроме этого, использование в схеме размножение материнских линий закрепителей стерильности приводит к накоплению QTL-генов, которые играют роль в частичном завязывании семян, в том числе под влиянием пониженных ночных температур [13]. Если в скрещивании задействован стабильный материнский компонент с ЦМС, то без учета температурных условий можно не сомневаться в степени гибридности потомства от такой линии. Напротив, работа с нестабильным проявлением ЦМС, подверженной влиянию среды и действию генов-модификаторов, требует строгого соблюдения температурных условий скрещивания, иначе будет получено потомство, которое не соответствует принятому стандарту: гибридность 98 % и более [14]. Так, исследование, проведенное в камере искусственного климата в 2020 году, выявило, что высокие температуры в световую фазу (26...28°C) и низкие температуры в темновую фазу (14...16°C) повлияли на периодичность формирования стерильных и фертильных цветков на линии с нестабильной ЦМС. Пересадка растений в весеннюю теплицу и наблюдения до второй декады июня показало, что соотношение фертильных и стерильных цветков на линии с нестабильной ЦМС увеличилось в сторону стерильных, что, предположительно, связано с высокими ночных температурами в теплице: от 19 до 22°C [15].

Так же интерес представляют опыты, связанные с изучением гибридности потомства, которое получено от скрещиваний на различных порядках ветвления семенного куста линии с нестабильным проявлением стерильности. При стандартных сроках посадки опытных растений в весеннюю пленочную теплицу были получены такие данные: наибольший показатель гибридности получен с четвертого порядка ветвления материнской линии – 100 %, наименьший показатель гибридности

Таблица 1. Стадии развития цветка перца сладкого, связанные с развитием микроспор, длиной бутона и днями до цветения (при температуре 25/21°C)
Table 1. Stages of sweet pepper flower development related to microspore development, bud length and days before flowering (at a temperature of 25/21°C)

Стадия развития бутона	Длина бутона, мм	Стадии микроспорогенеза	Дни до цветения
1	Менее 2,5	Премейотическая, различные фазы мейоза	14-17
2	3,0-4,0	Образование и растворение тетрад	9-13
3	4,5-6,5	Молодая свободная микроспора	6-8
4	7,0-8,0	Созревание микроспоры, утолщение оболочки	3-5
5	8,5-11,0	Митоз пыльцевых зерен, оболочка утолщенная, темная	1-2

получен от материнских растений, цветки которых не нормировались при скрещивании – 69 %; при этом, уровень гибридности на первом, втором и третьем порядках составлял 91,0 %, 96,2 %, 93 %, соответственно, что ниже принятого стандарта – 98,0 % [16]. Таким образом, наблюдается тенденция увеличения гибридности потомства в связи с повышением средней суточной температуры и качественным вкладом ночных температур (более 18-19°C) во время гибридизации.

В связи с приведенными выше наблюдениями важно понять существенность влияния ночных температур на конкретные ЦМС – линии, а так же выявить стадии развития бутонов перца сладкого, чувствительные к данному фактору.

В литературе выделяют пять стадий развития цветка перца сладкого, причем, достоверно известно, что длина бутона тесно связана с фазами развития микроспор (см. табл. 1) [17].

В приведенном исследовании установлено, что в контролируемых условиях завязывание плодов на опытных сортах перца сладкого снижалось, когда цветки были подвержены влиянию высоких дневной и ночной температуры (34/ 21 °C) на стадиях 1 и 4-5 (мейоз и позднее развитие цветка, соответственно).

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.

Таким образом, возможно за счет генетически обусловленной мужской стерильности и контроля внешних условий (в частности, ночной температуры) стабилизировать стерильность у подверженных влиянию температуры ЦМС – линий.

В связи с вышеизложенными данными, цель исследования – изучить влияние температурных условий на проявление стерильности у нестабильной по этому признаку ЦМС - линии перца сладкого.

Материалы и методика проведения исследований

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

Семена исследуемого материала перца сладкого (ms Янт 85) предварительно замачивали в 1 % растворе перманганата калия и прогревали при температуре 40°C в течение 3 часов. Обработанные таким образом семена оставляли при температуре 22-24°C до момента наклевывания единичных семян. Посев проклонувшихся семян проводился 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 – 25/17°C). Проводилась фиксация единичных – 18.11, и массовых – 19.11, всходов. Начиная с появления у растений 1-2 настоящих листьев, проводилась подкормка Террафлексом каждые 4-5 дней из расчета 30 г препарата на 10 л воды. Пересадка растений в горшки объемом 5 л проводилась в фазе 4-5 листьев. В качестве субстрата использовался универсальный торфяной грунт Агробалт с добавлением гранулированного органического удобрения «Конский перегной». После пересадки растений горшки расставлялись согласно вариантам опыта по 10 растений в каждом. В опыте использовалась ЦМС – линия 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 удалялись. В период вегетации линии проводилась двукратная листовая подкормка препаратом Спарк-Виридов из расчета 60 мл препарата на 10 л воды. Пятнадцатого января в камеру искусственного климата, которая предназначалась для обеспечения температурных условий второго варианта опыта, установлен кварцевый обогреватель для поддержания необходимой в опыте ночной температуры (более 18°C).

Каждую неделю проводились следующие наблюдения и анализы: фиксация ночной и дневной температуры проводилась ежедневно; измерение длины бутона по порядкам ветвления в мм с фиксацией стадии развития бутона; визуальная оценка стерильности и fertильности цветков по порядкам ветвления (рис. 2); микроскопический анализ стерильных и fertильных цветков. Подготовка к микроскопическому анализу проводилась следующим образом: за сутки до манипуляции брали исследуемый материал, зафиксировав порядок ветвления и стадию развития цветка. Изъятый материал помещался в холодильную камеру на сутки, температура содержания – 4-6°C. Микроскопический анализ проводился согласно рекомен-



*Рис. 1. Вегетирующие растения ЦМС – линий перца сладкого в камере искусственного климата, 2025 год
Fig. 1. Vegetative plants of sweet pepper CMS lines in an artificial climate chamber, 2025*



Рис. 2. Стерильный (слева) и фертильный (справа) цветки нестабильной ЦМС – линии перца сладкого, 2025 год
Fig. 2. Sterile (left) and fertile (right) flowers of the unstable CMS line of sweet pepper, 2025

дациям: методами йодного и ацитокарминового окрашивания при помощи микроскопа [18]. В поле зрения микроскопа детектировали количество пыльцы, цвет, форму и выполненностю окрашенного материала. Таким образом, фиксировали факт стерильности или фертильности исследуемой пыльцы. По мере образования и созревания плодов подсчитывалось количество завязавшихся семян. Отбор материала и микроскопический анализ осуществлялся до шестого порядка ветвления ЦМС – линии.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследование чувствительности ЦМС - линий к температурным условиям выращивания обусловлено дестабилизацией стерильности в течение вегетации под влиянием низких (менее 18°C)очных температур. Следствие влияния данного фактора – появление фертильных цветков и снижение гибридности потомства из-за самоопыления материнского компонента скрещивания. Данные о максимальных и минимальных температурах в опыте представлены на рис. 3.

Инициация и развитие одиночных цветков перца сладкого на ярусе происходит не единовременно, в связи с этим, в зависимости от разныхочных температур, влияющих на конкретный цветок (1 фазу 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 опыта выходила за пределы допустимого для конкретного варианта.

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

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

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

Динамика развития бутонов по вариантам опыта представлена в табл. 2 и 3. Фиксация длины бутонов проводилась со

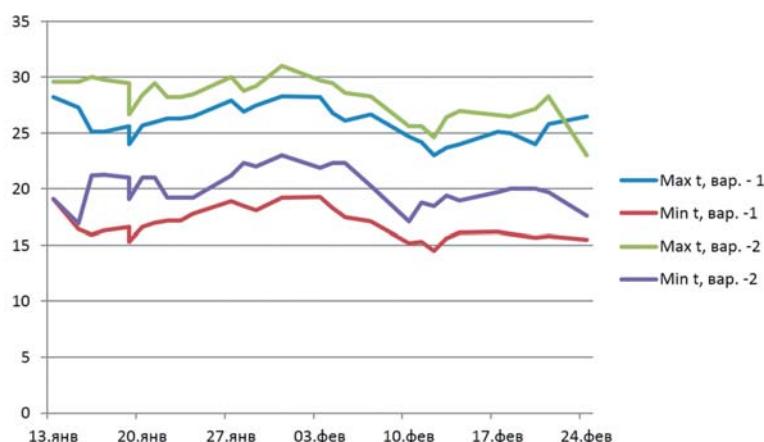


Рис. 3. Максимальные и минимальные температурные условия выращивания линии ms Янт 85 в камере искусственного климата по вариантам опыта, 2025 год
Fig. 3. Maximum and minimum temperature conditions for growing the ms Yant 85 line in an artificial climate chamber according to experimental options, 2025

Таблица 2. Стадии развития бутонов по датам на линии ms Янт 85 (первый вариант опыта), 2025 год
Table 2. Stages of bud development by date on the ms Yant 85 line (the first version of the experiment), 2025

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

Таблица 3. Стадии развития бутонов по датам на линии ms Янт 85 (второй вариант опыта), 2025 год
Table 3. Stages of bud development by date on the ms Yant 85 line (the second version of the experiment), 2025

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

второго порядка ветвления. Показатель учитывался как основополагающий в определении ассоциированной с развитием цветка стадии микроспорогенеза, чувствительной к температурным условиям.

В двух вариантах опытов происходило синхронное развитие цветков и наступление 1-2 фаз бутонизации по порядкам ветвления: 2-й порядок – 17.02, 3-й порядок – 17.02-24.02, 4-й порядок – 24.02, 5-й порядок – 24.01-31.01, 6-й порядок – 31.01. По датам фиксации стадии развития цветка видно, что на конкретном ярусе одновременно отмечались цветки, находящиеся в разных стадиях развития, что говорит о не линейном развитии цветков и важности поддержания необходимойочной температуры в течение развития цветков всего порядка. В противном случае, можно получить недостаточный процент стерильности на конкретном ярусе и снижение гибридности потомства, полученного со всего материнского куста.

Далее рассмотрим влияние температурных условий опытов на число дней от 1-2 фаз развития цветка до цветения. Данные представлены в табл. 4 и 5.

Из табл. 4, 5 следует, что температурные условия не повлияли на динамику развития бутонов, но оказали некоторое влияние на скорость формирования цветка, в частности, на 3 и 5 порядках ветвления цветки распускались на 5 и 2 дня раньше при более высоких «дневных» температурах.

Исходя из выше изложенных наблюдений, составлен рис. 4, где представлены данные о датах и температурном режиме 1-2 фаз развития цветка, а так же микроскопический анализ цветков на предмет их стерильности и фертильности.

Первый этап наблюдений заключался в определении дат наступления 1-2 фаз развития цветков по порядкам ветвления при определенных температурных условиях по вариантам опыта. Так, в 1-ом варианте опыта мы можем отметить следующие условия развития 1-2 фаз по порядкам: 3-й порядок –

Таблица 4. Сводная таблица 1, 2 фаз бутонизации, начала цветения по порядкам ветвления на линии ms Янт 85 (первый вариант опыта), 2025 год
Table 4. Summary table 1, 2 of the budding phase, the beginning of flowering in the order of branching on the ms Yant 85 line (the first version of the experiment), 2025

Порядок ветвления	Даты цветения	Количество дней до цветения
2	24-28.01	8-12
3	(28)31.01-04.02	(12)16-20
4	04.02-07.02	11-14
5	10.02-14.02	16-20
6	21.02	16

Таблица 5. Сводная таблица 1, 2 фаз бутонизации, начала цветения по порядкам ветвления на линии ms Янт 85 (второй вариант опыта), 2025 год
Table 5. Summary table 1, 2 of the budding phase, the beginning of flowering in the order of branching on the ms Yant 85 line (the second version of the experiment), 2025

Порядок ветвления	Даты цветения	Количество дней до цветения
2	24-27.01	8-12
3	27-31.01	11-15
4	03-07.02	10-15
5	(07)14-17.02	15-18
6	21.02	16

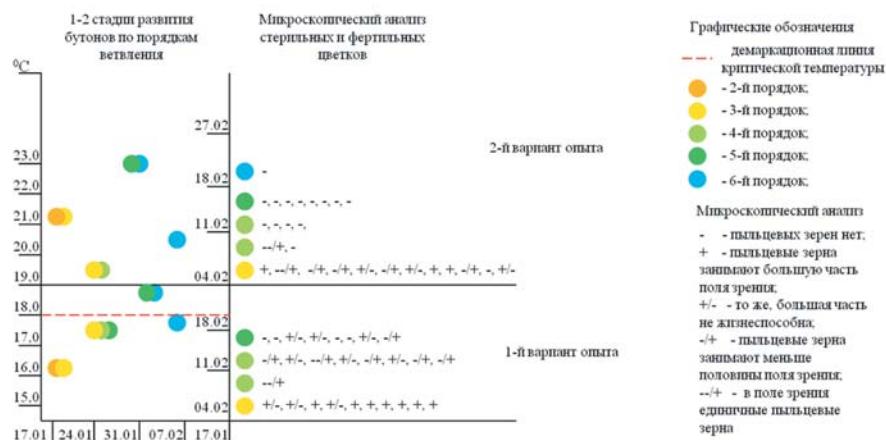


Рис. 4. Температурный режим и даты 1-2 фаз развития цветков, микроскопический анализ цветков по порядкам ветвления на линии ms Янт 85, 2025 год

Fig. 4. Temperature regime and dates of 1-2 phases of flower development, microscopic analysis of flowers by branching orders on the ms Yant 85 line, 2025

16,3-17,6 °C (дата наступления фаз 17.01-24.01), 4-й порядок – 17,6-19,2 °C (дата наступления фаз – 24.01-31.01), 5-й порядок – 17,6-18,9°C (даты наступления фаз – 24.01-31.01), 6-й порядок – 17,9-18,9°C (даты наступления фаз 31.01 – 07.02). Некоторые слабо контролируемые факторы повлияли на температурные условия в период 1-2 фаз развития цветков на 4-ом и 5-ом порядках в первом варианте опыта, когда ночная температура превышала 18°C, что обусловило проявления частичной стерильности в этих условиях.

Во 2-ом варианте опыта мы можем отметить следующие условия развития 1-2 фаз по порядкам: 3-й порядок – 19,3-21,3°C (даты наступления фаз 17.01-24.01), 4-й порядок – 19,3°C (дата наступления фаз – 24.01), 5-й порядок – 23,0°C (дата наступления фаз – 31.01), 6-й порядок – 20,3-23,0°C (даты наступления фаз 31.01 – 07.02). Некоторые слабо контролируемые факторы повлияли на температурные условия в период 1-2 фаз развития некоторых цветков на 3-ем порядке, когда ночная температура была менее 18 °C до создания соответствующих варианту условий и проведения учетов, что обусловило проявления некоторой «степени» fertилности в этих условиях.

Второй этап исследования заключался в проведении микроскопического анализа стерильных и fertильных цветков по вариантам опыта.

Для оценки стерильности и fertильности тычинок использовали микроскопический метод (см. рис. 5):

1. если пыльцевые зерна занимали больше половины поля зрения, цветок считался fertильным (графическое обозначение – «+»);
2. если пыльцевые зерна занимали большую часть была нестандартная, деформированная, слипшаяся, такой цветок обозначался как «+/-»;
3. если пыльцевые зерна занимали меньше половины поля зрения, такой цветок обозначался как «-/+»;
4. если в поля зрения обнаруживались единичные пыльцевые зерна, такой цветок обозначался как «--/+»;

5. если в поле зрения не было пыльцы, такой цветок считался стерильным и обозначался как «-».

Следует обратить внимание на то, что нестабильные ЦМС – линии, в принципе, образуют отличную от fertильных линий по количеству и качеству пыльцу, – это отражается как в данных микроскопического анализа стерильных линий, так и характере завязывание плодов и семян на таких линиях, что будет видно в дальнейшем обсуждении опыта.

Проведенный анализ показал, что в 1-ом варианте опыта цветки с 3-го порядка, в основном, были fertильными, лишь пыльники некоторых цветков образовывали нестандартную пыльцу (деформированную, слипшуюся и так далее); на 4-ом порядке образовывались цветки как с fertильной (и большим количеством нестандартной) пыльцой, так и с пыльцой, которая занимала меньше половины поля зрения, несколько образцов имели единичное количество пыльцы, что, вероятно, связано с неконтролируемым повышением ночной температуры до 19,2°C в период 1-2 фаз развития некоторых цветков; стерильных цветков на данном ярусе не было; на 5-ом порядке образовались цветки, как с большим количеством нестандартной пыльцы, так и без неё, что, вероятно, обусловлено влиянием температуры более 18°C (31.01) на ранние стадии развития цветков на этом ярусе. Цветочная масса с 6-го порядка не подвергалась микроскопическому анализу, однако непосредственный визуальный анализ цветков показал, что цветки, 1-2 фазы развития которых пришлась на 31.01 (18,9°C), не образовали пыльцу, а пыльники были темно-фиолетового цвета и щуплые, при этом, цветки, 1-2 фазы развития которых пришлась на 07.02 (17,9°C), пыльцу образовали.

Во втором варианте опыта цветки с 3-го порядка имели разнокачественный состав при анализе fertильности и стерильности: так, некоторое количество цветков были fertильными, однако, большая часть исследуемого материала имела единично визуализируемую, в основном, нестандартную пыльцу, – на образование fertильных цветков повлияли неустанов-

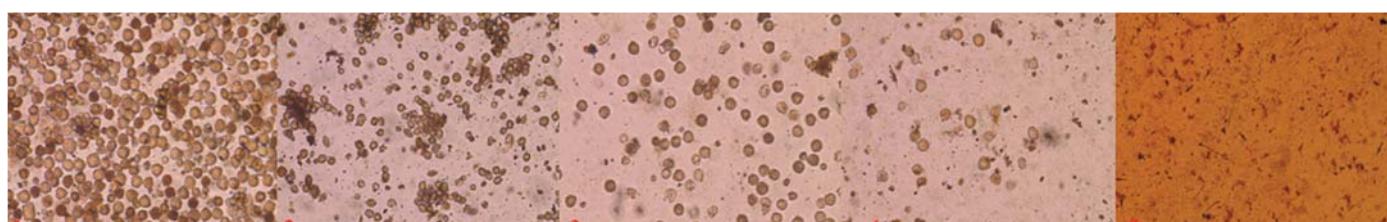


Рис. 5. Микроскопический анализ стерильных и fertильных цветков линии ms Янт 85

Fig. 5. Microscopic analysis of sterile and fertile flowers of the ms Yant 85 line

Таблица 6. Учет обсеменности плодов на линии ms Янт 85 (первый вариант), 2025 год
Table 6. Consideration of fruit seeding on the ms Yant 85 line (the first version of the experiment), 2025

№ растения	Порядок ветвления	Количество семян на плод, шт.	Характер стерильности (S – стерильность, F – фертильности, F _m – мало семян)
Я-1	3	0	S
	4	До 10	F _m
Я-2	2	Много	F
Я-3	2	До 10	F _m
Я-4	2	До 30	F
	3	3	S
Я-5	2	20	F
	3	До 20	F
	4	До 10	F _m
		До 30	F
Я-6	3	До 10	F _m
Я-8	4	До 20	F
Я-10	4	До 10	F _m

ленные температуры соответствующего режима (менее 18°C). На 4-ом, 5-ом и 6-ом порядках микроскопический анализ показал полную стерильность исследуемого материала.

Таким образом, мы можем отметить тенденцию проявления стерильности и фертильности при определенныхочных температурах у ЦМС – линии: если показателиочных температур в течение развития ярусов материнского куста менее 18°C, мы можем ожидать появление фертильных цветков; если – более 18°C, то мы ожидаем стабилизацию стерильности от порядка к порядку.

Данные об образовании плодов и количестве завязавшихся семян на линии ms Янт 85 представлены в табл. 6.

Примечательно, что в условиях второго варианта опытов (ночная температура более 18°C) не образовалось ни одного плода, что, вероятно, также связано с высокими дневными температурами и реакцией ЦМС – линии на такие «стессовые» условия.

Условия первого варианта опытов позволили линии на некоторых порядках завязывать плоды (рис. 6). Так, на 7-ми из 10-и участвующих в опыте растениях образовалось от 1 до 3 плодов. Образование плодов наблюдалось на 2-ом, 3-ем и 4-ом порядках (с завершением опытов дальнейшее образование плодов на порядках выше не учитывалось). Внутри варианта выделялись генотипы по количеству завязавшихся плодов и семян: образовывались плоды как с незначительным количеством семян: от 0 до 3 штук, – такие плоды считались стерильными; так и плоды, которые вмещали в себя до 10 штук семян, – они считались «потенциально» стерильными. Плоды, которые вмещали более 10 семян, учитывались как фертильные. В результате анализа отобрано одно (№ Я-1) растение, которое было пересажено в весеннюю пленочную теплицу для дальнейшего наблюдения.

Таким образом, видно, что температурные условия опытов повлияли на фактическое образование или отсутствие плодов по вариантам и характер завязывания плодов и семян внутри первого варианта опыта.

Заключение

В исследовании, проведенном в камере искусственного климата, выявились тенденция влияния температурного режима на проявление стерильности цветков у линий с цитоплазматической мужской стерильностью. В частности, влияние оказываюточные температуры в течение вегетации материнского компонента. Так, ночная температура менее 18°C является причиной появление фертильных цветков, завязывания плодов и семян на ЦМС – линии, при чем, выделяются растения, в плодах которых завязалось небольшое количество семян (от 0 до 10). Напротив, ночная температура более 18°C увеличивает количество стерильных цветков на порядках ветвления, при этом, в данном варианте опыта не образовалось ни одного плода на исследуемой линии. Данное исследование представляет интерес в виду разработки семеноводческой стратегии на основе таких линий и включения их в схемы скрещиваний.



Рис. 6. Образование плодов на нестабильной ЦМС – линии ms Янт 85 в условия первого варианта опыта, 2025 год
Fig. 6. Fruits formation on the unstable CMS line ms Yant 85 under the conditions of the first experimental variant, 2025

• Литература

- Рынок перца – объем импорта в 2015 году снизился на 30,4 %. Экспертно-аналитический центр бизнеса «АБ Центр»; 2015 [обновлено 1 февраля 2025; процитировано 6 мая 2025]. <https://abcentre.ru/news/rynek-perca---obem-importa-v-2015-godu-snizilsya-na-304>
- Buczkowska H., Michałaję Z. Comparison of qualitative traits, biological value, chemical compounds of sweet pepper fruit. *J. Elem.* 2012;(1):367-377. <https://doi.org/10.5601/jelem.2012.17.3.01>
- Литвинов С.С., Шатилов М.В. Эффективность овощеводства России (анализ, стратегия, прогноз). М.: ФГБНУ ВНИИО. 2015. 169 с. <https://elibrary.ru/vvlhzt>
- Королёва С.В., Пистун О.Г., Полякова Н.В. Испытание гибридов перца сладкого на основе мужской стерильности в весенних пленочных теплицах. *Рисоводство.* 2022;1(54):46-52. <https://doi.org/10.33775/1684-2464-2022-54-1-46-52> <https://elibrary.ru/kfbtlc>
- Королёва С.В. О секретах успешной политики импортозамещения в сельском хозяйстве. *Гавриш.* 2017;(1):3-6.
- Капустина Р.Н. Перспективные гибриды сладкого перца для юга России. *Вестник овощевода.* 2010;(2):2-4.
- Реестр селекционных достижений. 2025 (обновлено 31 мая 2024; процитировано 28 апреля 2025). <https://gossortrf.ru/registry>.
- Огнев В.В. Товарное семеноводство перца сладкого в открытом грунте на юге России. *Картофель и овощи.* 2023;(2):36-40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.65.93.006> <https://elibrary.ru/tpnjbu>
- Монахос Г.Ф. Селекция и первичное семеноводство: состояние и перспективы. *Картофель и овощи.* 2017;(3):2-4. <http://potatoveg.ru/glavnaya-tema/selekciya-i-pervichnoe-semenovodstvo-sostoyanie-i-perspektivy.html>
- Монахос Г.Ф., Королева С.В., Авдеева А.А. Особенности использования мужской стерильности в селекции F1 гибридов перца сладкого. *Картофель и овощи.* 2016;(4):35-37. <https://elibrary.ru/vsusvv>
- Dhaliwal M.S., Jindal S.K. Induction and exploitation of nuclear and cytoplasmic male sterility in pepper (*Capsicum spp.*): a review. *The Journal of Horticultural science and biotechnology.* 2014;5(89):471-479. <https://doi.org/10.1080/14620316.2014.11513108>
- Юрченко С.А., Королева С.В. Экономическая эффективность семеноводства гибридов F1 сладкого перца, созданных на основе ядерно-цитоплазматической мужской стерильности. Международный саммит молодых ученых. Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства. 26-30.06.2016. <https://elibrary.ru/xgqxgp>
- Wang L., Zhang B., Lefebvre V., Huang S., Daubèze A., Palloix A. QTL analysis of fertility restoration in cytoplasmic male sterile. *Theoretical and Applied Genetics.* 2004;109(5):1058-1063. DOI: 10.1007/s00122-004-1715-8
- ГОСТ 32592-2013 «Межгосударственный стандарт. Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия»; 2013. <https://fsvp.gov.ru/files/gost-32592-2013-mezhgosudarstvennyj-standart>
- Королева С.В., Полякова Н.В., Пистун О.Г. К вопросу создания стерильных линий сладкого перца при селекции на гетерозис. *Овощи России.* 2020;(5):38-42. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-5-38-42> <https://elibrary.ru/jlfvhn>
- Королева С.В., Шумилова Е.В. Изучение посевных и сортовых качеств гибридных семян, полученных на различных порядках ветвления растения материнской ЦМС-линии перца сладкого. *Рисоводство.* 2025;1(66):58-66. <https://doi.org/10.33775/1684-2464-2025-66-1-58-66> <https://elibrary.ru/vxlzsa>
- Erickson A.N., Markhart A.H. Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature. *Plant, Cell and Environment.* 2002;(25):121-130. <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00807.x>
- Бунин М.С., Шмыкова Н.А. Методические рекомендации по определению жизнеспособности пыльцы рода *Capsicum annuum* L. М., 2004. 32 с. <https://elibrary.ru/yuhxut>

• References

- Pepper market – the volume of imports decreased by 30.4% in 2015. Expert and Analytical Business Center "AB Center"; 2015 [updated on February 1, 2025; quoted on May 6, 2025]. <https://abcentre.ru/news/rynek-perca---obem-importa-v-2015-godu-snizilsya-na-304>
- Buczkowska H., Michałaję Z. Comparison of qualitative traits, biological value, chemical compounds of sweet pepper fruit. *J. Elem.* 2012;(1):367-377. <https://doi.org/10.5601/jelem.2012.17.3.01>
- Litvinov S.S., Shatilov M.V. Efficiency of Vegetable Growing in Russia (Analysis, Strategy, Forecast). Moscow, 2015. 169 p. (In Russ.) <https://elibrary.ru/vvlhzt>
- Koroleva S.V., Pistun O.G., Polyakova N.V. Testing of sweet pepper hybrids based on male sterility in spring film greenhouses. *Rice growing.* 2022;1(54):46-52. (In Russ.) <https://doi.org/10.33775/1684-2464-2022-54-1-46-52> <https://elibrary.ru/kfbtlc>
- Koroleva S.V. On the secrets of a successful import substitution policy in agriculture. *Gavriš.* 2017;(1):3-6. (In Russ.)
- Kapustina R.N. Promising sweet pepper hybrids for the South of Russia. *Bulletin of the vegetable grower.* 2010;(2):2-4. (In Russ.)
- Register of breeding achievements. 2025 (updated May 31, 2024; quoted April 28, 2025). <https://gossortrf.ru/registry>
- Ognev V.V. Commercial seed production of sweet pepper in the open ground in the south of Russia. *Potato and vegetables.* 2023;(2):36-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.65.93.006> <https://elibrary.ru/tpnjbu>
- Monakhos G.F. Breeding and primary seed production: status and prospects. *Potato and vegetables.* 2017;(3):2-4. (In Russ.) <http://potatoveg.ru/glavnaya-tema/selekciya-i-pervichnoe-semenovodstvo-sostoyanie-i-perspektivy.html>
- Monakhos G.F., Koroleva S.V., Avdeeva A.A. Features of the use of male sterility in the breeding of F1 sweet pepper hybrids. *Potato and vegetables.* 2016;(4):35-37. (In Russ.) <https://elibrary.ru/vsusvv>
- Dhaliwal M.S., Jindal S.K. Induction and exploitation of nuclear and cytoplasmic male sterility in pepper (*Capsicum spp.*): a review. *The journal of Horticultural science and biotechnology.* 2014;5(89):471-479. <https://doi.org/10.1080/14620316.2014.11513108>
- Yurchenko S.A., Koroleva S.V. Economic efficiency of seed production of sweet pepper F1 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. (In Russ.) <https://elibrary.ru/xgqxgp>
- Wang L., Zhang B., Lefebvre V., Huang S., Daubèze A., Palloix A. QTL analysis of fertility restoration in cytoplasmic male sterile. *Theoretical and Applied Genetics.* 2004;109(5):1058-1063. DOI: 10.1007/s00122-004-1715-8
- "Interstate standard. Seeds of vegetable, melon crops, fodder root crops and fodder cabbage. Varietal and sowing qualities. General technical conditions"; 2013. <https://fsvp.gov.ru/files/gost-32592-2013-mezhgosudarstvennyj-standart>
- Koroleva S.V., Polyakova N.V., Pistun O.G. About the creation of sterile lines of sweet pepper in breeding for heterosis. *Vegetable crops of Russia.* 2020;(5):38-42. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-5-38-42> <https://elibrary.ru/jlfvhn>
- Koroleva S. V., Shumilova E. 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. *Rice growing.* 2025;1(66):58-66. (In Russ.) <https://doi.org/10.33775/1684-2464-2025-66-1-58-66> <https://elibrary.ru/vxlzsa>
- Erickson A.N., Markhart A.H. Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature. *Plant, Cell and Environment.* 2002;(25):121-130. <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00807.x>
- Bunin M.S., Shmykova N.A. Methodological recommendations for determining the viability of pollen of the genus *Capsicum annuum* L. M. 2004. 32 p. (In Russ.) <https://elibrary.ru/yuhxut>

Об авторах:

Екатерина Владимировна Шумилова – младший научный сотрудник, аспирант, SPIN-код: 5194-4752, автор для переписки, 79186778737agro@gmail.com

Светлана Викторовна Королёва – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела овощеводства, <https://orcid.org/0000-0002-8247-7261>, SPIN-код: 2917-4467

About the Authors:

Ekaterina V. Shumilova – Junior Researcher, Postgraduate Student, SPIN-code: 5194-4752, Corresponding Author, 79186778737agro@gmail.com

Svetlana V. Koroleva – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Vegetable Growing Department, <https://orcid.org/0000-0002-8247-7261>, SPIN-code: 2917-4467

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-21-25>
УДК: 635.21-02:631.524.02(571.1)

А.П. Клинг^{1*}, С.В. Жаркова²,
Ю.А. Каштанова¹, С.А. Романов¹,
В.Н. Кумпан¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» (ФГБОУ ВО Омский ГАУ)
644008, Россия, Сибирский федеральный округ, Омская область, г. Омск, Институтская пл., 1

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет»
656049, Россия,
Сибирский федеральный округ,
Алтайский край, г. Барнаул, пр.Красноармейский, 98

*Автор для переписки: ap.kling@omgau.org

Финансирование. Данные исследования выполняли при поддержке Российского научного фонда и средств бюджета региона Омской области, Конкурс 2025 года «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами» (региональный конкурс), проект № 25-26-20060 «Исследование фенотипических особенностей популяций озимого чеснока, полученных методом радиационного мутагенеза, выявление источников и создание исходного материала для селекции Западной Сибири».

Вклад авторов: А.П. Клинг: концептуализация, проведение исследований, верификация данных, написание текста рукописи. С.В. Жаркова: концептуализация, верификация данных, редактирование рукописи. Ю.А. Каштанова: проведение полевых исследований. С.А. Романов: проведение полевых исследований. В.Н. Кумпан: администрирование проекта исследований.

Конфликт интересов. Жаркова С.В. является членом редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2017 года, но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.

Для цитирования: Клинг А.П., Жаркова С.В., Каштанова Ю.А., Романов С.А., Кумпан В.Н. Оценка фенотипических особенностей форм чеснока озимого по хозяйственно ценным признакам в условиях Западной Сибири. *Овощи России*. 2025;(5):21-25.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-21-25>

Поступила в редакцию: 16.07.2025

Принята к печати: 25.08.2025

Опубликована: 28.10.2025

Anna P. Kling*, Stalina V. Zharkova,
Yulia A. Kashtanova, Sergei A. Romanov,
Vladimir N. Kumpa

¹Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin
1, Institutskaya Ploshchad, Omsk, Omsk region, 644008,
Russia

² Altai State Agricultural University
Krasnoarmeysky Avenue, 98, Barnaul, Altai Krai, Siberian Federal District, 656049, Russia

*Corresponding author: ap.kling@omgau.org

Funding. This research was carried out with the support of the Russian Science Foundation and the budget of the Omsk Region, the 2025 Competition "Conducting Fundamental Scientific Research and Exploratory Scientific Research by Small Individual Scientific Groups" (regional competition), project No. 25-26-20060 "Study of phenotypic characteristics of winter garlic populations obtained by radiation mutagenesis, identification of sources and creation of initial material for breeding in Western Siberia".

Authors' contributions: А.П. Клинг: концептуализация, исследование, проверка, написание рукописи. С.В. Жаркова: концептуализация, проверка, редактирование рукописи. Ю.А. Каштанова: полевые исследования. С.А. Романов: полевые исследования. В.Н. Кумпан: администрация проекта.

Conflict of interest. С.В. Жаркова является членом редакционной коллегии журнала "Овощи России" с 2017 года, но не имеет ничего общего с решением опубликовать эту статью. Статья прошла полную рецензию. Авторы не заявляют о других конфликтах интересов.

For citation: Kling A.P., Zharkova S.V., Kashtanova Yu.A., Romanov S.A., Kumpa V.N. Evaluation of phenotypic characteristics of winter garlic forms based on agriculturally valuable traits in Western Siberia. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(5):21-25. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-21-25>

Received: 16.07.2025

Accepted for publication: 25.08.2025

Published: 28.10.2025

Check for updates

Оценка фенотипических особенностей форм чеснока озимого по хозяйственно ценным признакам в условиях Западной Сибири



РЕЗЮМЕ

Актуальность. В яровой и озимой форме чеснок возделывается практически повсеместно. Почвенно-климатические условия зон возделывания чеснока озимого различны и требуют сорта, которые максимально способны реализовать свой биологический потенциал в предлагаемых условиях. Местный растительный материал может иметь особые свойства в результате адаптации к местным агроклиматическим условиям, а сохранение такого материала может увеличить биоразнообразие коллекций. Изучение форм озимого чеснока по комплексу хозяйственно ценных признаков, выделенных из популяций Омской, Кемеровской областей и Алтайского края является актуальным для Западносибирского региона.

Материалы и методы. Исследования проводили на территории УНПЛ «Садоводство» учебно-опытного хозяйства ФГБОУ ВО Омский ГАУ в 2022-2025 годах. Объектами исследования являлись образцы местных популяций озимого чеснока Омской, Кемеровской областей и Алтайского края.

Результаты. При фенотипической оценке по признаку «высота растений» выделены формы 04-22, 11-23, 12-23 и ТМ-22, данный показатель превышает метровую отметку на 2-17 см. Формы 03-22, 07-22, 08-22, 15-24 и ДД-22 – низкорослые, высота составила от 81 до 87 см. Диаметр луковицы чеснока варьирует в пределах от 4,0 до 5,4 см, самые крупные у форм 08-22, 09-22, 15/24 и ТМ-22. Отмечена средняя прямая зависимость между диаметром луковицы и урожайностью, коэффициент корреляции составил 0,6. Формы 12-23, 15-24, ДБ-22 и ТМ-22 отмечены небольшим количеством крупных зубков – 6 штук в луковице, формы 01-22 и 11-23 имеют 9-12 мелких зубков. Как источники высокой урожайности можно рекомендовать формы 08-22, 09-22, 12-23, 15-24 и ТМ-22, данный показатель составил 13,14-15,96 т/га.

Заключение. По результатам оценки по комплексу хозяйствственно ценных признаков выделены формы озимого чеснока 08-22, 09-22 и ТМ-22, которые рекомендованы для участия в дальнейшем селекционном процессе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

чеснок озимый, формы, фенотип, Западная Сибирь

Evaluation of phenotypic characteristics of winter garlic forms based on agriculturally valuable traits in Western Siberia

ABSTRACT

Relevance. Garlic is grown almost everywhere in spring and winter forms. The soil and climatic conditions of winter garlic cultivation zones are different and require varieties that are able to realize their biological potential to the maximum extent in the proposed conditions. Local plant material may have special properties as a result of adaptation to local agro-ecological conditions, and conservation of such material can increase the biodiversity of collections. The study of winter garlic forms based on a set of economically valuable traits isolated from populations of the Omsk, Kemerovo regions and the Altai Territory is relevant for the West Siberian region.

Materials and Methods. The research was conducted on the territory of the Scientific and Practical Laboratory "Gardening" of the educational and experimental farm of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Omsk State Agrarian University in 2022-2025. The objects of the study were samples of local populations of winter garlic of the Omsk, Kemerovo regions and the Altai Territory.

Results. Phenotypic evaluation of the plant height feature revealed forms 04-22, 11-23, 12-23 and TM-22, this indicator exceeds the meter mark by 2-17 cm. Forms 03-22, 07-22, 08-22, 15-24 and DD-22 are low-growing, the height ranged from 81 to 87 cm. The diameter of the garlic bulb varies from 4.0 to 5.4 cm, the largest ones are in the forms 08-22, 09-22, 15/24 and TM-22. An average direct relationship was noted between the bulb diameter and the yield, the correlation coefficient was 0.6. Forms 12-23, 15-24, DB-22 and TM-22 are marked by a small number of large cloves - 6 pieces in a bulb, forms 01-22 and 11-23 have 9-12 small cloves. Forms 08-22, 09-22, 12-23, 15-24 and TM-22 can be recommended as sources of high productivity, this indicator was 13,14-15,96 t/ha.

Conclusion. Based on the results of the assessment of economically valuable traits winter garlic forms 08-22, 09-22 and TM-22 were identified and recommended for participation in the further selection process.

KEYWORDS:

winter garlic, forms, phenotype, Western Siberia

Введение

Чеснок озимый – наиболее востребованная насилием культура семейства Луковые, он обладает высокой эффективностью в предотвращении развития атеросклероза и лечении гипертонии, простуды и бронхитов [1]. Достоверно установлено защитное действие чеснока в отношении развития раковых заболеваний, таких как рак пищевода, желудка, прямой кишки, кожи, мозга, предстательной и молочной желез, мочевогопузья, легких и печени [2-4]. Это растение обладает выраженным антимикробным, антитромбическим, гиполипидемическим действием [5-7], стимулирует кровообращение, обладает антистрессовым действием, снижает усталость. Благодаря присутствию аллицина и других серу содержащих соединений чеснок относят к природным антибиотикам [8-9]. Чеснок защищает от оксидантного стресса, укрепляет иммунную систему, эффективен при ожирении. [10-12]. Полифенолы чеснока снижают уровень глюкозы крови, повышают чувствительность к инсулину и подавляют перекисное окисление липидов, и регулируют клеточный цикл [13]. Следует отметить, что химический состав и содержание биологически активных соединений в чесноке, как и в других сельскохозяйственных культурах, определяется сортом, местом выращивания, условиями хранения и технологией переработки [14, 15].

В яровой и озимой форме чеснок возделывается практически повсеместно. Почвенно-климатические условия зон возделывания чеснока озимого различны и требуют сорта, которые максимально способны реализовать свой биологический потенциал в предлагаемых условиях [16]. Местный растительный материал может иметь особые свойства в результате адаптации к местным агроэкологическим условиям [17, 18], а сохранение такого материала может увеличить биоразнообразие коллекций [19].

Для успешной селекции используют исходный материал, представленный образцами местных популяций или близлежащих регионов, поэтому и изучение форм чеснока озимого по комплексу хозяйственно ценных признаков, выделенных из популяций Омской, Кемеровской областей и Алтайского края является актуальным для Западносибирского региона [20, 21].

В селекционной работе с сельскохозяйственными культурами исследования направлены на проработку и анализ большого объема селекционного материала, данный процесс трудоемкий и продолжительный по времени. Оценка проводится как по отдельным хозяйствственно-ценным признакам, так и по их комплексу. Многие учёные отмечают первостепенное значение для селекции исследование фенотипа растений. При получении сортов его необходимо учитывать, поскольку затрудняется распознавание ценных генотипов [22, 23].

Для ускорения селекционного процесса и выделения перспективных форм озимого чеснока необходимо изучение проявления признаков (фенотипические особенности) на растениях. Основными признаками, характеризующими продуктивность растений чеснока, являются масса и диаметр луковицы, число зубков и высота растений.

Цель исследований заключается в комплексной оценке и сравнительном анализе различных форм чеснока озимого с целью выявления наиболее адаптивных и продуктивных вариантов для Западной Сибири, обладающих сочетанием важных признаков: длина вегетационного периода, высота растений, масса и диаметр луковицы, урожайность.

Условия, материалы и методы

Исследования проводили на территории УНПЛ «Садоводство» учебно-опытного хозяйства ФГБОУ ВО Омский ГАУ в 2022-2025 годах.

Наблюдения, учеты и анализы соответствовали общепринятым методикам. Фенологические и биометрические исследования проводили по «Методике полевого опыта в овощеводстве», Литвинов С.С. Москва, 2011, Методическим указаниям по селекции луковых культур. М., 1997., Методике государственного сортоиспытания с/х культур. М., 1975. [24-26]. Определяли структурные элементы продуктивности – массу и диаметр луковицы, число зубков и высоту растений. Статистическую обработку данных проводили по Б.А. Доспехову [27].

Объектами исследования являлись образцы местных популяций чеснока озимого Омской, Кемеровской областей и Алтайского края: 01/22; 02/22; 03/22; 04/22; 06/22; 07/22; 08/22; 09/22; 11-23; 12-23; 15-24; ДБ-22, ДД-22 и ТМ-23. Повторность в опыте трехкратная, в течении вегетации проводили фенологические наблюдения, биометрические учеты. Посадку проводили в первой декаде октября на однорядковых делянках, схема посадки 70x7 см. Густота стояния растений – 200 тыс. шт./га. Перед посадкой был проведен влагозарядковый полив, после посадки мульчировали перегноем, расход 5 т/га. Весной после появления всходов обязательна подкормка минеральными удобрениями, использовали комплексное органо-минеральное удобрение Fertika (N – 5%, P – 5%, K – 13%, гуматы – 18%), расход – 40-50 г/м². В течение вегетации по мере необходимости проводились прополки и рыхления. Удаление стрелок не проводили, чтобы повысить коэффициент размножения исследуемых форм (посадочный материал зубки и бульбочки). Уборку урожая проводили вручную, вторая-третья декада июля.

Метеорологические условия в годы проведения опытов были различными, но вполне типичными для климата южной лесостепи Омской области. Зима суровая, холодная, продолжительная. В ноябре начинаются устойчивые морозы, осадки выпадают в виде снега. Максимальная высота снежного покрова и глубина промерзания почвы достигается в марте. Весной процесс снеготаяния в большинстве случаев проходит интенсивно, и в конце апреля снежный покров сходит повсеместно, что способствует появлению всходов чеснока озимого. В течении вегетации (после отрастания) в годы исследований средняя температура воздуха колебалась от +17 до +27°C. В 2022-2023 годах наблюдался недостаток влаги за вегетацию, что предусматривало применение поливов, в 2024-2025 годах орошение не использовали, в связи с достаточным количеством атмосферных осадков. Почва опытного участка – лугово-черноземная выщелоченная среднемощная малогумусовая среднесуглинистая. Валовое содержание азота преобладает над валовым содержанием фосфора. Подвижный же фосфор преобладает над подвижным калием, данная почва вполне подходит для выращивания озимого чеснока, так как имеет оптимальную pH почвы. Элементов питания в почве достаточно.

Результаты исследований

Важным критерием при отборе форм является длина вегетационного периода. Селекция на скороспелость овощных растений является важной стратегией для повышения устойчивости, эффективности и экологической безопасности овощеводства в условиях современных вызовов. Это

Таблица 1. Продолжительность межфазных периодов форм озимого чеснока в условиях южной лесостепи Омской области, сут.
Table 1. Duration of interphase periods of winter garlic forms in the conditions of the southern forest-steppe of the Omsk region, days

Формы	Всходы – стрелкование			Стрелкование – техническая спелость			Всходы – техническая спелость		
	2023 год	2024 год	2025 год	2023 год	2024 год	2025 год	2023 год	2024 год	2025 год
01-22	48	63	65	43	34	39	91	97	104
02-22	50	63	65	43	34	39	93	97	104
03-22	46	58	64	43	32	41	89	90	105
04-22	48	63	65	43	34	39	91	97	104
06-22	44	58	67	45	37	36	89	95	103
07-22	46	61	66	43	31	42	89	92	108
08-22	46	60	66	43	32	41	89	92	107
09-22	44	58	64	45	40	39	89	98	103
11-23	46	60	61	43	36	41	89	96	102
12-23	47	61	64	42	34	39	89	95	103
15-24	47	62	65	42	34	40	89	96	105
ДБ-22	46	62	66	43	34	42	89	96	108
ДД-22	46	59	65	43	32	40	89	91	105
ТМ-22	46	58	64	45	37	36	91	95	100
НСР ₀₅	1,20	1,54	1,10	0,77	1,89	1,45	0,98	1,95	1,74

позволяет не только ускорить цикл производства, но и повысить его адаптивность к меняющимся климатическим и экономическим условиям. В УНПЛ «Садоводство» Омского ГАУ в течение 2022-2025 годов проводили фенологические наблюдения за развитием растений форм озимого чеснока (табл.1).

Посадку чеснока проводили в 2022 году – 12 октября, в 2023 – 04 октября и в 2024 – 02 октября. На появление всходов значительное влияние оказывает температурный режим весеннего периода, так в 2023 году среднесуточная температура воздуха перешла отметку в 0°C 25-26 марта, снег полностью сошел 12 апреля, всходы чеснока озимого появились 23-27 апреля. В 2024 году весна наступила в более ранние сроки, разрушение снежного покрова в Омске наблюдалось 5 апреля, отрастание чеснока – 14-22 апреля.

В 2025 году почва промерзла слабо, глубина составила всего около 42 см, высота снега была ниже среднегодовых показателей, активное разрушение снежного покрова началось 18 марта, всходы чеснока появились 27 марта – 1 апреля. Анализ данных по срокам посадки чеснока и появлению всходов за 2022–2025 годы показывает, что сроки весеннего пробуждения растений и всходов зависят от температурного режима года исследований и в меньшей степени от возделываемых форм. При раннем разрушении снежного покрова и повышении температуры, всходы чеснока появляются раньше, данный период варьирует по годам от 27 марта до 27 апреля, а по формам в течении года максимальная разница составляет 6 суток.

Техническую спелость отмечали в 2023 году – 26 июля, в 2024 – 22 июля, в 2025 – 15 июля, т.е. уборку из года в год

Таблица 2. Хозяйственно ценные признаки и урожайность форм чеснока озимого (2023-2025 годы)
Table 2. Economically valuable traits and yield of winter garlic forms (2023-2025)

Формы	Высота растений, см	Диаметр луковицы, см	Масса луковицы, г	Число зубков в луковице, шт	Урожайность, т/га
01-22	92,3	4,5	60,33	9,3	10,86
02-22	95,4	4,7	64,33	6,6	11,58
03-22	83,1	4,1	43,67	6,4	7,86
04-22	101,6	4,0	38,00	7,1	6,84
06-22	97,8	4,5	65,33	6,4	11,76
07-22	87,0	4,8	62,67	6,9	11,28
08-22	87,9	5,0	74,33	7,6	13,38
09-22	90,0	5,4	88,67	6,9	15,96
11-23	117,4	4,6	64,67	11,3	11,64
12-23	103,7	4,3	73,00	5,6	13,14
15-24	82,9	5,1	77,00	5,9	13,86
ДБ-22	92,2	4,0	46,33	5,8	8,34
ДД-22	81,7	4,7	57,00	6,5	10,26
ТМ-22	107,0	4,9	80,33	5,7	14,46
НСР ₀₅	3,99	0,32	5,17	1,20	2,67

проводили в более ранние сроки. Оценивая продолжительность периода всходы-техническая спелость по годам, отмечено, что из-за большого варьирования фазы всходов и относительно одновременных сроков уборки, величина периода увеличивается от 89 до 108 суток. Следует принять во внимание, что вегетационный период увеличивается за счет ранних всходов, что позволяет сформировать высокий урожай без смещения уборочных работ на более поздние сроки. Анализируя продолжительность межфазных периодов и вегетационный период в целом, можно рекомендовать все представленные формы для участия в дальнейшем селекционном процессе, т.к. по данному показателю они подходят для возделывания в Сибирском регионе.

Важным критерием при отборе форм является оценка по отдельным хозяйствственно-ценным признакам и урожайности (табл. 2).

В среднем за годы исследований по высоте растений выделены формы 04-22, 11-23, 12-23 и ТМ-22, данный показатель превышает метровую отметку на 2-17 см. Формы 03-22, 07-22, 08-22, 15-24 и ДБ-22 – низкорослые, высота составила от 81 до 87 см. Отмечено, что высокие растения не всегда формируют высокую урожайность, так форма 04-22 при высоте растения 101,6 см сформировала урожай 6,84 т/га. Диаметр луковицы чеснока достаточно стабильный показатель, значения варьируют в пределах от 4,0 до 5,4 см, самые крупные представлены у форм 08-22, 09-22, 15-24 и ТМ-22. Отмечена средняя прямая зависимость между диаметром луковицы и урожайностью, коэффициент корреляции составил 0,6.

Чеснок озимый характеризуется небольшим количеством зубков в луковице, от 6 до 12 штук у представленных форм. Диаметр луковицы по образцам изменяется в небольших пределах 1-2 см, следовательно, от количества зубков зависит и их крупность. Формы 12-23, 15-24, ДБ-22 и ТМ-22 отмечены небольшим количеством крупных зубков – 6 штук в луковице, формы 01-22 и 11-23 имеют 9-12 мелких зубков.

Урожайность является главным критерием, по которому осуществляется отбор форм для участия в дальнейшем селекционном процессе. Большинство образцов превысили порог урожайности в 10 т/га, кроме форм 03-22, 04-22 и ДБ-22. В среднем за годы исследований как источники высокой

урожайности можно рекомендовать формы 08-22, 09-22, 12-23, 15-24 и ТМ-22, данный показатель составил 13,14-15,96 т/га. Отмечена очень слабая корреляция между высотой растений, числом зубков в луковице и урожайностью, коэффициент 0,1-0,3.

Оценка фенотипа по хозяйственно ценным признакам позволяет отобрать необходимые формы чеснока с высокой продуктивностью и устойчивостью к факторам внешней среды, что особенно важно в условиях сурового сибирского климата и для озимой культуры.

Выводы

На фазы развития растений чеснока озимого в первую очередь оказывают влияния температурный режим по годам исследований. Всходы появились 27 марта в 2025 году и 27 апреля в 2023 году, а по формам в течение года максимальная разница составила 6 суток. Величина периода всходы-техническая спелость составила 89-108 суток. В результате можно рекомендовать все представленные формы для участия в дальнейшем селекционном процессе, т.к. по периодам развития они подходят для возделывания в Сибирском регионе.

При фенотипической оценке по признаку «высота растений» выделены формы 04-22, 11-23, 12-23 и ТМ-22, данный показатель превышает метровую отметку на 2-17 см. Формы 03-22, 07-22, 08-22, 15-24 и ДБ-22 – низкорослые, высота составила от 81 до 87 см. Диаметр луковицы чеснока варьирует в пределах от 4,0 до 5,4 см, самые крупные у форм 08-22, 09-22, 15/24 и ТМ-22. Отмечена средняя прямая зависимость между диаметром луковицы и урожайностью, коэффициент корреляции составил 0,6. Формы 12-23, 15-24, ДБ-22 и ТМ-22 отмечены небольшим количеством крупных зубков – 6 штук в луковице, формы 01-22 и 11-23 имеют 9-12 мелких зубков.

Как источники высокой урожайности можно рекомендовать формы 08-22, 09-22, 12-23, 15-24 и ТМ-22, данный показатель составил 13,14-15,96 т/га.

По результатам оценки по комплексу хозяйственно ценных признаков выделены формы чеснока озимого 08-22, 09-22 и ТМ-22, которые рекомендованы для участия в дальнейшем селекционном процессе.

• Литература

- El-Saber Batiha G., Beshbishi A.M., Wasef L.G., Elewa Y.H.A., Al-Sagan A.A., bd El-Hack M.E., Taha A.E., Abd-Elhakim Y.M., Devkota H.P. Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Garlic (*Allium sativum* L.): A Review. *Nutrients*. 2020;(12):872. <https://doi.org/10.3390/nu12030872>
- Mondal A., Banerjee S., Bose S., Mazumder S., Haber R.A., Farzaei M.H., Bishayee A. Garlic constituents for cancer prevention and therapy: From phytochemistry to novel formulations, *Pharmacol. Res.* 2022;(175):105837. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2021.105837>
- Aviello G., Abenavoli L., Borrelli F., Capasso R., Izzo A., Lembo F., Romano B. Gar-lic: Empiricism or science? *Nat. Prod. Commun.* 2009;(4):1785-1796.
- Berginc K., Kristl A. The mechanisms responsible for garlic - drug interactions and their *in vivo* relevance. *Curr. Drug Metab.* 2013;(14):90-101. <https://doi.org/10.2174/138920013804545188>
- Skoczylas J., Jędrzczak E., Dziedek K., Dacewicz E., Kopeć A. BasicChemical Compo-sition, Antioxidant Activity and Selected PolyphenolicCompounds Profile in Garlic Leaves and Bulbs Collected at Various Stages of Development. *Molecules*. 2023;(28):6653. <https://doi.org/10.3390/molecules28186653>
- Bayan L., Koulivand P.H., Gorji A. Garlic: A review of potential therapeutic effects. *Avicenna J. Phytomed.* 2014;(4):1-14.
- Fesseha H., Goa E. Therapeutic value of garlic (*Allium sativum*): A Review. *Adv. Food Technol. Nutr. Sci. Open J.* 2019;(5):107-117.
- Kuttan G. Immunomodulatory effect of some naturally occurring sulphurcontaining compounds. *J. Ethnopharmacol.* 2000;(72):93-99.
- Torres K.A.M., Lima S.M.R.R., Torres L.M.B., Gamberini M.T., SilvaJunior P.I.D. Garlic: An Alternative Treatment for Group B Streptococcus. *Microbiol. Spectr.* 2021;(9):e0017021. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1149854/v1>
- Lee J., Gupta S., Huang J.-S., Jayathilaka P., Lee B.-S. HPLC-MTTassay: Anticancer ac-tivity of aqueous garlic extract is from allicin. *Anal Biochem.* 2013;(436):187-189. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2013.01.033>
- Ashfaq F., Ali Q., Haider M.A., Hafeez M.M., Malik A. Therapeuticactivities of garlic constituent phytochemicals. *Biol. Clin. Sci. Res. J.* 2021;(2021):7. <https://doi.org/10.47264/bcsrj0201007>
- Tapiero H., Townsend D.M., Tew K.D. Organosulfur com-pounds fromalliaceae in the prevention of human pathologies. *Biomed Pharmacother.* 2004;(58):183-193. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2004.01.004>

13. Maghal M.H. Garlic Polyphenols: A Diet Based Therapy. *Biomed. J. Sci. Tech. Res.* 2019;15(4):11453-11458. <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2019.15.002721>
14. Čeryová N., Lídiková J., Pintér E., Šnirc M., Franková H., Norbová M., Fedorková S. Total polyphenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of garlic (*Allium sativum* L.) cili-vars. *J Microbiol Biotech Food Sci.* 2023;13(1):e9668. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.9668>
15. Голубкина Н.А., Немтинов В.И., Терешонок В.И. Чеснок и продукты его переработки, перспективы использования. *Овощи России.* 2024;(6):75-83. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-6-75-83> <https://elibrary.ru/gjqose>
16. Жаркова С.В. Морфометрические признаки чеснока озимого и их сопряжённость в условиях возделывания. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук.* 2025;2-1(101):167-169. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2025-2-1-167-169> <https://elibrary.ru/esxwnn>
17. Kamenetsky R. Garlic: Botany and Horticulture. In *Horticultural Reviews*, Jules J. (ed.), 2007. 123–172.
18. Shaaf S., Sharma R., Kilian B., Walther A., Özkan, H., Karami E., MohammadiB. Genetic structure and eco-geographical adaptation of garlic landraces (*Allium sativum* L.) in Iran. *Genetic Resources and Crop Evolution.* 2014;61(8):1565–1580. <https://doi.org/10.1007/s10722-014-0131-4>
19. Иванова М.И., Поляков А.В., Кашлева А.И. Генетические ресурсы некоторых представителей рода *Allium* L. *Овощи России.* 2025;(3):30-37. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-3-30-37> <https://elibrary.ru/prkynp>
20. Клинг А.П., Кумпан В.Н., Романов С.А., Казец Ю.А., Рост, развитие и урожайность образцов чеснока озимого в условиях южной лесостепи Западной. *Вестник Омского государственного аграрного университета.* 2024;4(56):75-80. <https://elibrary.ru/hotmyc>
21. Елисеева Н.А., Костанчук Ю.Н. Сравнительная характеристика коллекционных образцов чеснока озимого в условиях Крыма. *Taurida herald of the agrarian sciences.* 2023;2(34):52-60. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8271945> <https://elibrary.ru/hvttaj>
22. Пивоваров В.Ф., Добруцкая Е.Г. Экологические основы селекции и семеноводства овощных культур. М., 2000. 591 с.
23. Жаркова С.В., Сирота С.М., Великанов Н.М. Изменчивость признаков сортобразцов чеснока озимого в условиях лесостепи Приобья Алтайского края. *Овощи России.* 2018;(5):29-32. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-29-32> <https://elibrary.ru/vnhduw>
24. Методические указания по селекции луковых культур. М., 1997. 27 с.
25. Методика государственного сортиспытания с/х культур. М., 1975. С.87-121.
26. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: Россельхозакадемия, 2011. 650 с.
27. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
28. Драгавцев В.В. Эколо-генетическая организация полигенных признаков растений и теория селекционных индексов. *Молекулярная и прикладная генетика.* 2009;(9):7-13. <https://elibrary.ru/veqidi>
29. Зенкина К.В., Асеева Т.А. Оценка линий и сортов яровой пшеницы мягкой по селекционным индексам. *Вестник Казанского ГАУ.* 2025;1(77):5-11. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2025-1-5-11> <https://elibrary.ru/hcqemr>

• References

15. Golubkina N.A., Nemtinov V.I., Tereshonok V.I. Garlic and its processing products, prospects of their utilization. *Vegetable crops of Russia.* 2024;(6):75-83. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-6-75-83> <https://elibrary.ru/gjqose>
16. Zharkova, S. V. Morphometric traits of winter garlic and their relationship under cultivation conditions. *International Journal of Humanities and Natural Sciences.* 2025;2-1(101):167-169. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2025-2-1-167-169> <https://elibrary.ru/esxwnn>
19. Ivanova M.I., Polyakov A.V., Kashleva A.I. Genetic resources of some representatives of the genus *Allium* L. *Vegetable crops of Russia.* 2025;(3):30-37. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-3-30-37> <https://elibrary.ru/prkynp>
20. Kling A.P., Kumpan V.N., Romanov S.A., KazetzYu.A., Growth, development and yield of winter garlic samples in the conditions of the southern forest-steppe of the Western. *Bulletin of Omsk State Agrarian University.* 2024;4(56):75-80. (In Russ.) <https://elibrary.ru/hotmyc>
21. Eliseeva N.A., KostanchukYu.N. Comparative characteristics of collection samples of winter garlic in the conditions of Crimea. *TavricheskiyVestnik of Agrarian Science.* 2023;2(34):52-60. (In Russ.) <https://doi.org/10.5281/zenodo.8271945> <https://elibrary.ru/hvttaj>
22. Pivovarov V.F., E.G. Dobrutskaya Ecological foundations of breeding and seed production of vegetable crops. M., 2000. 591 p.(In Russ.)
23. Zharkova S.V., Sirota S.M., Velizhanov N.M. Variability of characters of winter garlic varieties under the conditions of forest-steppe of the Altai regions' Ob river area. *Vegetable crops of Russia.* 2018;(5):29-32. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-29-32> <https://elibrary.ru/vnhduw>
24. Guidelines for the selection of onion crops. Moscow, 1997. 27 p.(In Russ.)
25. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Moscow, 1975. P.87-121.(In Russ.)
26. Litvinov S.S. Methodology of field experiment in vegetable growing. Moscow: Russian Agricultural Academy, 2011. 650 p. (In Russ.)
27. Dospekhov B.A. Methodology of field experiment. Moscow: Kolos, 1985. 351 p. (In Russ.).
28. Dragavtsev V.V. Ecological and genetic organization of polygenic traits of plants and the theory of selection indices. *Molecular and Applied Genetics.* 2009;(9):7-13. (In Russ.) <https://elibrary.ru/veqidi>
29. Zenkina K.V., Aseeva T.A. Evaluation of lines and varieties of spring soft wheat by selection indices. *Bulletin of Kazan State Agrarian University* 2025;1(77):5-11. (In Russ.) <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2025-1-5-11> <https://elibrary.ru/hcqemr>

Об авторах:

Анна Петровна Клинг – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-0090-5216>, SPIN-код: 7397-7198,

автор для переписки, ap.kling@omgau.org

Сталина Владимировна Жаркова – доктор с.-х. наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0001-8410-6715>,

SPIN-код: 3579-4063, stalina_zharkova@mail.ru

Юлия Андреевна Каштанова – аспирант, <https://orcid.org/0009-0003-9992-5440>,

SPIN-код: 9391-5590, yua.kashtanova@omgau.org

Сергей Аркадьевич Романов – магистрант, sa.romanov2013@omgau.org

Владимир Николаевич Кумпан – директор учебно-опытного хозяйства, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-8747-5409>, SPIN-код: 4879-3772, vn.kumpan@omgau.org

About the Authors:

Anna P.Kling – Cand. Sci. (Agriculture),

<https://orcid.org/0000-0003-0090-5216>,

SPIN code: 7397-7198, Corresponding Author, ap.kling@omgau.org.

Stalina V.Zharkova – Dr. Sci. (Agriculture), Prof.,

<https://orcid.org/0000-0001-8410-6715>,

SPIN-code: 3579-4063, stalina_zharkova@mail.ru

Yulia A. Kashtanova – Postgraduate Student,

<https://orcid.org/0009-0003-9992-5440>,

SPIN-code: 9391-5590, yua.kashtanova@omgau.org

Sergey A. Romanov – Master's Student, sa.romanov2013@omgau.org

Vladimir N. Kumpan – Director of the Educational and Experimental Farm, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-8747-5409>,

SPIN-code: 4879-3772, vn.kumpan@omgau.org

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-26-31>
УДК:635.9:631.526.32(477.75)

Л. А. Рогатенюк, В. К. Зыкова*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» 298648, Россия, г. Ялта, Спуск Никитский, 52

*Автор для переписки: zykova.vk@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Рогатенюк Л.А.: проведение исследований, сбор данных, создание черновика рукописи; Зыкова В.К.: формальный анализ данных, руководство исследованием, создание и редактирование рукописи.

Для цитирования: Рогатенюк Л.А., Зыкова В.К. Особенности вегетативного размножения новых сортов тюльпанов садового класса Триумф при интродукции в Степном Крыму. *Овощи России.* 2025;(5):26-31.

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-26-31>

Поступила в редакцию: 01.07.2025

Принята к печати: 09.09.2025

Опубликована: 28.10.2025

Lyudmila A. Rogatenyuk, Vera K. Zykova*

Federal State Budgetary Scientific Institution
"Nikitsky Botanical Gardens - National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences",
298648, Russia, Yalta, Nikitsky Descent, 52

*Correspondence: zykova.vk@mail.ru

Conflict of interest. The authors declares that there is no conflict of interest.

Authors' Contribution: Rogatenyuk L.A.: research, data collection, writing – original draft; Zykova V.K.: data formal analysis, writing – review & editing, research management.

For citation: Rogatenyuk L.A., Zykova V.K. Features of vegetative propagation of new tulip cultivars of the garden class Triumph during introduction in the Steppe Crimea. *Vegetable crops of Russia.* 2025;(5):26-31. (In Russ.)

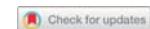
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-26-31>

Received: 01.07.2025

Accepted for publication: 09.09.2025

Published: 28.10.2025

Особенности вегетативного размножения новых сортов тюльпанов садового класса Триумф при интродукции в Степном Крыму





РЕЗЮМЕ

Актуальность. Тюльпаны садового класса Триумф относятся к наиболее востребованным растениям для весеннего цветочного оформления, и вопросы их вегетативного размножения для получения посадочного материала в рамках концепции импортозамещения в России сегодня являются актуальными. В рамках комплексного изучения новых для коллекции Никитского ботанического сада – Национального научного центра современных сортов тюльпанов садового класса Триумф было проведено исследование с целью выявления особенностей их вегетативного размножения при интродукции в условиях Степного Крыма.

Материалы и методы. Проведено изучение 39 сортов в 2022–2023 годах. На основании полученных результатов рассчитаны средние за два года общий и товарный коэффициенты вегетативного размножения сортов, выход товарных луковиц, устойчивость луковиц к грибным болезням при хранении и выявлены различия этих показателей в зависимости от сорта и года.

Результаты. Установлено, что у новых сортов класса Триумф изученные показатели выше, чем у старых сортов того же садового класса, которые были изучены ранее в этих же условиях. При этом все изученные сорта имели I тип формирования луковиц замещения, т.е. выход товарных луковиц у них составил менее 60%. В результате проведенного изучения выявлены 12 сортов, обладающих в условиях Степного Крыма стабильно высокими показателями выхода товарных луковиц и устойчивостью при хранении. Эти сорта рекомендуются нами для размножения в целях использования в озеленении, а также для селекционной работы по созданию новых отечественных сортов для условий юга России.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

тюльпан, садовый класс, сорт, общий коэффициент вегетативного размножения, товарный коэффициент вегетативного размножения, тип формирования луковиц замещения, выход товарных луковиц

Features of vegetative propagation of new tulip cultivars of the garden class Triumph during introduction in the Steppe Crimea

ABSTRACT

Relevance. Triumph garden class tulips are among the most popular plants for spring flower arrangements, and the issues of their vegetative propagation to obtain planting material within the framework of the import substitution concept in Russia today are relevant. As part of a comprehensive study of new varieties of Triumph garden class tulips for the collection of the Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center, a study was conducted to identify the features of their vegetative propagation when introduced in the conditions of the Steppe Crimea.

Materials and Methods. A study of 39 varieties was conducted in 2022–2023. Based on the results obtained, the average general and commercial coefficients of vegetative propagation of varieties, the yield of commercial bulbs and the resistance of bulbs to fungal diseases during storage were calculated for two years, and differences in these indicators depending on the variety and year were revealed.

Results. It was established that the new varieties of the Triumph class have higher studied indicators than the old varieties of the same garden class, which were studied earlier in the same conditions. At the same time, all the studied varieties had the I type of formation of replacement bulbs, i.e. the yield of commercial bulbs was less than 60%. As a result of the study, 12 varieties were identified that have consistently high yields of commercial bulbs and their stability during storage in the conditions of the Steppe Crimea. We recommend these varieties for propagation for use in landscaping, as well as for breeding work to create new domestic varieties for the conditions of the south of Russia. **Keywords:** tulips; garden class; cultivar; general coefficient of vegetative propagation, commercial coefficient of vegetative propagation, type of formation of replacement bulbs, yield of commercial bulbs.

KEYWORDS:

tulip, garden class, cultivar, general coefficient of vegetative propagation, commercial coefficient of vegetative propagation, type of replacement bulb formation, yield of commercial bulbs

Введение

Tюльпаны являются одной из высоко востребованных в России цветочных культур. Среди всего существующего многообразия сортов этой культуры наибольшей популярностью в цветоводстве пользуются сорта относительно нового класса Триумф, в основном относящиеся к числу цветущих в средние сроки. Этот класс, насчитывающий в конце XX века около 800 сортов, ежегодно пополняется новыми сортами, преимущественно голландской селекции, которые активно поступают на российский рынок [1]. Они используются в озеленении, выгонке и получении среза цветочной продукции в открытом грунте, причем посадочный материал в основном закупается у иностранных фирм. Производство собственного посадочного материала согласуется с современной концепцией импортозамещения в нашей стране. Сорта тюльпанов в промышленных масштабах размножаются вегетативно. Для этого используют их видоизмененные подземные побеги – луковицы. Продуктивность размножения сорта определяют коэффициентом вегетативного размножения – это количество дочерних луковиц, формирующихся в течение года из материнской луковицы. Дочерние луковицы различаются между собой по размеру и по способности в свою очередь формировать новые луковицы. Коэффициент вегетативного размножения и способность к образованию большого числа крупных луковиц являются сортовыми признаками, но на них оказывают влияние также условия выращивания, температурный режим хранения, устойчивость сортов к болезням и вредителям, уровень агротехники [2,3,4,5,6,7]. Среди климатических факторов наибольшее влияние на образование товарных луковиц оказывают температура воздуха в мае, снижение которой повышает количество товарных луковиц, и продолжительность солнечного сияния, увеличение которой в этот период также повышает урожай [6]. Среди агротехнических условий установлено значительное влияние на урожай луковиц внесения азотных удобрений [7]. Общий коэффициент вегетативного размножения в разные годы может отличаться у одних и тех же сортов в два раза [3]. При этом причиной накопления луковиц мелких фракций при выращивании тюльпанов с высоким и средним коэффициентом размножения в разных регионах России являются недостаточно благоприятные для этой культуры экологические и технологические факторы [8].

Также в новейших исследованиях установлено, что развитие дочерних луковиц у тюльпанов регулируется генами семейства PEBP, которые отвечают за рост и цветение. Ранние различия в экспрессии этих генов определяют, какие луковицы будут товарными (крупными, дающими цветущие растения при посадке), а какие останутся мелкими [9].

Важными характеристиками сортов при их рекомендации к промышленному размножению помимо общего (биологического) коэффициента вегетативного размножения, отражающего отношение количества выкопанных луковиц к количеству посаженных, являются товарный (хозяйственный) коэффициент вегетативного размножения, показывающий количество высококачественных луковиц, полученных от одной посаженной, а также устойчивость луковиц к грибным заболеваниям, как в период вегетации, так и при хранении [10]. Опубликованные данные по этим вопросам встречаются редко и, в основном, посвящены изучению сортов, уже устаревших к настоящему времени.

В среднем для Средней полосы России общий коэффициент вегетативного размножения тюльпанов всех садовых

классов составляет от 1,9 до 3,1 и наиболее высок у сортов со средними и поздними сроками цветения [11]. Средний общий коэффициент вегетативного размножения, рассчитанный для сортов разных садовых классов, включая и класс Триумф в условиях лесостепи юга Западной Сибири (г. Барнаул), был еще ниже и составил 1,7 [12].

Для сортов садового класса Триумф исследование особенностей вегетативного размножения проводили в Главном ботаническом саду (в исследование вошло 55 сортов этого класса) [4], в Ботаническом саду-институте Поволжского государственного технологического университете (4 сорта) [13], в Ботаническом саду Кубанского аграрного университета (3 сорта) [14], в Мичуринском государственном аграрном университете (2 сорта) [15].

В зарубежных странах исследования особенностей вегетативного размножения сортов класса Триумф проведены в Индии (Центральный институт умеренного садоводства, г. Шринагар), где изучены 10 сортов [16].

Проведенное ранее в Степном отделении Никитского ботанического сада – Национального научного центра (НБС – ННЦ) изучение сортов тюльпанов Триумф, по способности луковиц разбора экстра к вегетативному размножению и образованию дочерних луковиц различных размеров показало, что товарный коэффициент вегетативного размножения у изученных интродуцированных сортов достигал 1,5, а общий коэффициент вегетативного размножения доходил до 6. При этом, в первый год выращивания наблюдалось формирование большого числа мелких луковиц [17], которые требуют длительного периода дормации [18].

Целью нашей работы было выявление особенностей вегетативного размножения новых современных сортов тюльпанов садового класса Триумф при их интродукции в условиях степного Крыма.

В связи с этим решали следующие задачи: в условиях степного Крыма собрать данные по числу образующихся луковиц и их размеру у изучаемых сортов за два года наблюдений; провести расчеты показателей вегетативного размножения, определяющих способность сорта наращивать товарные луковицы по годам изучения; выявить сорта, наиболее перспективные для промышленного размножения.

Материал и методы

В 2022–2023 годах в Степном отделении НБС – ННЦ (степная зона Крымского полуострова) было изучено 39 сортов тюльпанов современной иностранной селекции садового класса Триумф (в скобках указана окраска цветка): Aphrodite (красно-розовая), Airbus (розовая), Anaconda (розовая), Argos (сиреневая), Buckingham (желтая с розовыми краями), Bullitt (пурпурная), Kadima (розовая с белыми краями), Cha-Cha (красная с белыми краями), Cream Fraiche (светло-желтая), De Dijk (красная с белыми краями), Delta Strong (белая), Destination (пурпурная), Hiker (красная с желтыми краями), Feline (светло-розовая), First Life (пурпурная), Gabriella (светло-розовая), Energy for All (красная с белыми краями), Expression (розовая), Kasparov (темно-красная), Lech Walesa (розовая с белыми краями), Lions Glory (желтая), Memphis (белая с розовыми краями), Ontario (красная с желтыми краями), Optimist (розовая), Orange Balloon (оранжевая), Orange Juice (оранжевая), Passio Sweet (розовая), Pallada (темно-красная), Panama (пурпурная), Panenka (красная с желтыми краями), Poseidon (малиновая с белыми краями), Purple Raven (пурпурная), Red Power (красная), Sinfonia (белая с розовыми краями), Sissy (розовая),

Stargazer (красный с белым), Time Out (оранжевая), Tresor (розовая), White Dynasty (белая). Все перечисленные сорта созданы в Нидерландах. Среди указанных сортов ранее уже изучался и был рекомендован для использования в озеленении Крыма сорт Hiker [19]. В настоящее исследование этот сорт класса Триумф, как изученный и обладающий стабильными свойствами [20], был включен в качестве сорта - стандарта.

Сбор данных по способности изучаемых сортов к вегетативному размножению проводили в течение 2-х лет, учитывая подходы Методики первичного сортоизучения цветочных культур [21].

В качестве исходного посадочного материала при двухлетнем изучении интенсивности вегетативного размножения сортов тюльпанов использовали по 20 материнских луковиц разбора экстра для каждого сорта.

Посадку луковиц проводили с середины октября до середины ноября. Глубина посадки составляла три высоты луковицы от поверхности почвы, плотность посадки – 50 луковиц на квадратный метр. Во время вегетации проводили подкормку азотно-калийным минеральным удобрением. Перед цветением и в конце цветения проводили полив. Сразу после цветения удаляли завязи. Выкопка луковиц проводили в июне.

Ежегодно осуществляли сортировку полученных от каждой материнской луковицы дочерних луковиц. Согласно существующему государственному стандарту луковицы тюльпанов по окружности в наибольшем поперечном сечении подразделяют на шесть размеров [22]. В общепринятой производственной практике [2, 13, 18, 19] используется деление по диаметру луковицы на шесть разборов или фракций. Луковицы диаметром более 4,0 см – разбор экстра; от 3,5 до 4 см – первый разбор; от 3 до 3,5 см – второй разбор; от 2,5 до 2,9 см – третий разбор; от 1,5 до 2,4 см – детка первой категории («счетная детка»); менее 1,5 см диаметром – детка второй категории («весовая детка») [18, 19].

Луковицы разного размера имеют разную ценность и особенности использования.

При промышленном размножении наиболее ценными являются так называемые товарные луковицы, в число которых включаются луковицы экстра и первого разбора. Именно они используются для выгонки тюльпанов, озеленения и производства луковиц на продажу, т.к. имеют высокий коэффициент размножения и образуют дочерние луковицы различных размеров. К луковицам нарастания относятся луковицы второго и третьего разборов, а также «счетная детка». Высокий коэффициент размножения у этой группы луковиц считается отрицательной характеристикой сорта, т.к. приводит к образованию луковиц меньшего размера. Самый долгий период нарастания до товарных размеров имеют луковицы размера «весовая детка». Эти луковицы имеют ювенильный характер развития и используются для омоложения сорта [18].

На основе анализа структуры урожая луковиц по каждому сорту сорта можно разделить на три типа формирования луковиц замещения:

I тип – формируются, в основном, мелкие луковицы, выход товарных луковиц составляет менее 60%;

II тип – формируются луковицы всех размеров, но, при этом, выход товарных луковиц составляет более 60%;

III тип – формируются преимущественно товарные луковицы и незначительное количество луковиц других размеров [18, 21].

Для характеристики вегетативного размножения сортов в течение двух лет изучали общий (биологический) и товарный (хозяйственный) коэффициенты вегетативного размножения и выход товарных луковиц [21].

Общий коэффициент вегетативного размножения определяется количеством дочерних луковиц, включая детку, сформировавшихся в конце вегетации от одной материнской луковицы.

Товарный коэффициент вегетативного размножения несет информацию о количестве луковиц экстра и I разбора, сформировавшиеся в конце вегетации от одной материнской луковицы.

Выход товарных луковиц определяли как отношение количества товарных луковиц к общему количеству полученных луковиц в процентном выражении по каждому году изучения.

На эффективность промышленного размножения тюльпанов большое влияние оказывает устойчивость луковиц к болезням в период хранения. Основными возбудителями грибных болезней при хранении луковиц являются *Fusarium oxysporum* Schleld. и *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. [23]. В настоящей работе приводятся данные по доле луковиц, сохранившихся в период между выкопкой в июне и осенней посадке, что отражает устойчивость луковиц изучаемых сортов к грибным болезням в условиях Степного Крыма.

Результаты и обсуждение

Установлено, что все исследуемые 39 сортов в условиях Степного Крыма относятся к I типу формирования луковиц замещения – выход товарных луковиц в процентном выражении от общего числа полученных луковиц у них был ниже 60 %.

В таблице представлены средние по двум годам наблюдений общий и товарный коэффициенты вегетативного размножения, выход товарных луковиц в процентном выражении, а также устойчивость луковиц сортов в хранении. Установлено, что сорта отличались друг от друга по изучаемым показателям, а также, что эти показатели отличались у одних и тех же сортов в зависимости года исследования.

В 2022 году у сортов Expression, Cream Fraiche, Aphrodite и Argos товарный коэффициент вегетативного размножения был равен 0%. Максимальное значение этого коэффициента составило 2,4% и наблюдалось у сортов Lions Glory и Optimist в 2022 и у сорта Kadima в 2023 году. Средние значения за два года изучения товарного коэффициента вегетативного размножения составляли от 0,3 (Anaconda, Expression) до 1,9 у сорта Lions Glory. При этом только 7 сортов находились по этому показателю на уровне сорта-стандarta или выше него.

Во влажных субтропиках Индии (г. Шринагар) товарный коэффициент вегетативного размножения был выше, чем в нашем эксперименте и составил от 2,0 до 2,7 [16].

Общий коэффициент вегетативного размножения изменялся в зависимости от сорта в 2022 году от 1,8 у сорта Expression до 15 у сорта Pallada. Средние значения за два года изучения общего коэффициента вегетативного размножения составляли от 3,6 у сорта Expression до 11,6 у сорта Cream Fraiche. По среднему значению этого показателя за два года только 7 сортов (Cha Cha, Cream Fraiche, De Dijk, First Life, Orange Balloon, Orange Juice, Pallada) были на уровне сорта-стандarta или выше него.

Сравнение полученных значений с результатами, полученными в других климатических зонах, показывает, что в условиях умеренно континентального климата степной зоны Крыма общий коэффициент вегетативного размножения у сортов класса Триумф является высоким. Так, в условиях умеренно континентального климата зоны смешанных лесов Средней полосы России (г. Москва) общий коэффициент вегетативного размножения составил, в зависимости от сорта, от 0,6 до 8,6 [4], в условиях умеренно континентального климата на грани-

Таблица. Средние за два года изучения показатели способности к вегетативному размножению изучаемых сортов тюльпанов
Table. Average indicators of the ability to vegetative propagation of the studied tulip varieties over two years of study

Название сорта	Коэффициент вегетативного размножения, $x \pm S_x$		Выход товарных луковиц, %	Устойчивость луковиц в хранении, %
	товарный	общий		
1	2	3	4	5
Airbus	1,4±0,2	5,4±1,6	29,6	78,8
Anaconda	0,3±0,1	4,8±0,2	6,2	60,0
Aphrodite	0,4±0,5	6,8±0,0	5,9	84,2
Argos	0,3±0,4	6,5±1,7	6,3	83,0
Buckingham	0,9±0,5	4,9±0,9	17,1	77,8
Bullit	0,5±0,1	3,8±0,2	13,4	65,0
Cha Cha	0,8±0,4	10,0±0,4	7,8	50,6
Cream Fraiche	0,7±0,9	11,6±0,8	5,6	83,0
De Dijk	0,7±0,1	10,7±3,7	2,6	47,4
Delta Strong	0,7±0,1	4,5±0,3	15,5	77,1
Destination	1,0±0,6	4,1±1,3	21,9	56,1
Energy for All	1,1±0,5	7,8±3,2	13,7	87,8
Expression	0,3±0,4	3,6±1,8	16,6	75,9
Feline	1,3±0,5	5,2±0,8	24,1	68,3
First Life	1,2±0,8	9,8±2,6	10,9	83,9
Gabriella	0,5±0,1	6,3±0,5	8,1	70,3
Hiker	1,4±0,2	8,3±1,9	17,2	89,2
Kadima	1,7±0,7	6,4±1,6	25,4	71,5
Kasparov	0,8±0,1	4,9±2,1	20,0	80,3
Lech Walesa	0,6±0,1	6,3±0,5	9,6	62,7
Lions Glory	1,9±0,5	6,6±2,6	30,6	70,3
Memphis	1,2±0,2	7,0±1,4	17,2	71,4
Ontario	0,4±0,1	7,2±0,8	6,7	72,6
Optimist	1,4±1	7,1±2,5	16,5	60,1
Orange Balloon	1,6±0,1	8,7±3,3	21,5	77,6
Orange Juice	1,7±0,9	10,0±0,2	17,2	81,8
Pallada	0,6±0,2	9,4±5,6	7,9	57,7
Panama	0,7±0,1	7,3±4,1	6,0	83,3
Panenka	1,1±0,5	7,5±2,1	13,9	85,4
Passio Sweet	0,8±0,3	6,3±1,9	13,0	79,2
Poseidon	1,2±0,2	3,7±0,7	32,6	72,7
Purple Raven	1,0±0,2	5,0±0,8	21,2	80,3
Red Power	0,7±0,1	6,7±2,7	11,8	71,6
Sinfonia	0,6±0,4	4,5±2,3	11,9	56,8
Sissy	0,9±0,1	6,8±0,6	13,5	75,8
Stargazer	0,7±0,3	7,4±2,4	9,1	70,7
Time Out	1,0±0,2	6,2±2,0	16,8	76,6
Tresor	1,4±0,2	5,8±0,2	24,2	83,0
White Dynasty	0,9±0,1	5,5±0,7	15,4	85,6

це лесной (южная тайга) и лесостепной природных зон (г. Иошкар-Ола) – от 2,6 до 3,6 [13], в умеренно континентальном климате лесостепной зоны (г. Мичуринск) – от 1,9 до 3,4 [15] в умеренно континентальном климате зоны северных степей (г. Краснодар) – от 3,4 до 4,1 [14], в Индии, в условиях влажного субтропического климата (г. Шринагар) – от 3,1 до 5,0 [16].

При сравнении полученных нами результатов с результатами, полученными ранее в тех же условиях Степного Крыма, но для более старых сортов [17], выявлено, что современные сорта класса Триумф, в основном, отличаются не только луч-

шими декоративными качествами, но и более высокими коэффициентами вегетативного размножения.

У большинства тюльпанов (22 сорта) выход товарных луковиц вырос на второй год эксперимента, что говорит об их адаптации к условиям интродукции. Средний выход товарных луковиц варьировал от 2,6% у сорта De Dijk до 32,6% у сорта Poseidon.

Ранее в исследованиях ботанического сада Поволжского государственного технологического университета также был установлен достаточно низкий выход товарных луковиц у сор-

тов класса Триумф, который составил, в зависимости от сорта, от 3,7 до 23,1% [13].

По выходу товарных луковиц сорта в нашем эксперименте были разделены на две группы: 22 сорта имели низкий, меньший, чем у сорта-стандарты выход товарных луковиц (менее 17,2%), а оставшиеся 16 сортов имели выход товарных луковиц наравне с сортом-стандартом или выше. Последнюю наиболее ценную группу составили сорта со средним за два года выходом товарных луковиц более 20%: Airbus, Destination, Feline, Kadima, Lions Glory, Orange Balloon, Poseidon, Purple Raven, Tresor. Эти сорта, за исключением сорта Destination, повысили выход товарных луковиц на второй год культивирования.

Устойчивость луковиц в хранении в 2022 году составляла от 20% у сорта Anaconda до 80% у сорта Energy for All. В 2023 году у большинства тюльпанов (32 сорта) этот показатель возрос, и у 11 сортов (Expression, Cream Fraiche, Aphrodite, Argos, Anaconda, Panama, Hiker, Delta Strong, Panenka, First Life, Sissy) достиг 100%. Снижение устойчивости луковиц при хранении в 2023 году произошло только 7 сортов (Cha Cha, Pallada, Bullit, De Dijk, Stargazer, Destination, Optimist), которые, по-видимому, в условиях Степного Крыма оказались более подвержены грибным заболеваниям.

Сравнивая полученные результаты с опубликованными ранее [24], необходимо отметить, что в условиях резко континентального климата южного Казахстана устойчивость луковиц при хранении на второй год культивирования снижалась, в то время как в нашем эксперименте она возрастала, а высоко устойчивый сорт в Казахстане сорт Ontario в Крыму показал среднюю устойчивость при хранении. Таким образом, важным является изучение устойчивости тюльпанов в каждом регионе их интродукции.

В среднем за два года максимальную устойчивость луковиц при хранении (89,2) продемонстрировал сорт-стандарт Hiker, а еще 12 изучаемых сортов (Aphrodite, Argos, Cream Fraiche, Energy for All, First Life, Kasparov, Orange Juice, Panama, Panenka, Purple Raven, Tresor, White Dynasty) имели близкую к нему достаточно высокую устойчивость луковиц, превышающую 80%.

Выявлены 6 сортов (Cream Fraiche, Aphrodite, Feline, White Dynasty, Kadima, White Dynasty), которые улучшили все изучаемые показатели на второй год изучения, что может говорить об их успешной адаптации в условиях интродукции. Также выявлены 4 сорта (De Dijk, Stargazer, Destination, Optimist), ухудшившие все показатели вегетативного размножения на второй год исследования, и, по-видимому, имеющих низкие адаптационные возможности в условиях Степного Крыма.

Выводы

Таким образом, в результате изучения особенностей вегетативного размножения 39 сортов из садового класса Триумф при их интродукции в условиях Степного Крыма установлено, что все они имеют здесь I тип формирования луковиц замещения, т.е. выход товарных луковиц у них составляет менее 60%. При этом сорта последних лет интродукции имеют лучшие показатели вегетативного размножения, по сравнению с изученными ранее более старыми сортами. Выявлены 12 сортов (Tresor, Feline, Airbus, Orange Balloon, Hiker, Purple Raven, White Dynasty, Kasparov, Time Out, Kadima, Lions Glory, Poseidon), обладающих стабильно высокими показателями выхода товарных луковиц и их устойчивости при хранении. Эти сорта рекомендуются для размножения и использования в озеленении, а также в последующей селекционной работе для создания отечественных сортов, перспективных для зеленого строительства в условиях Степного Крыма.



*Rис. Сорта тюльпана: Lion's Glory, Memphis, Lech Walesa, Gabriella
Fig. Tulip varieties: Lion's Glory, Memphis, Lech Walesa, Gabriella*

• Литература

1. Мохно В.С., Братухина Е.В. История классификации тюльпанов и возможности использования их многообразия в селекции. *Субтропическое и декоративное садоводство*. 2012;(47):99-106. <https://elibrary.ru/pieptrd>
2. Грошева Е.В., Скрипникова М.К. Особенности размножения и продуктивности цветения тюльпана в Центрально-Чернозёмном регионе. *Вестник МичГАУ*. 2012;(2):54-59.

<https://elibrary.ru/peomlx>

3. Грошева Е.В., Скрипникова М.К. Сортовые особенности роста, цветения и размножения тюльпана в Тамбовской области. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2012;31(1):115-122. <https://elibrary.ru/owarptd>
4. Данилина Н.Н. Сортовые особенности вегетативного размножения тюльпанов коллекции ГБС РАН. *Бюллетень Главного ботанического сада*. 2018;1(204):19-26. <https://elibrary.ru/ytxubi>

5. Кудрявцева В.М. Тюльпаны. Минск: Полымя, 1987. 240 с.
6. Amano M., Kanamori M., Imai F. A method of bulb yield prediction in tulip. *Acta Horticulture*. 2005;(673):745-749.
7. Cheal W.F., Hewitt E.J. Effects of Major Nutrients on Two Varieties of Tulip Grown in Sand Culture. *Journal of Horticultural Science*. 1962;37(2):134-140.
8. Лях В.М. О причинах накопления луковиц мелких фракций при коммерческом выращивании тюльпанов. *Субтропическое и декоративное садоводство*. 2013;(48):122-137. <https://elibrary.ru/qyykfz>
9. Bellinazzo F., Manders I., Heidemann B., Aguirre Bolanos M., Stouten E., Busscher J., Abarca D., van der Wal F., Carnier Dornelas M., Angenent G., Proveniers M., Nijveen H., Immink R. Differential growth and flowering capacity of tulip bulbs and the potential involvement of phosphatidylethanolamine-binding proteins (PEBPs). *Biology Direct*. 2025;20(1):29. <https://doi.org/10.1186/s13062-025-00625-y>
10. Александрова Л.М. Интродукционная сортовооценка и особенности вегетативного размножения тюльпанов в степном Крыму. Ялта, 1995. 27 с.
11. Зайцева Е.Н. Тюльпаны. М.: Сельхозлитература, 1958. 87 с.
12. Мухина О.А. Ассортимент тюльпанов для лесостепи юга Западной Сибири. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2008;11(191):26-32. <https://elibrary.ru/jubdlp>
13. Бирюкова О.А. Вегетативная продуктивность сортов тюльпана гибридного. Труды Поволжского государственного технологического университета. Серия: Технологическая. 2017;(5):5-8. <https://elibrary.ru/zdmipv>
14. Бровкина Т.Я., Фоменко Т.В. Агробиологическая оценка сортов тюльпанов в условиях ботанического сада КУГАУ. *Экологический Вестник Северного Кавказа*. 2024;20(1):68-73.
15. Лукьянова Е.А., Хубулова Е.Р. Хозяйственно-биологическая оценка районированных сортов тюльпанов в Мичуринском районе. *Наука и Образование. Электронный журнал*. 2022;5(4). <https://elibrary.ru/wcpxreb>
16. Kumar R., Sharma O.C., Singh D.V. Screening of tulip (*Tulipa gesneriana* L.) germplasm for quality cut flower and bulb production. *Indian Journal of Horticulture* 2017;74(2):251-257. <https://doi.org/10.5958/0974-0112.2017.00051.2>
17. Александрова Л.М. Способность к вегетативному размножению сортов тюльпана садового класса Триумф в условиях Степного Крыма. *Бюлл. Гос. Никит. ботан. Сада*. 2017;(125):144-149. <https://www.elibrary.ru/zujxkh>
18. Былов В.Н., Зайцева Е.Н. Технология выращивания луковиц тюльпанов для выгонки М.: Агропромиздат, 1986. 56 с.
19. Александрова Л.М., Рогатенюк Л.А. Методические рекомендации по культивированию *Tulipa* L. в Крыму. Симферополь: Ариал, 2017. 48 с.
20. Сайфуллин Р.Г., Лобачев Ю.В., Бекетова Г.А., Курасова Л.Г. Подбор сортов-стандартов для полевых опытов Госсортсети Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014;(6):33-34. <https://www.elibrary.ru/sbzmvh>
21. Болгов В.И., Евсюкова Т.В., Козина В.В., Пустынников В.И. Методика первичного сортовидения цветочных культур М.: РАСХН, 1998. 40 с.
22. ГОСТ 28849-90 Межгосударственный стандарт. Луковицы и клубнелуковицы цветочных культур. Технические условия. (утв. и введен в действие Постановлением государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 29.12.1990 № 3608). М.: Стандартинформ, 2006. 10 с.
23. Грошева Е.В., Скрипникова Е.В. Грибные заболевания луковиц тюльпана в условиях Тамбовской области. *Субтропическое и декоративное садоводство*. 2012;(46):199-206. <https://www.elibrary.ru/phyetf>
24. Салыбекова Н.Н., Сержанова А.Е., Турметова Г.Ж. Оценка устойчивости культурных сортов тюльпанов к болезням. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2024;(3):162-167. <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2024-3-162-167> <https://www.elibrary.ru/wwgipq>
59. <https://elibrary.ru/peomlx> (in Russ.)
3. Grosheva E.V., Skripnikova M.K. Varietal features of growth, flowering and reproduction of tulips in the Tambov region. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2012;31(1):115-122. <https://elibrary.ru/owapyt> (in Russ.)
4. Danilina N.N. Varietal features of vegetative propagation of tulips from the collection of the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences. *Bulletin of the Main Botanical Garden*. 2018;1(204):19-26. <https://elibrary.ru/ytxbi> (in Russ.)
5. Kudryavtseva V.M. Tulips. Minsk: Polymya, 1987. 240 p. (in Russ.)
6. Amano M., Kanamori M., Imai F. A method of bulb yield prediction in tulip. *Acta Horticulture*. 2005;(673):745-749.
7. Cheal W.F., Hewitt E.J. Effects of Major Nutrients on Two Varieties of Tulip Grown in Sand Culture. *Journal of Horticultural Science*. 1962;37(2):134-140.
8. Lyakh V.M. On the reasons for the accumulation of small fraction bulbs during commercial cultivation of tulips. *Subtropical and ornamental horticulture*. 2013;(48):122-137. <https://elibrary.ru/qyykfz> (in Russ.)
9. Bellinazzo F., Manders I., Heidemann B., Aguirre Bolanos M., Stouten E., Busscher J., Abarca D., van der Wal F., Carnier Dornelas M., Angenent G., Proveniers M., Nijveen H., Immink R. Differential growth and flowering capacity of tulip bulbs and the potential involvement of phosphatidylethanolamine-binding proteins (PEBPs). *Biology Direct*. 2025;20(1):29. <https://doi.org/10.1186/s13062-025-00625-y>
10. Aleksandrova L.M. Introduction variety evaluation and features of vegetative propagation of tulips in the steppe Crimea. Yalta. 1995. 27 p. (in Russ.)
11. Zaitseva E.N. Tulips. Moscow: Agricultural Literature, 1958. 87 p. (in Russ.)
12. Mukhina O.A. Assortment of tulips for the forest-steppe of the south of Western Siberia. *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. 2008;11(191):26-32. (in Russ.) <https://elibrary.ru/jubdlp>
13. Biryukova O.A. Vegetative productivity of hybrid tulip varieties. *Proceedings of the Volga State Technological University. Series: Technological*. 2017;(5):5-8. <https://elibrary.ru/zdmipv> (in Russ.)
14. Brovkina T.Ya., Fomenko T.V. Agrobiological assessment of tulip varieties in the conditions of the botanical garden of KubGAU. *Ecological Bulletin of the North Caucasus*. 2024;20(1):68-73. (in Russ.)
15. Lukyanova E.A., Khubulova E.R. Economic and biological assessment of zoned tulip varieties in the Michurinsky district. *Science and Education. Electronic journal*. 2022;5(4). <https://elibrary.ru/wcpxeb> (in Russ.)
16. Kumar R., Sharma O.C., Singh D.V. Screening of tulip (*Tulipa gesneriana* L.) germplasm for quality cut flower and bulb production. *Indian Journal of Horticulture* 2017;74(2):251-257. <https://doi.org/10.5958/0974-0112.2017.00051.2>
17. Aleksandrova L.M. Ability to vegetative propagation of tulip varieties of the garden class Triumph in the conditions of the Steppe Crimea Bull. State Nikitsky Botanical Garden. 2017;(125):144-149. <https://www.elibrary.ru/zujxkh> (in Russ.)
18. Bylov V.N., Zaitseva E.N. Technology of growing tulip bulbs for forcing Moscow: Agropromizdat, 1986. 56 p. (in Russ.)
19. Aleksandrova L.M., Rogatenyuk L.A. Guidelines for the cultivation of *Tulipa* L. in Crimea. Simferopol: Arial, 2017. 48 p. (in Russ.)
20. Saifullin R.G., Lobachev Yu.V., Beketova G.A., Kurasova L.G. Selection of standard varieties for field experiments of the State Variety Network. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2014;(6):33-34. <https://www.elibrary.ru/sbzmvh> (in Russ.)
21. Bolgov V.I., Evsyukova T.V., Kozina V.V., Pustynnikov V.I. Methodology of primary variety study of flower crops Moscow: Russian Academy of Agricultural Sciences, 1998. 40 p. (in Russ.)
22. ГОСТ 28849-90 Interstate standard. Bulbs and corms of flower crops. Technical conditions. (approved and put into effect by the Resolution of the USSR State Committee for Product Quality Management and Standards dated 29.12.1990 No. 3608). Moscow: Standartinform, 2006. 10 p. (in Russ.)
23. Grosheva E.V., Skripnikova E.V. Fungal diseases of tulip bulbs in the Tambov region. *Subtropical and ornamental gardening*. 2012;(46):199-206. <https://www.elibrary.ru/phyetf> (in Russ.)
24. Salybekova N. N., Serjhanova A. E., Turmetova G. Zh. Evaluation of resistance of cultivated tulip varieties to diseases. *Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products*. 2024;(3):162-167. <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2024-3-162-167> <https://www.elibrary.ru/wwgipq> (in Russ.)

• References

1. Mokhno V.S., Bratukhina E.V. History of tulip classification and possibilities of using their diversity in breeding. *Subtropical and ornamental gardening*. 2012;(47):99-106. <https://elibrary.ru/pietpd> (in Russ.)
2. Grosheva E. V., Skripnikova M. K. Features of reproduction and flowering productivity of tulip in the Central Black Earth Region. *The bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2012;(2):54-

About the Authors:

- Lyudmila A. Rogatenyuk** – Laboratory assistant-researcher of the Steppe Gardening Laboratory of the Crimean Institute of Gardening, SPIN-code: 4606-4579
- Vera K. Zykova** – Cand. Sci. (Biology), Senior researcher of the Laboratory of Floriculture, <https://orcid.org/0000-0002-0583-494X>; SPIN-code: 3967-6528, Corresponding Author, zykova.vk@mail.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-32-39>
УДК:635.25:631.524.86

С.А. Ветрова^{1*}, М.М. Марчева¹,
Т.М. Середин¹, А.В. Солдатенко¹,
И.А. Енгалычева¹, Л.В. Кривенков¹,
В.Б. Логунова¹, К.И. Дацюк¹, М.В. Каракай²

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБУ ФНЦО)
143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИССОК, Селекционная, д.14

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»)
140150, Россия, Московская область, Раменский район, пгт. Быково, д. 32

*Автор для переписки: lana-k2201@mail.ru

Вклад авторов: Ветрова С.А.: концепция, администрирование, планирование и проведение исследования, анализ данных, написание рукописи, иллюстрирование, редактирование рукописи. Марчева М.М.: обзор литературы, планирование и проведение исследования, написание рукописи, редактирование рукописи. Солдатенко А.В. и Середин Т.М.: научное руководство исследований, администрирование, редактирование рукописи. Енгалычева И.А.: концепция, проведение исследования, редактирование рукописи. Кривенков Л.В.: концепция, редактирование рукописи. Логунова В.Б.: редактирование рукописи. Дацюк К.И.: анализ литературных данных, написание рукописи. Каракай М.В.: анализ литературных данных, проведение исследований.

Конфликт интересов. Солдатенко А.В. является членом редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2017 года, но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.

Финансирование исследований. Исследования выполнены по Государственному заданию FGGF-2025-0003, FGGF-2024-0010.

Для цитирования: Ветрова С.А., Марчева М.М., Середин Т.М., Солдатенко А.В., Енгалычева И.А., Кривенков Л.В., Логунова В.Б., Дацюк К.И., Каракай М.В. Выделение источников устойчивости лука репчатого (*Allium cepa* L.) к возбудителям фузариозной и бактериальной гнили. *Овощи России*, 2025;(5):32-39.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-32-39>

Поступила в редакцию: 27.09.2025

Принята к печати: 25.10.2025

Опубликована: 28.10.2025

Svetlana A. Vetrova^{1*}, Margarita M. Marcheva¹, Timofey M. Seredin¹, Alexey V. Soldatenko¹, Irina A. Engalycheva¹, Leonid V. Krivenkov¹, Valentina V. Logunova¹, Kseniya I. Datsyuk¹, Milena V. Karakay²

¹Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Vegetable Center» (FSBSI FSVC)
14, Selectsionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072

²Federal State Budgetary Institution «All-Russian Plant Quarantine Centre» (FGBU VNIIKR)
32, Pogranichnaya str., Bykovo, Ramensky district, Moscow region, Russia, 140150

*Corresponding Author: lana-k2201@mail.ru

Authors' Contribution: Vetrova S.A.: concept, administration, planning and conducting the study, data analysis, manuscript writing, illustrations, manuscript editing. Marcheva M.M.: literature review, planning and conducting the study, manuscript writing, manuscript editing. Soldatenko A.V. and Seredin T.M.: research supervision, administration, manuscript editing. Engalycheva I.A.: concept, conducting the study, manuscript editing. Krivenkov L.V.: concept, manuscript editing. Logunova V.V.: manuscript editing. Datsyuk K.I.: literature analysis, manuscript writing. Karakay M.V.: literature analysis, conducting the study.

Funding. The research was carried out under State Contracts FGGF-2025-0003 and FGGF-2024-0010.

Conflict of interest. Soldatenko A.V. has been a member of the editorial board of the Journal "Vegetable crops of Russia" since 2017, but had nothing to do with the decision to publish this manuscript. The manuscript passed the journal's peer review procedure. The authors declare no other conflicts of interest.

For citation: Vetrova S.A., Marcheva M.M., Seredin T.M., Soldatenko A.V., Engalycheva I.A., Krivenkov L.V., Logunova V.V., Datsyuk K.I., Karakay M.V. Identifying sources of resistance to fusarium and bacterial rot in onions (*Allium cepa* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2025;(5):32-39. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-32-39>

Received: 27.09.2025

Accepted for publication: 25.10.2025

Published: 28.10.2025

Check for updates

Выделение источников устойчивости лука репчатого (*Allium cepa* L.) к возбудителям фузариозной и бактериальной гнили



РЕЗЮМЕ

Актуальность. В селекции лука репчатого приоритетным направлением является создание межлинейных гибридов на основе цитоплазматической мужской стерильности, для получения которых необходимо создать фонд инбредных линий, характеризующихся высокой комбинационной способностью по комплексу хозяйственно ценных признаков, устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам. Наиболее вредоносными болезнями лука репчатого являются фузариоз и бактериоз с потерей урожая от 40 % и более.

Цель исследований – провести оценку родительских линий и гибридных комбинаций на их основе по устойчивости к аборигенным штаммам возбудителей фузариозной и бактериальной гнили.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2022–2024 годах в ФГБНУ ФНЦО в Одинцовском районе Московской области. Проанализировано 12 селекционных линий и девять гибридных комбинаций лука репчатого. Лук репчатый выращивали через рассаду в селекционном и гибридном питомниках согласно общепринятым методикам. Оценку устойчивости исследуемых образцов к фузариозу и бактериозу проводили с применением фитопатологических методов селекций.

Результаты. Установлено, что в условиях вегетации Московской области основу пато-комплекса смешанной гнили лука составляли *Fusarium* spp. и *Pseudomonas* spp., в условиях хранения – *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Botrytis* spp., *Aspergillus* spp., *Pseudomonas* spp. Иммунологическая оценка родительских линий по устойчивости к фузариозной и бактериальной гнили позволила выделить две материнские стерильные линии «А» и пять отцовских fertильных линий «С» с невысоким индексом поражения в условиях естественного инфекционного фона ($I=0,5-1,5$). Включение данных линий в селекционный процесс позволило получить две гибридные комбинации (10/22 и 20/22) с групповой устойчивостью к аборигенным штаммам фузариоза (*F. acuminatum* и *F. annulatum*) с $Vn=0,472$ мм³, две (7/22 и 10/22) – с групповой устойчивостью к возбудителям бактериальной гнили с $Vn=0,514$ мм³. Источниками устойчивости к высокоагрессивным штаммам *P. marginalis* являются гибридные комбинации 3/22 и 4/22 ($Vn=40-472$ мм³), *P. fluorescens* – 7/22 и 22/22 ($Vn=0,371$ мм³). В комбинациях 11/22, 19/22 и 10/22 отмечено сверхдоминирование относительно лучшего родителя по сохранности луковиц во время хранения (эффект гетерозиса 8,3-30,5%). Перспективные устойчивые линии и гибридные комбинации включены в селекционную программу по созданию отечественных конкурентоспособных гетерозисных гибридов лука репчатого.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

лук репчатый (*Allium cepa* L.), родительские линии, гибрид, устойчивость, бактериоз, фузариоз

Identifying sources of resistance to fusariosis and bacterial rot in onions (*Allium cepa* L.)

ABSTRACT

Relevance. In onion breeding, the priority is the development of interline hybrids based on cytoplasmic male sterility. To obtain these hybrids, it is necessary to develop a pool of inbred lines characterized by high combining ability across a range of economically valuable traits and resistance to biotic and abiotic factors. The most damaging diseases of onions are Fusarium wilt and bacterial wilt, which can cause yield losses of 40% or more.

The aim of the research. To evaluate parental lines and hybrid combinations based on them for resistance to native strains of Fusarium and bacterial rot pathogens.

Materials and Methods. The study was conducted from 2022 to 2024 at the FSBSI FSVC in the Odintsovo District of the Moscow Region. Twelve onion breeding lines and nine hybrid combinations were analyzed. The onions were grown from seedlings in breeding and hybrid nurseries according to generally accepted methods. The resistance of the studied samples to Fusarium and bacterial rot was assessed using phytopathological selection methods.

Results. It was established that under the vegetation conditions of the Moscow region, the basis of the pathocomplex of mixed rot of onions consisted of *Fusarium* spp. and *Pseudomonas* spp., while under storage conditions – *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Botrytis* spp., *Aspergillus* spp., *Pseudomonas* spp. Immunological assessment of parental lines for resistance to fusarium and bacterial rot allowed us to isolate two maternal sterile lines «A» and five paternal fertile lines «C» with a low damage index under natural infectious background conditions ($I=0,5-1,5$). Inclusion of these lines in the selection process made it possible to obtain two hybrid combinations (10/22 and 20/22) with group resistance to native strains of fusarium (*F. acuminatum* and *F. annulatum*) with $Vn=0,472$ mm³; two (7/22 and 10/22) – with group resistance to bacterial rot pathogens with $Vn=0,514$ mm³. The sources of resistance to highly aggressive strains of *P. marginalis* are hybrid combinations 3/22 and 4/22 ($Vn=40-472$ mm³), *P. fluorescens* – 7/22 and 22/22 ($Vn=0,371$ mm³). In the 11/22, 19/22, and 10/22 combinations, overdominance was observed relative to the best parent in terms of bulb survival during storage (heterosis effect of 8,3-30,5%). Promising resistant lines and hybrid combinations have been included in the breeding program for the development of domestic competitive heterotic onion hybrids.

KEYWORDS:

onion, *Allium cepa* L., parental lines, hybrid, resistance, bacteriosis, fusarium

Введение

Лук репчатый (*Allium cepa* L.) занимает одно из ведущих мест среди овощных культур по распространению и хозяйственному значению в Российской Федерации и в зарубежных странах. Лук репчатый является незаменимым компонентом в рациональном питании человека и употребляется как в свежем, так и в переработанном виде. Питательная ценность лука определяется наличием в его составе незаменимых аминокислот, сахаров, белков, солей кальция, калия, фосфора, железа, цинка, натрия, витаминов А, В₁, В₂, РР, большого количества аскорбиновой кислоты. Благодаря ряду нутриентов, входящих в его состав, лук обладает бактерицидным действием, подавляющим размножение возбудителей болезней человека [1-4].

В связи с интенсификацией отрасли овощеводства потребительский спрос на новые высокопродуктивные сорта и гибриды лука репчатого, как в личных подсобных хозяйствах, так и в промышленном секторе, постоянно растет. С начала 2000-х годов в селекции лука репчатого приоритетным направлением является создание высокоурожайных, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессорам межлинейных гибридов на основе цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС), что служит резервом повышения продуктивности, а также обеспечивает защиту авторских прав оригинара [5]. Однако в государственном реестре селекционных достижений гибридные сорта лука репчатого отечественной селекции занимают незначительную долю (19 %) от числа зарегистрированных (всего 208 гибридов), уступая иностранным гибридам по занимаемым площадям [6]. Производители овощной продукции отдают предпочтение иностранным гибридам, которые зачастую являются восприимчивыми к аборигенным расам фитопатогенов и для реализации своего продуктивного потенциала требуют включения в технологический процесс многочисленных обработок пестицидами. При употреблении в пищу таких овощей, в организм человека вместе с полезными веществами поступают нитраты и пестициды, которые негативно влияют на продолжительность жизни, провоцируют болезни эндокринной системы, легких, сердца, снижают иммунитет. Получение высоких стабильных урожаев лука репчатого с минимальной пестицидной нагрузкой для круглогодичного потребления в пищу, возможно при условии возделывания конкурентоспособных гетерозисных гибридов, устойчивых к болезням вегетации и хранения, при минимальном экономически оправданном применении пестицидов [7]. Для получения таких гибридов необходимо создать фонд инбредных линий – родительских компонентов, полученных на основе перспективных сортовых и гибридных популяций, характеризующихся высокой комбинационной способностью по комплексу хозяйственно ценных признаков, в том числе устойчивостью к экономически значимым болезням вегетации и хранения.

Наиболее вредоносной и экономически значимой болезнью на луке репчатом как в условиях РФ, так и во многих странах мира, где сосредоточено производство лука, является фузариоз [4,7,8]. Различные виды патогенных грибов из рода *Fusarium* spp. способны поражать растения лука на разных стадиях онтогенеза, вызывая фузариозное увядание во время вегетации и фузариозную гниль при хранении [9,10]. При сильном развитии болезни во время вегетации отмечается хлороз, угнетение и отмирание листьев, ткань сочных чешуй луковиц становится мягкой, водянистой. При развитии болезни в период хранения пораженная луковица

полностью сгнивает или мумифицируется [11,12]. Сообщается, что потери урожая от фузариозного увядания во время вегетации составляют от 3% до 35% в зависимости от условий окружающей среды, сорта и количества инокулята. Наибольший ущерб от фузариоза наблюдается при хранении товарных луковиц и севка – до 40 и более % [13]. Наиболее распространенными и вредоносными возбудителями фузариозной гнили зарубежом являются *F. oxysporum* var. *serae*, *F. proliferatum*, *F. cultorum*, *F. solani*, *F. redolens* и др. [14, 15]. Коллективом ученых ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО) было установлено, что в патокомплекс фузариозной гнили луковиц во время хранения в условиях Московской области входят четыре вида *Fusarium*: *F. annulatum*, *F. oxysporum*, *F. acuminatum* и *F. solani*. Впервые была продемонстрирована высокая агрессивность штаммов *F. annulatum* и *F. acuminatum* в отношении лука и способность вызывать фузариозную гниль на данной культуре [7].

Еще одной, не менее вредоносной болезнью лука репчатого, наносящей колоссальный ущерб при выращивании культуры и сохранении полученного урожая, является бактериоз [16]. Во время вегетации растений бактериальная гниль проявляется в виде хлороза листьев и цветоносов с размягчением и мацерацией ткани в области шейки с дальнейшим распространением на ткани луковицы [11, 12]. Во время хранения развитие болезни происходит от центра или периферии луковицы, в виде мокрой гнили с резким запахом на отдельных чешуях до загнивания всей луковицы, иногда без проявления внешних симптомов. На сегодняшний день известно, что 12 бактериальных патогенов, могут вызывать гниль луковиц на разных этапах онтогенеза. К числу наиболее вредоносных бактериальных патогенов относятся *Burkholderia cepacia*, *Pseudomonas marginalis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Enterobacter cloacae*, *Xanthomonas axonopodidis* pv. *Allii*, *Pectobacterium carotovorum*, *Dickeya chrysanthemi*, *Pantoea ananatis* и некоторые штаммы *Pantoea* [17]. В публикациях зарубежных исследователей сообщается, что очень часто во время хранения мягкая гниль луковиц бывает вызвана совокупным действием трех бактерий *Ps. marginalis*, *Ps. fluorescens* и *Pantoea agglomerans*, причем *Ps. marginalis* вызывает мягкую гниль на отдельных частях лука как при температуре 4°C, так и при температуре 25°C и является послеморождением патогеном, который не вызывает развитие бактериоза в полевых условиях на вегетирующих растениях, но представляет угрозу для свежих овощей, хранящихся при низкой температуре [18, 19].

Цель исследований – провести оценку родительских линий и гибридных комбинаций на их основе по устойчивости к аборигенным штаммам возбудителей фузариозной и бактериальной гнили.

Материалы и методы исследований

Объект исследований – лук репчатый. Материал исследований – вегетирующие растения и луковицы 12 селекционных линий (3 стерильных линии «А», 9 фертильных линий «С») и 9 гибридных комбинаций. Всего за годы исследований проанализировано около 150 вегетирующих растений и 500 луковиц после хранения.

Исследования проводили в 2022–2024 годах на базе лабораторий селекции и семеноводства луковых культур и молекуллярно-иммунологических исследований ФГБНУ ФНЦО в Одинцовском районе Московской области. Лук репчатый выращивали через рассаду в селекционном и гибрид-

ном питомниках в 2022 и 2023 годах на опытном поле основного севооборота согласно общепринятым методикам и технологическим картам, разработанным в ФГБНУ ФНЦО [12,20].

Почва опытного участка дерново-подзолистая тяжелосуглинистая с мощностью пахотного горизонта 20–23 см. Характеризуется следующими агрохимическими показателями: рНКCl – 5,6–6,1, содержание гумуса – 1,8–2,0%, подвижный фосфор (P_2O_5) – 420–480 мг/кг, обменный калий (K_2O) – 165 мг/кг, сумма обменных оснований (S) – 18,9 мг-экв./100 г.

Посев семян на рассаду проводили в третьей декаде марта в кассеты 8×8, посадку рассады – в открытый грунт во второй декаде мая. Рассаду высаживали на грядах по трехстрочной схеме 40+40+60 (рис. 1). При данной схеме на 1 м² размещается 42 растения. Площадь делянки под образцами варьировала в зависимости от наличия посадочного материала и составляла от 1 до 3 м² в двукратной повторности. Уборку лука проводили во второй декаде августа с учетом урожайности, массы товарной луковицы, поражения болезнями. Луковицы хранили с третьей декады августа по третью декаду апреля в пластиковых ящиках при температуре 2...6°C и относительной влажности воздуха 70%.

Мониторинг развития фузариоза и бактериоза проводили во время вегетации растений путем маршрутного обследования посадок лука и после хранения методом визуального осмотра луковиц изучаемых образцов. Поражение (I) вегетирующих растений и луковиц оценивали в соответствии с модифицированной семибалльной шкалой: 0 – отсутствие симптомов; 0,5 – поражено до 5% поверхности; 1 – поражено до 6-20%; 2 – поражено 21-50%; 3 – поражено 51-70%; 4 – поражено более 70% всей поверхности; 5 – луковица мумифицирована, листья полностью высохшие. В пределах каждого селекционного образца рассчитывали распространность (P, %) болезни по следующей формуле:

$$P = \frac{\text{число пораженных растений} (n)}{\text{общее число учетных растений} (N)} \times 100$$

При дифференциации селекционного материала по группам устойчивости использовали следующую градацию в зависимости от распространенности болезни в образце: У – устойчивые (P=0%), ОУ – относительно устойчивые (P=1–20%), СВ – средневосприимчивые (P=21–50%) и В – восприимчивые (P=51–100%).

Иммунологическую оценку устойчивости образцов к фузариозу и бактериозу проводили в 2023 и 2024 годах в пятикратной повторности, для чего использовали высокогрессивные типированные изоляты грибов (*Fusarium acuminatum* и *Fusarium annulatum*) и бактерий (*Pseudomonas marginalis* и *Pseudomonas fluorescens*) из коллекции лаборатории молекулярно-иммунологических исследований ФГБНУ ФНЦО. Для заражения использовали две наружные сочные чешуи, которые, не разделяя между собой, разрезали на одинаковые кусочки или целые луковицы. С внутренней стороны кусочка удаляли тонкую прозрачную чешую, создавая при этом раневую поверхность. Разделенные кусочки помещали в пластиковые контейнеры, затем (при заражении изолятами грибов) на внутреннюю поверхность кусочков раскладывали мицелиальные блоки десятисуточной культуры возбудителя на среде Чапека (в контроле – стерильный агаровый блок), увлажняли стерильной водой. Заражение штаммами бактерий осуществляли путем нанесения 10 мкл двухсуточной культуры бактериальной суспензии плотностью 1-2×10⁶ клеток/мл. Учет зоны поражения делали на шесть и 12 сутки после заражения, с измерением диаметра, глубины и расчетом объема зоны поражения (V_п, см³), который является наиболее информативным критерием оценки агрессивности патогенов и уровня устойчивости генотипов. По среднему значению объема зоны поражения гибридные комбинации дифференцировали на устойчивые ($V_{\text{п}} < 50$ мм³); относительно-устойчивые ($V_{\text{п}} = 50-1000$ мм³); средневосприимчивые ($V_{\text{п}} = 1001-3000$ мм³) и восприимчивые ($V_{\text{п}} \geq 3000$ мм³).

Математическую обработку результатов исследований проводили по Б.А. Доспехову (1985) [20] с использованием пакета прикладных программ Microsoft Exsel.



Рис. 1. Селекционный и гибридный питомники лука репчатого, 2022 год
Fig. 1. Selection and hybrid nurseries of onions, 2022



Результаты исследований

Фитопатологический мониторинг распространенности болезней во время вегетации растений лука репчатого. В результате проведенного мониторинга распространенности болезней на вегетирующих растениях лука репчатого в годы исследований показано, что из 21 проанализированного образца – пять (24%) вошли в группу устойчивых, в которых отсутствовали растения с симптомами развития болезней (рис. 2). Устойчивые популяции были выделены среди отцовских линий «С» (№№ 64, 213 и 1006) и гибридных комбинаций (№№ 2/22, 3/22), что составило 33 % и 22% соответственно внутри отдельных выборок исследованных образцов.

Наиболее многочисленной была группа относительно устойчивых образцов (38 % от числа проанализированных), в которых распространенность болезней в среднем составляла 9-15%, с большой вариабельностью индекса поражения – $I=0,5-2,5$ балла. Относительной устойчивостью к болезням вегетации характеризовались: две линии «А» – №№ 1008 и 1009 (67% от числа проанализированных в выборке); две линии «С» – №№ 67, 220 (22% от числа проанализированных); четыре гибридные комбинации – №№ 10/22, 19/22, 20/22, 22/22 (44% от числа проанализированных). Средневосприимчивые образцы к болезням вегетации

составляли 29% от общей совокупности проанализированных и были выделены во всех выборках линий и гибридных комбинаций. Распространенность развития болезней в этой группе в среднем составляла 35%, а индекс развития на растениях варьировал в пределах $I=0,5-3,5$ балла. К средневосприимчивым отнесли одну линию «А» – № 1000; три линии «С» – №№ 6, 19, 51; две гибридные комбинации – №№ 4/22 и 11/22. В группу восприимчивых вошли два образца: линия «С» – № 66 и гибридная комбинация № 7/22 с распространенностью болезней 53 % и 61% и индексом поражения 3,1 и 2,1 балла соответственно.

Симптомы развития болезней на инфицированных патогенами растениях в зависимости от степени поражения проявлялись в виде усыхания кончиков листьев, белесых продолговатых некрозов, хлороз и полегание всех листьев с размягчением тканей, хлороз и размягчение тканей в области шейки луковицы, растрескивание луковиц в области донца, угнетенные растения со слаборазвитой корневой системой (рис. 3). В результате фитопатологической экспертизы растений с зарегистрированными симптомами было выявлено, что в большинстве случаев в пораженных тканях растений одновременно присутствовали несколько видов возбудителей (смешанная инфекция). Основу патогенного комплекса болезней вегетации составляли грибы рода *Fusarium* spp. и бактерии рода *Pseudomonas* spp.

Фитопатологический мониторинг распространенности болезней во время хранения лука репчатого. На длительное хранение отбирали и закладывали луковицы без внешних симптомов поражения диагностированными болезнями. После хранения во время весеннего анализа повторно проводили мониторинг распространенности болезней в пределах каждого образца. В результате выделены устойчивые образцы: среди отцовских линий «С» – № 213, которая также характеризовалась устойчивостью и к болезням вегетации; среди гибридных комбинаций – № 10/22 – относительно устойчивая к болезням вегетации. В этих образцах не обнаружены пораженные болезнями хранения луковицы. Большинство родительских линий (56% – 100% от числа проанализированных) и гибридных комбинаций (78% от числа проанализированных) по средним данным за два года исследований характеризовались относительной устойчивостью при хранении, с распространенностью болезней 2,1-20,0% в зависимости от образца (рис. 4). В группу средневосприимчивых вошли три отцовские линии «С» и одна гибридная комбинация с распространенностью болезней в среднем по выборке 41,5% и 25 % соответственно (рис. 4, табл. 1).

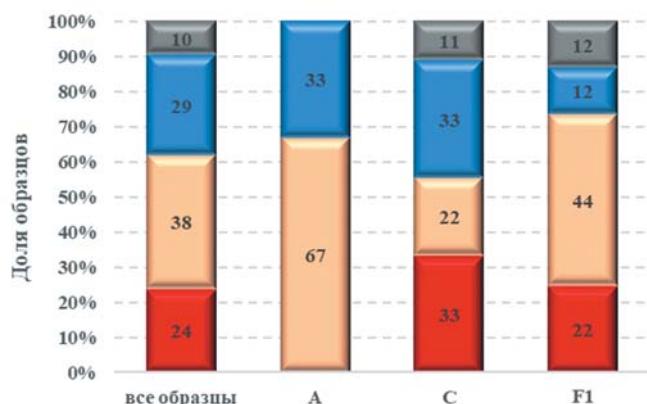


Рис. 2. Распределение всей совокупности проанализированных образцов и в пределах отдельных выборок родительских линий и гибридных комбинаций лука репчатого по группам устойчивости к болезням во время вегетации растений (среднее за 2022-2023 годы)

Fig. 2. Distribution of the entire set of analyzed samples and within individual samples of parental lines and hybrid combinations of onions by disease resistance groups during plant vegetation (average for 2022-2023)



Рис. 3. Симптомы проявления болезней на растениях лука репчатого во время вегетации (2023 год)
Fig. 3. Symptoms of diseases on onion plants during the growing season (2023)

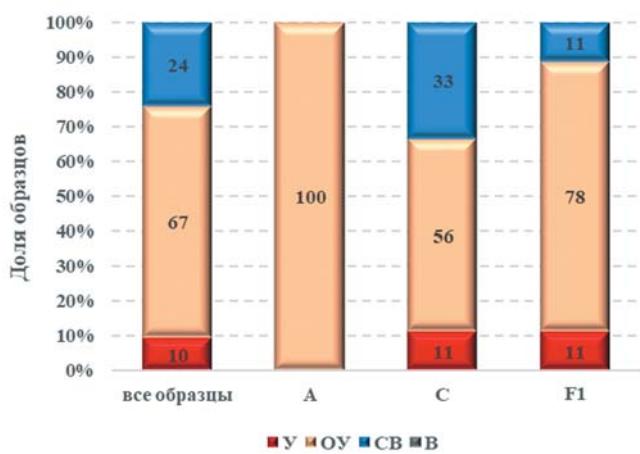


Рис. 4. Распределение всей совокупности проанализированных образцов и в пределах отдельных выборок родительских линий и гибридных комбинаций лука репчатого по группам устойчивости к болезням во время хранения луковиц (среднее за 2023-2024 годы)

Fig. 4. Distribution of the entire set of analyzed samples and within individual samples of parental lines and hybrid combinations of onions by groups of resistance to diseases during bulb storage (average for 2023-2024)

В представленной в таблице 1 выборке гибридных комбинаций, средние значения распространенности болезней хранения большинства из них, занимают промежуточное значение по отношению к материнскому или отцовскому компоненту в зависимости от доминирования устойчивости или восприимчивости. В группе устойчивых и относительно устойчивых комбинаций наследование признака определялось в основном устойчивостью материнского компонента, а восприимчивых – восприимчивостью отцовской линии. В комбинациях №№ 11/22, 19/22 и 10/22 отмечено сверхдоминирование относительно лучшего родителя по сохранности луковиц во время хранения, в комбинациях №№ 2/22 и 22/22 – положительный гипотетический эффект гетерозиса по данному признаку.

При визуальной диагностике симптоматики развития болезней на луковицах во время хранения учитывали совокупность следующих признаков: локализация симптомов, наличие, цвет и плотность спороношения, консистенция и цвет пораженной ткани. Установлено, что в 30% случаев симптомы болезни проявлялись в виде поражения всей луковицы, в остальных случаях – отдельных ее частей: донца, шейки, центральной части (рис. 5). У половины проанализированных луковиц развитие болезни начиналось от донца с потемнения ткани, размягчения сочных чешуй и образования между ними полостей, в некоторых случаях – наличия белого или бело-розового плотного налета спороношения. Симптомы гнили в области шейки в основном наблюдали только при разрезе луковицы. Проявлялись они в виде побурения и усыхания ткани внешних сочных чешуй и были зарегистрированы у 15% больных луковиц. У отдельных луковиц признаки поражения гнилью зарегистрированы в центральной части без дальнейшего распространения. Вектор направления развития сухой гнили был направлен как правило от внешних к внутренним чешуям, однако у части луковиц гниль начинала развиваться на внутренних чешуях, поврежденная ткань размягчалась и имела рассыпчатую структуру либо становилась водянистой, а внешняя сочная чешуя поражалась последней. В данном случае в составе патокомплекса доминировали возбудители бактериальных гнилей.

В результате фитопатологической экспертизы луковиц с признаками поражения болезнями при хранении было выявлено, что в большинстве случаев на пораженных луковицах одновременно присутствовали несколько видов возбудителей. Основу патогенного комплекса болезней хранения составляли грибы из родов: *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Botrytis* spp., *Aspergillus* spp., а также бактериальные гнили. При этом доминирующими и наиболее вредоносными в составе фитокомплекса были грибы из рода *Fusarium* spp. и бактерии *Pseudomonas* spp., как и во время вегетации растений.

Таблица 1. Дифференциация родительских линий и гибридных комбинаций лука репчатого по группам устойчивости к болезням хранения (фузариоз и бактериоз) (среднее за 2023-2024 годы)
Table 1. Differentiation of parental lines and hybrid combinations of onions by groups of resistance to storage diseases (fusarium and bacteriosis) (average for 2023-2024)

Стерильная линия ♀		Фертильная линия ♂			Гибридная комбинация ♀ × ♂				
шифр	распространенность болезней, %	группа устойчивости	шифр	распространенность болезней хранения, %	группа устойчивости	шифр	распространенность болезней хранения, %	группа устойчивости	гипотетический эффект гетерозиса по сохранности, %
1000	15,9	ОУ	66	41,9	СВ	4/22	29,1	СВ	-0,3
1000	15,9	ОУ	64	7,3	ОУ	3/22	18,8	ОУ	-8,1
1000	15,9	ОУ	67	9,5	ОУ	2/22	12,3	ОУ	0,5
1000	15,9	ОУ	213	0	У	20/22	7,5	ОУ	0
1008	19	ОУ	220	8,7	ОУ	22/22	12	ОУ	2,1
1008	19	ОУ	51	41,2	СВ	11/22	8,8	ОУ	30,5
1008	19	ОУ	1006	15,6	ОУ	7/22	20,0	ОУ	-3,2
1009	12,7	ОУ	19	30,7	СВ	19/22	2,1	ОУ	25
1009	12,7	ОУ	6	2,6	ОУ	10/22	0	У	8,3



Рис. 5. Локализация симптомов поражения луковиц лука репчатого возбудителями болезней хранения (2024 год)
Fig. 5. Localization of symptoms of damage to onion bulbs by pathogens of storage diseases (2024)

Иммунологическая оценка гибридных комбинаций на устойчивость к фузариозу и бактериозу в условиях *in vitro*. Поскольку в результате фитопатологической экспертизы во время вегетации растений и хранения луковиц было

установлено, что наиболее распространенными и вредоносными болезнями являются фузариоз и бактериоз, была проведена иммунологическая оценка гибридных комбинаций по устойчивости в условиях *in vitro* к высокоаггрессивным в отношении лука репчатого штаммам *F. acuminatum*, *F. annulatum*, *P. marginalis* и *P. fluorescens* (коллекционные штаммы лаборатории молекулярно-иммунологических исследований).

В результате было показано, что в среднем наибольшей агрессивностью в отношении изученных образцов характеризовался штамм *F. annulatum*, со средним показателем объема зоны поражения в анализируемой выборке гибридных комбинаций – 2004 мм³. При инокуляции штаммом *F. acuminatum*, средний объем зоны поражения составлял 1736 мм³, а бактериальными штаммами *P. marginalis* и *P. fluorescens* – 1096 мм³ и 1407 мм³ соответственно. Иммунологическая оценка выявила значительные межпопуляционные различия по степени поражения высокоаггрессивными штаммами микромицетов и бактерий (рис. 6). В результате искусственного заражения штаммами Fusarium по устойчивости выделили гибридные комбинации №№ 10/22, 20/22 и 22/22 с минимальным объемом зоны поражения луковиц – 20-811 мм³, у которых при инокуляции мицелиальными блоками развитие фузариоза происходило

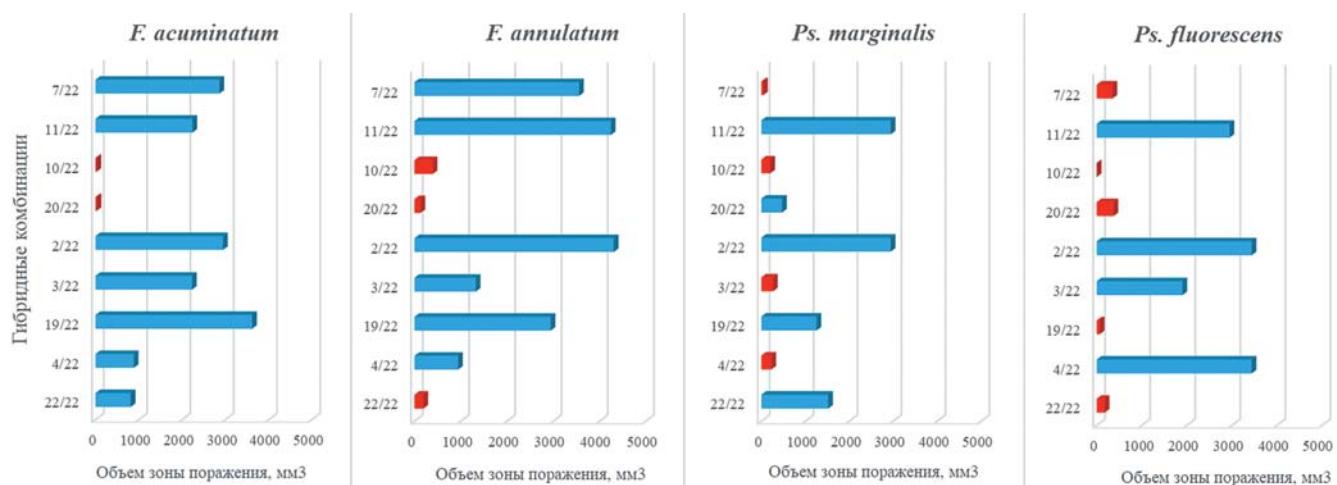


Рис. 6. Иммунологическая оценка гибридных комбинаций лука репчатого в условиях *in vitro* по устойчивости к агрессивным штаммам возбудителей фузариоза и бактериоза
Fig. 6. Immunological evaluation of hybrid combinations of onions in vitro for resistance to aggressive strains of fusarium and bacteriosis pathogens

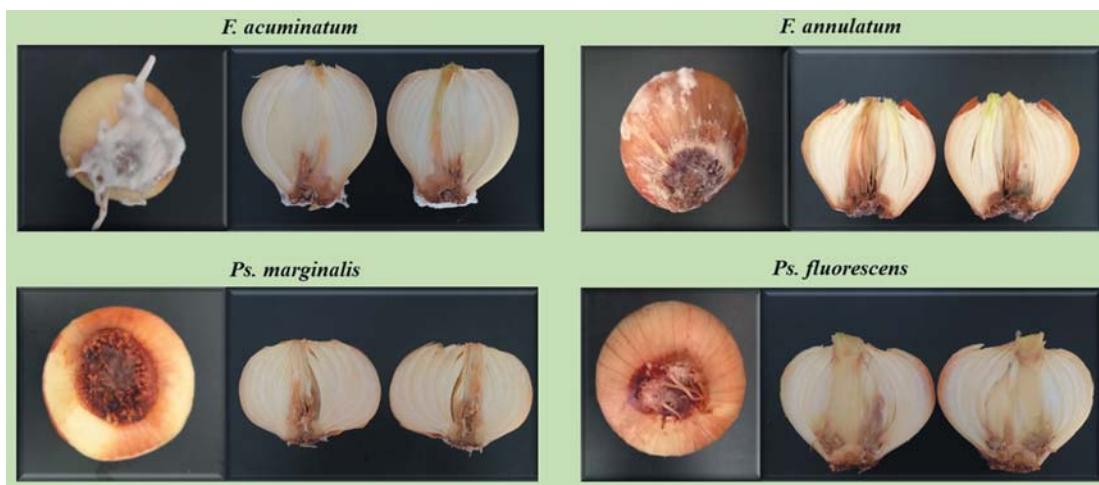


Рис. 7. Симптомы развития фузариоза и бактериоза при заражении целых луковиц идентифицированными штаммами патогенов в условиях *in vitro*
Fig. 7. Symptoms of fusarium and bacteriosis development during infection of whole bulbs with identified pathogen strains in vitro

Таблица 2. Группа устойчивости изученных гибридных комбинаций лука репчатого при искусственном заражении и на естественном фоне

Table 2. Resistance group of the studied hybrid combinations of onions under artificial infection and under natural conditions

Гибридная комбинация	Искусственное заражение в условиях <i>in vitro</i>				Естественный фон <i>in vivo</i>	
	<i>F. acuminatum</i>	<i>F. annulatum</i>	<i>Ps. marginalis</i>	<i>Ps. fluorescens</i>	вегетация растений	хранение луковиц
10/22	У	ОУ	ОУ	У	ОУ	У
20/22	У	У	ОУ	ОУ	ОУ	ОУ
22/22	ОУ	ОУ	СВ	ОУ	ОУ	ОУ
4/22	ОУ	ОУ	ОУ	В	СВ	СВ
3/22	СВ	СВ	ОУ	СВ	У	ОУ
19/22	В	СВ	СВ	У	ОУ	ОУ
7/22	СВ	В	У	ОУ	В	СВ
11/22	СВ	В	СВ	СВ	СВ	ОУ
2/22	СВ	В	СВ	В	У	ОУ

очень медленно, по сравнению с другими образцами. При заражении бактериальным штаммом *P. marginalis* выделили гибридные комбинации №№ 7/22, 10/22, 20/22, 3/22 и 4/22 с объемом зоны поражения – 40-472 мм³, а штаммом *P. fluorescens* – №№ 7/22, 10/22, 20/22, 19/22 и 22/22, с объемом поражения 0-371 мм³. При искусственном заражении симптомы развития фузариоза и бактериоза на инокулированных частях растений были идентичны тем, что наблюдали на естественном фоне при хранении (рис. 7).

В результате проведенной иммунологической оценки в условиях *in vitro* выделены гибридные комбинации №№ 10/22 и 20/22 с групповой устойчивостью к фузариозу и бактериозу, которые и в естественных условиях во время вегетации и хранения также характеризовались устойчивостью к болезням (табл. 2). Гибридная комбинация № 22/22 тоже заслуживает внимания, поскольку при искусственном заражении была продемонстрирована ее относительная устойчивость к высокоагрессивным штаммам, за исключением бактерии *P. marginalis*, которая, как уже было отмечено, является послесборочным патогеном, однако во время хранения данная гибридная комбинация по средним показателям за два года, также характеризовалась относительной устойчивостью к болезням.

Заключение

В результате проведенной поэтапной фитопатологической оценки селекционного материала лука репчатого во время вегетации и хранения установлено, что основными вредоносными фитопатогенами, входящими в состав современного патокомплекса экономически-значимых болезней этой культуры –

турь, являются грибы рода *Fusarium* и бактерии рода *Pseudomonas*. За годы исследований в выборке изученных образцов распространенность болезней в период вегетации составляла 9-61%, а в период хранения 2-40% с широким диапазоном вариации степени развития болезни – I=0,5-4 балла.

Иммунологическая оценка гибридных комбинаций по устойчивости в условиях *in vitro* к высокоагрессивным на луке репчатом штаммам показала, что в среднем наибольшей патогенностью в отношении изученных образцов среди микромицетов характеризовался штамм *F. annulatum*, со средним показателем объема зоны поражения в анализируемой выборке гибридных комбинаций – 2004 мм³, а из бактериальных штаммов – *P. fluorescens*, с зоной поражения 1407 мм³.

Таким образом, в результате совокупной оценки родительских линий по устойчивости к фузариозной и бактериальной гнили, с учетом показателей распространенности и индекса развития болезни на естественном инфекционном фоне, выделено две материнских стерильных линии «А» – №№ 1008, 1009 и пять отцовских фертильных линий «С» – №№ 64, 67, 213, 220, 1006. Среди гибридных комбинаций, полученных с участием этих линий, по результатам оценки устойчивости на естественном фоне и в условиях *in vitro*, выделены комбинации №№ 10/22 и 20/22 с групповой устойчивостью к фузариозу и бактериозу.

Отобранные линии и гибридные комбинации помимо устойчивости характеризуются комплексом хозяйствственно ценных признаков и включены в селекционную программу по созданию отечественных конкурентоспособных гетерозисных гибридов лука репчатого.

• Литература

1. Кривенков Л.В., Агафонов А.Ф., Логунова В.В., Середин Т.М. Состояние и основные направления селекции луковых культур ФГБНУ ФНЦО. *Овощи России*. 2021;(3):24-28.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-24-28>
<https://www.elibrary.ru/apnhgr>
2. Федоров Д.А. Разработка элементов интенсивной технологии выращивания российских F1 гибридов лука репчатого в условиях Московской области. М., 2015. 26 с. <https://www.elibrary.ru/wjuprb>
3. Буренин В.И., Шумилина В.В. Отдаленная гибридизация видов рода *Allium* L. *Овощи России*. 2016;(1):10-13.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-10-13>
<https://www.elibrary.ru/vmjwbt>
4. Ветрова С.А., Алёхина К.Г., Енгалычева И.А., Козарь Е.Г., Логунова В.В., Кривенков Л.В., Баранова Е.В. Состав патокомплекса болезней хранения лука репчатого и поиск источников устойчивости. *Таврический вестник аграрной науки*. 2024;1(37):21-38.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.15146428>
<https://www.elibrary.ru/bfkvyg>
5. Заячковский В.А., Ветрова С.А., Степанов В.А., Фильрозе Н.А. Отзывчивость сортов свёклы столовой на применение минеральных удобрений и биокомпоста. *Таврический вестник аграрной науки*. 2025;1(41):65-78.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.15146428>
<https://www.elibrary.ru/lwfpuiz>
6. Реестр селекционных достижений.
<https://gossortrf.ru/registry/> (Дата обращения 15.09.2025)

7. Vetrova S., Alyokhina K., Engalycheva I., Kozar E., Mukhina K., Sletova M., Krivenkov L., Tikhonova T., Kameneva A., Frolova S., Chizhik V., Martynov V. Identification and pathogenicity of *Fusarium* species associated with onion basal rot in the Moscow region of Russian Federation. *Journal of Fungi*. 2024;10(5):331. <https://doi.org/10.3390/jof10050331>
8. Summerell B.A. Resolving *Fusarium*: current status of the genus. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2019;(57):323–339. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-082718-100204>
9. Kalman B., Abraham D., Graph Sh., Perl-Treves R., Meller Harel Y., Degani O. Isolation and identification of *Fusarium* spp., the causal agents of onion (*Allium cepa*) basal rot in northeastern Israel. *Biology*. 2020;9(4):69. <https://doi.org/10.3390/biology9040069>
10. Sharma S., Cramer C.S. Selection progress for resistance to *Fusarium* basal rot in short-day onions using artificial inoculation mature bulb screening. *Horticulturae*. 2023;9(1). <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010099>
11. Ахатов А.К., Ганнибаль Ф.Б., Мешков Ю.И., Джалилов Ф.С., Чиков В.Н., Игнатов А.Н., Полищук В.П., Шевченко Т.П., Борисов Б.А., Страйков Ю.М., Белошапкина О.О. Болезни и вредители овощных культур и картофеля. М., 2013. 463 с. <https://www.elibrary.ru/ubbgid>
12. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. М., 2001. 500 с. <https://elibrary.ru/wqdcmj>
13. Cramer C.S. Breeding and genetics of *Fusarium* basal rot resistance in onion. *Euphytica*. 2000;115(3):159–166. <https://doi.org/10.1023/A:1004071907642>
14. Stankovic S., Levic J., Petrovic T., Logrieco A., Moretti A. Pathogenicity and mycotoxin production by *Fusarium proliferatum* isolated from onion and garlic in Serbia. *Eur. J. Plant Pathol.* 2007, 118, 165–172. <https://doi.org/10.1007/s10658-007-9126-8>
15. Haapalainen M., Kuivainen E., Iivonen S., Niemi M., Latvala S. Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* and *Fusarium proliferatum* isolates from symptomless onions (*Allium cepa* L.) and onions with *Fusarium* basal rot. *Plant Pathology*. 2023;72(6):1122–1135. <https://doi.org/10.1111/ppa.13718>
16. Mizue Tsuji, Ikuo Kadota. Identification and phylogenetic analysis of *Burkholderia cepacia* complex bacteria isolated from rot of onion bulbs in Tohoku region of Japan. *Journal of General Plant Pathology*. 2020;(86):376–386. <https://doi.org/10.1007/s10327-020-00937-z>
17. Schwartz H.F., Mohan K.S. Compendium of onion and garlic diseases and pests. American Phytopathological Society, 200. 136 p.
18. El-Hendawy H.H. Association of pectolytic fluorescent *Pseudomonas* with postharvest rots of onion. *Phytopathologia Mediterranea*. 2004;43(3):369–376. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1762
19. Achbani E.H., Sadik S., El Kahkahi R., Benbouazza A., Mazouz H. First report on *Pseudomonas marginalis* bacterium causing soft. *Atlas Journal of Biology*. 2014;3(2):218–223. <https://doi.org/10.5147/ajb.2014.0136>
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М., 1985. 350 с.

• References

1. Krivenkov L.V., Agafonov A.F., Logunova V.V., Seredin T.M. The state and main directions of onion crop breeding of FSBSI FSVC. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):24–28. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-24-28> <https://www.elibrary.ru/apnhgr>
2. Fedorov D.A. Development of elements of intensive technology for growing Russian F₁ onion hybrids in the conditions of the Moscow region. М., 2015. 26 p. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/wjuprb>
3. Burenin V.I., Shumilina V.V. Distant hybridization of plants of *Allium* L. *Vegetable crops of Russia*. 2016;(1):10-13. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-10-13> <https://www.elibrary.ru/vmjwbt>
4. Vetrova S.A., Aliokhina K.G., Engalycheva I.A., Kozar E.G., Logunova V.V., Krivenkov L.V., Baranova E.V. Composition of the pathocomplex of onion storage diseases and the search for sources of resistance to them. *Taurida herald of the agrarian sciences*. 2024;1(37):21–38. (In Russ.) <https://doi.org/10.5281/zenodo.15146428> <https://www.elibrary.ru/bfkvyg>
5. Zayachkovskiy V.A., Vetrova S.A., Stepanov V.A., Filroze N.A. Responsiveness of beetroot varieties to mineral fertilizers and biocompost. *Taurida herald of the agrarian sciences*. 2025;1(41):65–78. (In Russ.) <https://doi.org/10.5281/zenodo.15146428> <https://www.elibrary.ru/lwfpuz>
6. Register of breeding achievements. <https://gossortrf.ru/registry/> (accessed 15.09.2025) (In Russ.)
11. Akhatov A.K., Hannibal F.B., Meshkov Yu.I., Jalilov F.S., Chizhov V.N., Ignatov A.N., Polishchuk V.P., Shevchenko T.P., Borisov B.A., Stroikov Yu.M., Beloshapkina O.O. Diseases and pests of vegetables and potato. М., 2013. 463 с. (in Russ.) <https://www.elibrary.ru/ubbgid>
12. Pivovarov V.F., Ershov I.I., Agafonov A.F. Onion crops. М., 2001. 500 p. (in Russ.) <https://elibrary.ru/wqdcmj>
20. Dospekhov B.A. Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results. М., 1985. 350 p. (in Russ.)

Об авторах:

Светлана Александровна Ветрова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярно-иммунологических исследований, <https://orcid.org/0000-0002-9897-0413>, SPIN-код: 9887-1667, автор для переписки, lana-k2201@mail.ru

Маргарита Михайловна Марчева – младший научный сотрудник лаборатории физиологических основ семеноведения овощных культур, <https://orcid.org/0000-0003-1674-6651>, SPIN-код: 1141-8090, margo.marcheva@yandex.ru

Тимофей Михайлович Середин – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, <https://orcid.org/0000-0002-9999-023X>, SPIN-код: 3330-9922, timofey-seredin@rambler.ru

Алексей Васильевич Солдатенко – доктор с.-х. наук, академик РАН, главный научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-9492-6845>, SPIN-код: 7900-4819, alex-soldat@mail.ru

Ирина Александровна Енгальчева – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, зав. лаборатории молекулярно-иммунологических исследований, <https://orcid.org/0000-0003-4843-111X>, SPIN-код: 2084-2830, engirina1980@mail.ru

Леонид Викторович Кривенков – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, зав. лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, <https://orcid.org/0000-0001-8718-4508>, SPIN-код: 3572-2246, krivenkov76@mail.ru

Валентина Владимировна Логунова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, <https://orcid.org/0000-0001-6561-9806> logunova.valentina77@gmail.com

Ксения Игоревна Дацук – младший научный сотрудник лаборатории физиологических основ семеноведения овощных культур, <https://orcid.org/0009-0007-4670-1442>, SPIN-код: 8907-0048, ks_datsuk@mail.ru

Милена Вячеславовна Каракай – агроном лаборатории бактериологии и анализа ГМО

<https://orcid.org/0009-0008-5140-6920>

About the Authors:

Svetlana A. Vetrova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of the Laboratory Molecular Immunological Research, <https://orcid.org/0000-0002-9897-0413>, SPIN-code: 9887-1667, Corresponding Author, lana-k2201@mail.ru

Margarita M. Marcheva – Junior Researcher of the Laboratory of Physiological Basis of Seed Science of Vegetable Crops, <https://orcid.org/0000-0003-1674-6651>, SPIN-code: 1141-8090, margo.marcheva@yandex.ru

Timofey M. Seredin – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of the Laboratory of Breeding and Seed Production of Onion Crops, <https://orcid.org/0000-0002-9999-023X>, SPIN-code: 3330-9922, timofey-seredin@rambler.ru

Alexey V. Soldatenko – Dr. Sci. (Agriculture), Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-9492-6845>, SPIN-code: 7900-4819, alex-soldat@mail.ru

Irina A. Engalycheva – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of the Laboratory Molecular Immunological Research, <https://orcid.org/0000-0003-4843-111X>, SPIN-code: 2084-2830, engirina1980@mail.ru

Leonid V. Krivenkov – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of the Laboratory of Breeding and Seed Production of Onion Crops, <https://orcid.org/0000-0001-8718-4508>, SPIN-code: 3572-2246, krivenkov76@mail.ru

Valentina V. Logunova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of the Laboratory of Breeding and Seed Production of Onion Crops, <https://orcid.org/0000-0001-6561-9806>, logunova.valentina77@gmail.com

Kseniya I. Datsuk – Junior Researcher of the Laboratory of Physiological Basis of Seed Science of Vegetable Crops, <https://orcid.org/0009-0007-4670-1442>, SPIN-code: 8907-0048, ks_datsuk@mail.ru

Milena V. Karakay – the Agronomist of the Laboratory of Bacteriology and GMO Analysis, <https://orcid.org/0009-0008-5140-6920>

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-40-46>
УДК:635.64:631.526

И.В. Князева^{1*}, Е.А. Джос², А.В. Солдатенко²

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агронженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)
109428, Россия, Москва,
1-й Институтский проезд, д. 5

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)
143072, Россия, Московская область,
Одинцовский район, п. ВНИИССОК,
ул. Селекционная, д.14

*Автор для переписки:
knyazewa.inna@yandex.ru

Вклад авторов: И.В. Князева: проведение исследования, концептуализация, методология, создание рукописи; Е.А. Джос: редактирование; А.В. Солдатенко: руководство исследованием и ресурсами.

Финансирование. Исследование проведено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации FGUN-2025-0008.

Конфликт интересов. Солдатенко А.В. является членом редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2017 года, но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.

Для цитирования: Князева И.В., Джос Е.А., Солдатенко А.В. Агробиологические характеристики исходных форм томата для селекции в условиях закрытых агрогаэкосистем. *Овощи России*. 2025;(5):40-46.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-40-46>

Поступила в редакцию: 20.09.2025

Принята к печати: 25.10.2025

Опубликована: 28.10.2025

Inna V. Knyazeva^{1*}, Elena A. Dzhos²,
Alexey V. Soldatenko²

¹Federal State Budgetary Scientific Institution
«Federal Scientific Agroengineering
Center VIM» (FSAC VIM)
5, 1st Institutskiy proezd, Moscow, Russia, 109428

²Federal State Budgetary Scientific Institution
«Federal Scientific Vegetable Center» (FSBSI FSVC)
14, Selectsionnaya, Odintsovo district,
Moscow region, Russia, 143072

*Correspondence: knyazewa.inna@yandex.ru

Funding. The study was conducted within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation FGUN-2025-0008."

Authors' Contribution: I.V. Knyazeva: study implementation, conceptualization, methodology, manuscript drafting; E.A. Dzhos: manuscript editing; A.V. Soldatenko: study supervision and resources.

Conflict of interest. Soldatenko A.V. has been a member of the editorial board of the Journal "Vegetable crops of Russia" since 2017, but had nothing to do with the decision to publish this manuscript. The manuscript passed the journal's peer review procedure. The authors declare no other conflicts of interest.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Knyazeva I.V., Dzhos E.A., Soldatenko A.V. Агробиологические характеристики исходных форм томата для селекции в закрытых агрогаэкосистемах. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(5):40-46. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-40-46>

Received: 20.09.2025

Accepted for publication: 25.10.2025

Published: 28.10.2025



Агробиологические характеристики исходных форм томата для селекции в условиях закрытых агрогаэкосистем



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Современное сельское хозяйство сталкивается с нехваткой специализированных сортов и гибридов томата детерминантного типа роста, адаптированных к выращиванию в условиях закрытых агрогаэкосистем с искусственным освещением одновременно обладающих повышенным содержанием ценных биохимических веществ, таких как витамины, аминокислоты и антиоксиданты. Решение указанной задачи предполагает активное развитие селекционного процесса, направленное на создание адаптированных гибридов и применение научно-обоснованных подходов к отбору и оценке генетического материала, что станет основой для успешной реализации интенсивных технологий выращивания овощей в закрытых агрогаэкосистемах. Цель работы: выявить лучшие гибриды томата отечественной селекции, пригодные для выращивания в условиях закрытой агрогаэкосистемы с искусственным освещением, посредством сравнительного анализа их продуктивных и биохимических характеристик.

Материалы и методы. Испытания проводились на 11 специально подобранных гибридах, что позволило объективно оценить их потенциал для использования в интенсивных технологиях современного овощеводства. В ходе исследования подробно оценивались морфобиометрические характеристики, динамика прироста сухой массы, интенсивность фотосинтетической активности, биохимический состав плодов и общая продуктивность гибридов. Использовали стандартные методики статистического анализа и современные подходы биооценки.

Результаты. Отмечено, что гибрид F₁ VS-21-23 оказался наиболее успешным: он характеризовался высокой продуктивностью (4,04 кг/растение), коротким периодом созревания (81 сутки), богатым аминокислотным профилем, высоким содержанием витаминов и низким уровнем нитратов (177,58 мг/кг). Остальные пять гибридов также продемонстрировали хорошую адаптацию к искусственным условиям, однако гибрид F₁ VS-21-23 существенно превосходил конкурентов по большинству критериев.

Заключение. Гибрид F₁ VS-21-23 является перспективным для интенсивного выращивания в условиях закрытых агрогаэкосистем с искусственным освещением, способным стабильно давать высокие урожаи качественной продукции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Solanum lycopersicum L., продуктивность, биохимический состав, гидропоника, закрытые агрогаэкосистемы

Agrobiological characteristics of the original forms of tomato for breeding in closed agroecosystems

ABSTRACT

Relevance. Modern agriculture faces a shortage of specialized tomato varieties and hybrids of determinate growth type, adapted to cultivation in closed agroecosystems with artificial lighting and at the same time possessing an increased content of valuable biochemical substances, such as vitamins, amino acids and antioxidants. The solution to this problem involves the active development of the breeding process aimed at creating adapted hybrids and applying scientifically based approaches to the selection and evaluation of genetic material, which will form the basis for the successful implementation of intensive technologies for growing vegetables in closed agroecosystems. The purpose of the work: to identify the best tomato hybrids of domestic selection, suitable for cultivation in a closed agroecosystem with artificial lighting, through a comparative analysis of their productive and biochemical characteristics.

Materials and Methods. The tests were carried out on 11 specially selected hybrids, which made it possible to objectively assess their potential for use in intensive technologies of modern vegetable growing. The study included a detailed assessment of the morphobiometric characteristics, dry weight gain dynamics, photosynthetic activity intensity, fruit biochemical composition, and overall hybrid productivity. Standard statistical analysis techniques and modern bioassessment approaches were used.

Results. It was noted that the F₁ VS-21-23 hybrid was the most successful: it was characterized by high productivity (4.04 kg/plant), a short ripening period (81 days), a rich amino acid profile, high vitamin content, and low nitrate levels (177.58 mg/kg). The other five hybrids also demonstrated good adaptation to artificial conditions, but the F₁ VS-21-23 hybrid significantly outperformed its competitors by most criteria.

Conclusion. The F₁ VS-21-23 hybrid is promising for intensive cultivation in closed agroecosystems with artificial lighting, capable of consistently producing high yields of quality products.

KEYWORDS:

Solanum lycopersicum L., productivity, biochemical composition, hydroponics, closed agroecosystems.

Введение

Томат (*Solanum lycopersicum* L.) характеризуется высокими показателями пищевой ценности и специфическими вкусовыми качествами, что сделало его одним из наиболее распространенных продуктов двойного назначения (овощной и фруктовый) [1]. Кроме того, ввиду своего коммерческого значения и широкого спектра генетической вариабельности, томат выступает в роли оптимальной экспериментальной модели для научных исследований, направленных на улучшение характеристик плодов [2,3].

В ходе селекции новых сортов томата основной приоритет отдавался внешним характеристикам плодов, таким как размер, форма, окраска и масса, пренебрегая такими важными аспектами, как вкусовые свойства и пищевая ценность [4,5]. Подобный подход привел к утрате некоторых ключевых показателей качества томата. Так, исследование Tieman et al. (2017) показало значительное снижение содержания 13 важных ароматических соединений, а также уменьшение концентрации лимонной кислоты и глюкозы в современных сортах томата. Однако рынок предъявляет комплексные требования к качеству продукции, включающие как внешний вид, так и вкусовые характеристики. Таким образом, углубленный анализ фенотипических признаков, химического состава и сенсорных свойств сортов томата становится необходимым условием для успешной селекции и повышения конкурентоспособности культуры [6].

В условиях закрытых агрогаекосистем (интенсивной светокультуры), как правило, отдают предпочтение гибридам (F_1). Рекомендуется выбирать ранние и среднеспелые сорта и гибриды томата, характеризующиеся высокой завязываемостью плодов и равномерной отдачей урожая [7]. Однако стоит отметить, что количество специализированных сортов и гибридов, целенаправленно созданных для оптимального роста в условиях искусственных осветительных установок в закрытых агрогаекосистемах, остается весьма незначительным на современном рынке.

Государственный реестр селекционных достижений, допускаемых к использованию в 2025 году, содержит более 3920 зарегистрированных сортов, линий и гибридов томата, включающих как российские сорта, так и иностранные гибриды, пригодные для выращивания в различных регионах нашей страны. Специально для условий светокультуры зарегистрировано 67 гибрида (F_1) преимущественно зарубежной селекции с индетерминантным типом роста [8].

Создание гибридов, адаптированных к особым контролируемым условиям климатических камер, «grow boxes», «city farms» является важным направлением селекции и способствует формированию нового генетического ресурса, обеспечивающего устойчивое развитие сельского хозяйства в закрытых агрогаекосистемах с искусственным освещением.

Цель работы: выявить лучшие гибридные томаты отечественной селекции, пригодные для выращивания в условиях закрытой агрогаекосистемы с искусственным освещением, посредством сравнительного анализа их продуктивных и биохимических характеристик.

Материал и методика проведения исследований

Исследование проводили в 2024-2025 годах в Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ (ФНАЦ ВИМ). Объектом изучения стали 11 отечественных гибридов томата первого поколения (F_1), созданных Федеральным научным центром овощеводства. Основные хозяйствственно значимые характеристики исследуемых гибридов представлены в таблице 1.

Растения томата выращивали гидропонным способом по малообъемной технологии на минераловатном субстрате с капельным поливом в фитокомнате. Температура поддерживалась на уровне $+22 \pm 2^\circ\text{C}$ днем (во время 16-часового светового периода) и $+17 \pm 2^\circ\text{C}$ ночью. Относительная влажность воздуха находилась в диапазоне $65 \pm 2\%$. Раствор для питания готовился на основе трехкомпонентных удобрений марки GHE Flora (производства GeneralHydroponicsEurope, Франция) с pH 5,8-6,2 [9].

Таблица 1. Основные хозяйственно-ценные признаки красноплодных гибридов томата F_1 в условиях открытого грунта (по данным селекционеров)

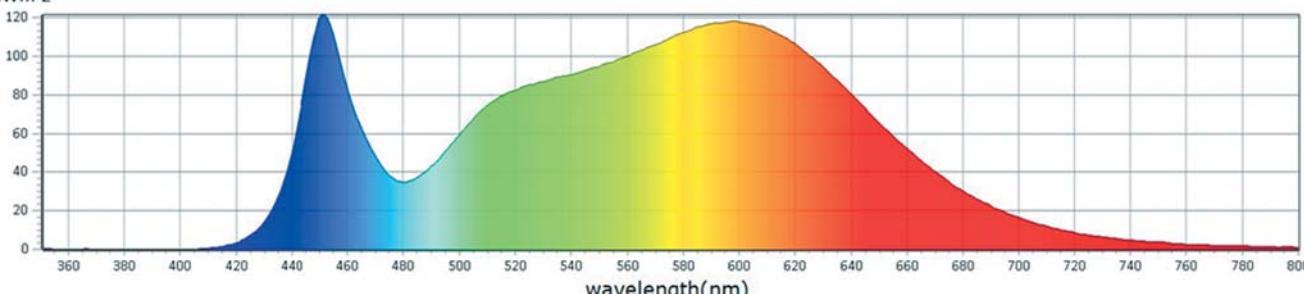
Table 1. The main economically valuable characteristics of red-fruited tomato hybrids F_1 in open ground conditions (according to breeders)

№	Гибрид F_1	Хозяйственно-ценные признаки					
		срок созревания (от всходов до биологической спелости), сутки	тип растения	масса плода, г	высота растений, см	содержание сухого вещества в соке, %	продуктивность, кг
1.	1-2-20	позднеспелый (110-115)	штамбовый, детерминантный	70-90	40-45	4,5-5,0	2,5
2.	Б-16-19	позднеспелый (98-110)	детерминантный	100-120	50-55	5,0-6,0	3,5
3.	10-6-20	среднеранний (98-100)	детерминантный	120-180	55-65	5,0-6,0	3,0
4.	19-18-19	среднеранний (100-105)	штамбовый, детерминантный	100-150	40-45	5,0	2,8
5.	20-14-19	среднеранний (100-105)	детерминантный	120-140	55-65	4,5-5,0	2,0
6.	VS-21-23	очень ранний (84-90)	детерминантный	58-62	50-60	5,9-6,3	3,7
7.	VS-22-23	очень ранний (84-91)	детерминантный	62-67	55-65	5,1	3,1
8.	VS-23-23	очень ранний (83-94)	детерминантный	55-60	50-60	5,2	3,5
9.	VS-24-23	очень ранний (85-92)	детерминантный	50-55	50-60	5,0	2,7
10.	VS-25-23	очень ранний (83-90)	детерминантный	58-65	50-60	5,2	3,1
11.	VS-26-23	очень ранний (85-94)	детерминантный	50-55	55-60	5,5	2,1

Таблица 2. Среднее значение ПФП, поступающее от светоизлучателей в каждой из зон спектра: синий (400-500 нм), зеленой (500-600 нм) и красной (600-700 нм)

Table 2. Average value of the PFP coming from LEDs in each of the spectrum zones: blue (400-500 nm), green (500-600 nm) and red (600-700 nm)

Спектр освещения	Поток фотонов, мкмоль м ⁻² с ⁻¹					
	ПФП λ = 400-800 нм	Синий (B)	Зеленый (G)	Красный (R)	Дальний красный (FR)	Процентный состав света (B:G:R:FR)
СИД – W белый	139,9±2,5	23,8±1,3	63,2±3,2	52,9±3,0	0,01±0,01	17:45:38:0

mWm⁻²

В исследовании использовался источник освещения на основе светоизлучателей. Характерной особенностью светового излучения белых светоизлучателей является значительное присутствие зеленой области спектра. Показатель плотности фотонного потока (ПФП) составлял ~250,1 мкмоль м⁻² с⁻¹ (таблица 2).

Измерения плотности потока фотонов (photon flux density) и спектрального состава излучения проводили с помощью прибора MK350D Compact Spectrometer (UPRtekCorp. Miaoli County, Taiwan).

Высоту растений измеряли на разных фазах роста и развития побегов от верхушки до поверхности субстрата с помощью технической линейки с точностью до 0,1 мм. Массу плода определяли с помощью аналитических весов EX224/AD (OHAUS, USA).

Учеты и наблюдения за растениями проведены по общепринятым методикам [10]. Массовую долю сухого вещества определяли методом высушивания навески до постоянной массы в сушильном шкафу Memmert UN-450 (Германия) при температуре +105°C (ГОСТ 28561-90).

Содержание хлорофилла а (Хл. а), хлорофилла б (Хл. б) и каротиноидов (Кар.) определялось спектрофотометрическим методом в ацетоне при длинах волн 662 нм, 644 нм и

440,5 нм соответственно. Для измерений использовали UV-2200 с двойной УФ-видимой областью (UV/VIS) (Китай) [11].

Содержание витамина С определяли путем титрования 2,6-дихлорфенолом натрия индофенолатом [12, 13]. Общее количество растворимых сухих веществ в соке определяли рефрактометрическим методом [14, 15]. Для измерений использовался рефрактометр Atago Pal-1 (Япония).

Определение массовой доли 20 аминокислот и нитратов (NO₃⁻), проводили методом капиллярного электрофореза с использованием аналитического комплекса на основе системы капиллярного электрофореза «Капель – 205» (Россия). Для аминокислот проводили кислотный и щелочногидролиз для получения производных фенилизотиокарбамила. Для определения нитратов готовили водную вытяжку.

Статистическую обработку результатов проводили с применением дисперсионного анализа (ANOVA) в программе MS Excel. В качестве posthoc теста использовали тест Дункана.

Результаты

Создание гибридов, адаптированных к особым климатическим условиям, является важным направлением селекции

Таблица 3. Динамика длины побегов гибридов томата в условиях закрытой агроэкосистемы.
Разные буквы обозначают статистически значимые различия между группами (p<0,05)Table 3. Dynamics of shoot length of tomato hybrids in a closed agroecosystem.
Different letters indicate statistically significant differences between groups (p<0,05)

№	F ₁	Фазы развития гибридов томата			
		4-6 настоящих листьев	начало цветения	массовый налив	созревание (биологическая спелость)
1.	1-2-20	13,25±0,65d	26,10±0,42c	34,00±1,63d	60,25±2,36d
2.	Б-16-19	17,78±0,84b	46,13±1,84a	62,75±2,63b	97,75±2,50c
3.	10-6-20	18,38±1,03b	44,85±1,65a	70,00±4,76ab	105,75±2,99b
4.	19-18-19	13,05±0,42e	24,43±0,82d	32,50±1,29d	51,0±2,56e
5.	20-14-19	21,0±1,29a	44,95±2,11a	71,25±1,71a	128,0±3,16a
6.	VS-21-23	12,05±0,53e	23,25±1,04d	30,25±2,06d	50,75±2,50e
7.	VS-22-23	11,88±0,48e	23,75±1,40d	31,0±2,16d	63,25±2,99d
8.	VS-23-23	15,68±0,77c	37,38±2,15b	56,25±3,59c	94,75±3,40c
9.	VS-24-23	16,25±1,04bc	39,23±1,26b	58,25±2,62bc	104,75±3,86b
10.	VS-25-23	12,03±0,51e	24,53±0,81d	34,00±2,16d	55,25±2,22e
11.	VS-26-23	12,05±0,53e	25,55±0,56cd	27,25±0,96e	54,0±2,58e

и способствует формированию нового генетического ресурса, обеспечивающего устойчивое развитие сельского хозяйства в закрытых агроэкосистемах с искусственным освещением.

Экспериментальные данные дали возможность сопоставить ключевые показатели роста каждого гибрида и установить уровень их адаптивности к условиям закрытой агроэкосистемы с применением искусственного освещения. Таблица 3 наглядно отображает динамику изменений ростовых характеристик исследованных гибридов томата на разных этапах их развития – от начала активного роста до достижения полной биологической спелости.

Во всех фазах развития длина побегов постепенно увеличивается от начальных этапов (4-6 настоящих листьев) до момента полного созревания (биологическая спелость). Это подтверждает закономерность нормального роста растений. Гибрид (20-14-19) показал наибольшую длину побегов практически на всех этапах развития, достигнув максимальной величины (128 см) к моменту полной биологической спелости. Этот гибрид может считаться наиболее эффективным для интенсивного производства томата в тепличных условиях, тогда как применение в специализированных климатических камерах или стеллажных системах, закрытых агроэкосистем с ограниченными пространственными ресурсами, становится менее целесообразным. Наиболее медленно развивались гибридные 19-18-19, VS-21-23, VS-25-23 и VS-26-23. Их низкая скорость роста (до 55 см) может свидетельствовать либо о слабой адаптации к условиям закрытой экосистемы, либо о специфической генетике, направленной на формирование компактных кустов. Среднерослые гибриды VS-23-23 и VS-24-23 могут служить базой для разработки новых высокопродуктивных линий путем селекции и скрещивания с наиболее эффективными исходными формами.

Наиболее высокое содержание хлорофилла а наблюдалось у гибрида (19-18-19) – 2,37 мг/г, что отражает его способность эффективно поглощать энергию свето-

диодного излучения белого спектра. Другие гибридные 1-2-20, 10-6-20, 20-14-19, VS-21-23 и VS-25-23 показывали схожее количество хлорофилла а, находясь в пределах от 2,04 до 2,20 мг/г.

Максимальное содержание хлорофилла b и сумма хлорофиллов выявлены у гибрида (19-18-19) демонстрирующего эффективное преобразование световой энергии. Концентрация хлорофилла b у гибридов (1-2-20, 10-6-20, 19-18-19), (VS-21-23) и (VS-25-23) находилась на стабильно высоком уровне, достигая 1,03 мг/г. Это подтверждает высокую эффективность фотосинтетической активности данных гибридов, способствующую интенсивному росту и развитию растений. Данные показатели являются положительным фактором для дальнейшего селекционного отбора и внедрения указанных гибридов в сельскохозяйственное производство. У гибридов VS-22-23, VS-23-23, VS-24-23 и VS-26-23 наблюдался дефицит хлорофилла b и общей суммы хлорофиллов. Каротиноиды обеспечивающие защиту клеток от избытка света, их наибольшее содержание отмечено у гибридов Б-16-19, 10-6-20, 19-18-19, 20-14-19, VS-21-23 и VS-25-23, а минимум – у VS-22-23.

В результате проведенного исследования динамики роста и накопления фотосинтетических пигментов у 11 гибридов томата, для последующего выращивания в закрытых агроэкосистемах с целью получения урожая плодов были выбраны гибридные VS-21-23, VS-22-23, VS-23-23, VS-24-23, VS-25-23 и VS-26-23 (табл. 5).

Среди исследованных гибридов томата максимальная средняя масса плодов была зарегистрирована у двух гибридов: VS-23-23 отличился плодами средней массой около 65,56 г, а гибрид VS-22-23 также проявил высокую продуктивность с массой плода порядка 58,92 г. Напротив, наименьшую среднюю массу плода показали два других гибрида: VS-26-23 с минимальной величиной около 25,06 г и VS-24-23, плоды которого имели среднюю массу приблизительно 30,72 г. Таким образом, выявленные отличия свидетельствуют о значительных различиях в массе плодов, зависящих от конкретного гибрида.

Таблица 4. Накопление фотосинтетических пигментов в листьях гибридов томата, выращенных в условиях закрытой агроэкосистемы. Разные буквы обозначают статистически значимые различия между группами ($p<0,05$)
Table 4. Accumulation of photosynthetic pigments in leaves of tomato hybrids grown in a closed agroecosystem.
Different letters indicate statistically significant differences between groups ($p<0,05$)

№	F_1	Количество фотосинтетических пигментов, мг/г			
		хлорофилл, а	хлорофилл b	сумма хлорофиллов(а+b)	каротиноиды
1.	1-2-20	2,04±0,10bc	0,97±0,06bc	3,01±0,15bc	0,48±0,03c
2.	Б-16-19	1,80±0,05d	1,0±0,05bc	2,80±0,10c	0,58±0,04ab
3.	10-6-20	2,08±0,09bc	1,03±0,04b	3,11±0,12b	0,60±0,03a
4.	19-18-19	2,37±0,02a	1,10±0,03a	3,47±0,05a	0,61±0,03a
5.	20-14-19	2,11±0,03b	0,91±0,03c	3,02±0,07b	0,56±0,04ab
6.	VS-21-23	2,04±0,05bc	0,93±0,06bc	2,98±0,11bc	0,54±0,02b
7.	VS-22-23	1,76±0,07d	0,70±0,05e	2,46±0,12d	0,39±0,02d
8.	VS-23-23	1,97±0,04c	0,83±0,03d	2,80±0,08c	0,47±0,03c
9.	VS-24-23	1,94±0,08c	0,82±0,03d	2,76±0,11c	0,49±0,03c
10.	VS-25-23	2,20±0,14b	0,93±0,05b	3,13±0,19b	0,57±0,03ab
11.	VS-26-23	1,75±0,09d	0,78±0,03de	2,53±0,12d	0,45±0,02c

Таблица 5. Продуктивность гибридов томата, выращенных в условиях закрытой агроэкосистемы.
Разные буквы обозначают статистически значимые различия между группами ($p<0,05$)
Table 5. Productivity of tomato hybrids grown in a closed agroecosystem.
Different letters indicate statistically significant differences between groups ($p<0.05$)

№	F ₁	Масса плода, г	Продуктивность, кг	От всходов до биологической спелости, сутки
1.	VS-21-23	51,54±4,05b	4,04±0,21a	81,0±2,0b
2.	VS-22-23	58,92±4,18ab	3,49±0,27b	85,0±2,0a
3.	VS-23-23	65,56±2,36a	3,95±0,06a	85,0±2,0a
4.	VS-24-23	30,72±1,93c	3,10±0,09c	86,0±2,0a
5.	VS-25-23	51,80±2,10b	3,68±0,16ab	83,0±2,0ab
6.	VS-26-23	25,06±0,50d	2,26±0,09d	82,0±2,0ab

По результатам испытаний, наибольшую продуктивность показали гибриды VS-21-23 и VS-23-23, каждый из которых принес в среднем 4,04 кг и 3,95 кг плодов соответственно. Среди наименее производительных оказались гибриды VS-26-23 и VS-24-23, составили лишь 2,26 кг и 3,10 кг соответственно.

Время от появления всходов до достижения полной биологической спелости оказалось минимальным у гибрида VS-21-23 – всего 81,0 суток. Остальные гибриды требовали практически равное время для завершения процесса созревания, которое колебалось в диапазоне от 82,0 до 86,0 суток. Исключением стал гибрид VS-24-23, чья длительность цикла до биологической спелости составила 86,0 суток, однако это небольшое увеличение срока не оказало значимого влияния на общий вывод.

Провели исследование биохимического состава плодов шести гибридов томата, выращенных в закрытой агроэкосистеме. Целью данного анализа стало выявление существенных различий в качественном составе плодов и отбор наиболее перспективных форм для закрытых агроэкосистем с искусственным освещением (табл. 6).

Содержание растворимого сухого вещества (оВх) служит важным показателем сладости и сочности плодов томата. Из представленных гибридов максимальное значение Brix – 9,98% – выявлено у гибрида VS-25-23. Кроме того, гибрид VS-21-23 также обладал достаточно высоким содержанием растворимых сухих веществ, составляя 7,93%, что способствовало хорошему вкусу и сочности плодов. Средний уровень оВх, характерен для гибридов VS-23-23 (6,60%) и VS-26-23

Таблица 6. Содержание растворимых сухих веществ (оВх), сухого вещества, витамина С и ликопина в плодах гибридов томата, выращенных в условиях закрытой агроэкосистемы.
Разные буквы обозначают статистически значимые различия между группами ($p<0,05$)
Table 6. Content of soluble solids (Brix), solids, vitamin C and lycopene in fruits of tomato hybrids grown in a closed agroecosystem.
Different letters indicate statistically significant differences between groups ($p<0.05$)

№	F ₁	Brix, %	Сухое вещество, %	Витамин С, мг/100 г	Ликопин, мг/100 г
1.	VS-21-23	7,93±0,73b	6,58±0,08a	21,65±0,72a	4,19±0,12a
2.	VS-22-23	5,37±0,37d	5,24±0,21b	17,83±0,61c	3,70±0,13b
3.	VS-23-23	6,60±0,57c	6,24±0,39a	19,61±0,96b	4,0±0,11a
4.	VS-24-23	5,18±0,22d	5,37±0,13b	18,87±0,64bc	3,59±0,16b
5.	VS-25-23	9,98±0,25a	6,36±0,31a	20,85±0,42ab	4,03±0,13a
6.	VS-26-23	6,81±0,28c	5,53±0,28b	20,36±1,31ab	3,18±0,09c

Таблица 7. Содержание нитратов в плодах гибридов томата, выращенных в условиях закрытой агроэкосистемы.
Разные буквы обозначают статистически значимые различия между группами ($p<0,05$)
Table 7. Nitrate content in fruits of tomato hybrids grown in a closed agroecosystem.
Different letters indicate statistically significant differences between groups ($p<0,05$)

№	F_1	Содержание нитратов в съедобной части, мг/кг	
		Исследуемые образцы	Требования ТРТС 021/2011
1.	VS-21-23	177,58±6,02b	300
2.	VS-22-23	181,04±3,66b	
3.	VS-23-23	184,80±5,12ab	
4.	VS-24-23	175,47±7,02b	
5.	VS-25-23	169,66±3,13b	
6.	VS-26-23	188,81±2,01a	

(6,81%), что означает умеренно сладкий вкус плодов. Гибриды VS-22-23 (5,37%) и VS-24-23 (5,18%) обладали самыми низкими показателями Brix, что соответствует пониженней сладости и интенсивности вкуса.

Самую высокую концентрацию витамина С продемонстрировал гибрид VS-21-23, содержащий в среднем 21,65 мг/100 г, что существенно повышало пищевую ценность плодов. Высокая концентрация витамина С также характерна была для гибридов VS-25-23 (20,85 мг/100 г) и VS-26-23 (20,36 мг/100 г). Однако значительно меньше витамина содержали плоды гибридов VS-22-23 (17,83 мг/100 г) и VS-24-23 (18,87 мг/100 г), что снижает их привлекательность с точки зрения витаминизации продуктов питания.

Самым богатым источником ликопина оказался гибрид VS-21-23, который содержал наибольшее количество этого ценного антиоксиданта – 4,19 мг/100 г. Благодаря таким показателям, плоды этого гибрида особенно полезны для здоровья и способствуют повышению биологической активности организма. Высокое содержание ликопина также было отмечено у гибридов VS-23-23 (4,0 мг/100 г) и VS-25-23 (4,03 мг/100 г). Гибрид №6 VS-26-23 продемонстрировал наименьшую концентрацию ликопина, достигая значений 3,18 мг/100 г, что ограничивает его потенциал в обеспечении организма важными природными антиоксидантами.

Анализ показал наличие статистически значимых различий в уровнях накопления нитратов между изучаемыми гибридами томата. Уровень нитратов у всех гибридов оставался в рамках установленных санитарных норм (табл. 7). Гибрид VS-25-23 показал минимальный уровень нитратов – 169,66±3,13 мг/кг, гарантируя полную безопасность продукта. Наибольшее содержание нитратов, близко к верхней границе нормы, обнаружено у гибрида VS-26-23 (188,81 мг/кг), что подчеркивает необходимость внимательного контроля над условиями выращивания и внесением удобрений для предотвращения риска избыточного накопления нитратов.

Анализ биохимических характеристик шести гибридов томата, выращенных в условиях управляемой агроэкосистемы, выявил заметные преимущества гибридов VS-21-23 и VS-25-23. По совокупности свойств – высоким содержанием растворимых сухих веществ (oBx), сухого вещества, витамина С и ликопина – эти гибриды продемонстрировали значительный качественный потенциал. Дополнительным преимуществом указанных форм является низкий уровень нитратов (169,7-177,6 мг/кг), что определяет их приоритетность для масштабного внедрения в производственные системы с регулируемым микроклиматом и искусственным освещением закрытых агроэкосистем.

Заключение

В результате исследования морфологических, биохимических и физиологических характеристик 11 гибридов томата, выращенных в условиях закрытой агроэкосистемы с искусственным освещением, выявлены существенные различия по темпам роста, продуктивности и биохимическому составу плодов.

Лучшими показателями продуктивности, качественного состава плодов и низким уровнем нитратов отличались гибриды VS-21-23 и VS-25-23, что делает их приоритетными для выращивания в закрытых агроэкосистемах. Гибрид (19-18-19) выделяется высоким содержанием хлорофилла а, демонстрируя отличную способность усваивать световую энергию. Полученные данные формируют основу для оптимизации агротехнологий и разработки практических рекомендаций по выращиванию томата в условиях закрытых агроэкосистемах с искусственным освещением.

Учитывая биологические особенности томата и условия выращивания в закрытых агроэкосистемах, селекционное направление следует ориентировать на создание супердетерминантных гибридов генеративного типа развития, при котором процессы плодоношения превалируют над вегетативным ростом. Плоды томата должны быть среднего размера, обладать хорошими товарными качествами и высоким содержанием полезных веществ.

• Литература

- Yang Y., Luo J., Tang Y., Li Z., Yang L., Gao J. Comparative evaluation of appearance and nutritional qualities of 57 tomato (*Solanum lycopersicum* L.) accessions. *Horticulturae*. 2025;11(7):796. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11070796>
- Князева И.В., Вершинина О.В., Титенков А.В., Джос Е.А. Биоудобрение и освещение как факторы, влияющие на рост, развитие и биохимический состав томатов. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2023;53:22-30. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-5-3> <https://www.elibrary.ru/pzipbd>
- Cai W.Q., Jiang P.F., Liu Y., Miao X.Q., Liu A.D. Distinct changes of taste quality and metabolite profile in different tomato varieties revealed by LC-MS metabolomics. *Food Chemistry*. 2024;442:138456. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138456>
- Sierra-Orozco E., Shekasteband R., Illa-Berenguer E., Snouffer A., van der Knaap E., Lee T.G., Hutton S.F. Identification and characterization of GLOBE, a major gene controlling fruit shape and impacting fruit size and marketability in tomato. *Horticulture Research*. 2021;8. <https://doi.org/10.1038/s41438-021-00574-3>
- Chang Y., Zhang X., Wang C., Ma N., Xie J., Zhang J. Fruit quality analysis and flavor comprehensive evaluation of cherry tomatoes of different colors. *Foods*. 2024;13(12):1898. <https://doi.org/10.3390/foods13121898>
- Tieman D., Zhu G., Resende Jr M.F., Lin T., Nguyen C., Bies D., Klee H. A chemical genetic roadmap to improved tomato flavor. *Science*. 2017;355(6323):391-394. <https://doi.org/10.1126/science.aal1556>
- Король В.Г. Гибриды томата, рекомендуемые для выращивания в условиях светокультуры. *Овощи России*. 2021;(4):71-77. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-71-77> <https://www.elibrary.ru/lojeod>
- Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию. Москва: Минсельхоз России; 2025. URL: [\(data обращения: 08.08.2025\).](https://gossotrfr.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektzionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni)
- Измайлов А.Ю., Князева И.В., Журавлева Е.В., Вершинина О.В. Агротехнологические приемы в селекции для закрытых агроэкосистем: методические рекомендации. М.: ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 2025. 58 с.
- Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: Россельхозакадемия, 2011. 649 с.
- Третьяков Н. Практикум по физиологии растений. Количественное определение пигментов. М.: Агропромиздат, 1990. С. 86-94.
- AOAC. Official Methods of Analysis, Volume 1, Association of Official Agricultural Chemists; AOAC: Washington, DC, USA, 1990.
- Patane C., Pellegrino A., Saita A., Siracusa L., Ruberto G., Barbagallo R. Mediterranean long storage tomato as a source of novel products for the agri-food industry: Nutritional and technological traits. *LWT-Food Sci. Technol.* 2017;(85):445-448. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.011>
- AOAC. The official methods of analysis of the association of official analytical chemists international. 22nd ed. Vitamin C. AOAC: Washington, DC, USA, 2012.
- Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Молчанова А.В., Антошкина М.С., Надеждин С.М., Солдатенко А.В. Антиоксиданты растений и методы их определения. Москва: INFRA-M, 2020. 181 с. <https://www.elibrary.ru/vlnauj>

• References

- Yang Y., Luo J., Tang Y., Li Z., Yang L., Gao J. Comparative evaluation of appearance and nutritional qualities of 57 tomato (*Solanum lycopersicum* L.) accessions. *Horticulturae*. 2025;11(7):796. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11070796>
- Knyazeva I.V., Vershinina O.V., Titienko A.V., Dzhos E.A. Biofertilizer and lighting as factors influencing the growth, development and biochemical composition of tomatoes. *Siberian herald of agricultural science*. 2023;53:22-30. (In Russ.) <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-5-3> <https://www.elibrary.ru/pzipbd>
- Cai W.Q., Jiang P.F., Liu Y., Miao X.Q., Liu A.D. Distinct changes of taste quality and metabolite profile in different tomato varieties revealed by LC-MS metabolomics. *Food Chemistry*. 2024;442:138456. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138456>
- Sierra-Orozco E., Shekasteband R., Illa-Berenguer E., Snouffer A., van der Knaap E., Lee T.G., Hutton S.F. Identification and characterization of GLOBE, a major gene controlling fruit shape and impacting fruit size and marketability in tomato. *Horticulture Research*. 2021;8. <https://doi.org/10.1038/s41438-021-00574-3>
- Chang Y., Zhang X., Wang C., Ma N., Xie J., Zhang J. Fruit quality analysis and flavor comprehensive evaluation of cherry tomatoes of different colors. *Foods*. 2024;13(12):1898. <https://doi.org/10.3390/foods13121898>
- Tieman D., Zhu G., Resende Jr M.F., Lin T., Nguyen C., Bies D., Klee H. A chemical genetic roadmap to improved tomato flavor. *Science*. 2017;355(6323):391-394. <https://doi.org/10.1126/science.aal1556>
- Korol V.G. Tomato hybrids recommended for growing in photoculture conditions. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(4):71-77. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-71-77> <https://www.elibrary.ru/lojeod>
- State Register of Varieties and Hybrids of Agricultural Plants Approved for Use. Moscow: Ministry of Agriculture of the Russian Federation; 2025. URL: [\(data обращения: 08.08.2025\). \(In Russ.\)](https://gossotrfr.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektzionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni)
- Izmailov A.Yu., Knyazeva I.V., Zhuravleva E.V., Vershinina O.V. Agrotechnological Methods in Breeding for Closed Agroecosystems: Methodological Recommendations. Moscow: FGBNU FNAC VIM, 2025. –58 p. (In Russ.)
- Litvinov S.S. Methodology for field testing in vegetable cultivation. Moscow: Rosselkhozakademiya, 2011. 649 p. (In Russ.)
- Tretyakov N. Workshop on Plant physiology - 3rd ed., // Quantitative determination of pigments. M.: Agropromizdat, 1990. P. 86-94. (In Russ.)
- AOAC. Official Methods of Analysis, Volume 1, Association of Official Agricultural Chemists; AOAC: Washington, DC, USA, 1990.
- Patane C., Pellegrino A., Saita A., Siracusa L., Ruberto G., Barbagallo R. Mediterranean long storage tomato as a source of novel products for the agri-food industry: Nutritional and technological traits. *LWT-Food Sci. Technol.* 2017;(85):445-448. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.011>
- AOAC. The official methods of analysis of the association of official analytical chemists international. 22nd ed. Vitamin C. AOAC: Washington, DC, USA, 2012.
- Golubkina N.A., Kekina E.G., Molchanova A.V., Antoshkina M.S., Nadezhkin S.M., Soldatenko A.V. Plant antioxidants and methods for their determination: monograph. Moscow: INFRA-M, 2020. 181 p. <https://www.elibrary.ru/vlnauj> (In Russ.)

Об авторах:

Инна Валерьевна Князева – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-1065-1814>, SPIN-код: 4850-8967, автор для переписки, knyazewa.inna@yandex.ru
Елена Алексеевна Джос – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-2216-0094>, SPIN-код: 3677-0025, elenadzhos@mail.ru
Алексей Васильевич Солдатенко – доктор с.-х. наук, академик РАН, главный научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-9492-6845>, SPIN-код: 7900-4819, alex-soldat@mail.ru

About the Authors:

Inna V. Knyazeva – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-1065-1814>, SPIN code: 4850-8967, Corresponding Author, knyazewa.inna@yandex.ru
Elena A. Dzhos – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-2216-0094>, SPIN-code: 3677-0025, elenadzhos@mail.ru
Alexey V. Soldatenko – Dr. Sci. (Agriculture), Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-9492-6845>, SPIN-code: 7900-4819, alex-soldat@mail.ru

Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-47-51>
УДК: 635.64:631.52

И.В. Козлова*

Федеральное Государственное
Бюджетное Научное Учреждение
«Федеральный научный центр риса»
350921, Россия, г. Краснодар,
п. Белозерный, д. 3

*Автор для переписки: k.irina1967@mail.ru

Список сокращений: ФМС – функциональная
мужская стерильность

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

Вклад авторов: Козлова И.В.: концепция, пла-
нирование и проведение исследования, анализ
данных, написание рукописи.

Конфликт интересов. Автор заявляет
об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Козлова И.В. Основные
направления и результаты селекции томата
ФНЦ риса. *Овощи России.* 2025;(5):47-51.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-47-51>

Поступила в редакцию: 23.05.2025

Принята к печати: 16.07.2025

Опубликована: 28.10.2025

Irina V. Kozlova*

Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal
Scientific Rice Centre"
3, Belozerny village, Krasnodar, Russian Federation,
350921

*Corresponding Author: k.irina1967@mail.ru

Author's Contribution: Kozlova I.V.: concept, admin-
istration, planning and conducting the study, data
analysis, manuscript writing, illustrations, manuscript
editing.

Funding: The study was carried out with the financial
support of the Ministry of Science and Higher
Education of the Russian Federation, grant No. 075-
15-2025-574.

Conflict of interest. The author declare that there is
no conflict of interest.

For citation: Kozlova I.V. The main directions and
results of tomato breeding of FSC of rice. *Vegetable
crops of Russia.* 2025;(5):47-51. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-47-51>

Received: 23.05.2025

Accepted for publication: 16.07.2025

Published: 28.10.2025





Основные направления и результаты селекции томата ФНЦ риса

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Томат – одна из самых популярных овощных культур в южных регионах России. В последнее время все больше внимания уделяется сортам, которые в большей степени удовлетворяют самым разнообразным требованиям сельскохозяйственных организаций, крестьянско-фермерских хозяйств, огородников, дачников, консервной промышленности. Требуются новые более урожайные и оригинальные сорта, обладающие комплексной устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам региона. Особенно это актуально для юга России, где высокая солнечная инсоляция способствует получению солнечных ожогов плодов, а погодные условия являются благоприятными для развития болезней и стрессовой нагрузки на растения максимальна.

Цель исследования. Создать сорта и гетерозисные гибриды с сочетанием ценных хозяйственных признаков путем скрещивания линий с различными генотипами, адаптированных к природно-климатическим условиям юга России и отвечающих требованиям производителей.

Материалы и методы. Многолетние исследования проводили в отделе овощеводства ФГБНУ «ФНЦ риса» расположенному в центральной почвенно-климатической зоне Краснодарского края (Южный федеральный округ). Материал исследований – сорта, гибриды и перспективные комбинации, полученные на базе функциональной мужской стерильности. В селекционной работе использовали методы классической селекции.

Результаты. В результате многолетней непрерывной селекционной работы в последние годы созданы новые урожайные сорта и гибриды томата: салатного назначения – гибриды F₁ Зарница-75 и Жанна; для переработки – сорт Малыш; универсального направления – сорт Виктор. Все сорта и гибриды со стабильной реализацией своих потенциальных возможностей, с высоким уровнем пластичности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды имеют детерминантный тип куста, хорошую облиственность, полностью предохраняющую плоды от солнечных ожогов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

томат, селекция, селекционный материал, функциональная мужская стерильность

The main directions and results of tomato breeding of FSC of rice

ABSTRACT

Relevance. Tomato is one of the most popular vegetable crops in the southern regions of Russia. Recently, more and more attention has been paid to varieties that better meet the most diverse requirements of agricultural organizations, peasant farms, gardeners, summer residents, and the canning industry. New, more productive and original varieties are required, which have comprehensive resistance to biotic and abiotic stressors of the region. This is especially true in the south of Russia, where high solar insolation contributes to sunburn of fruits, and weather conditions are favorable for the development of diseases and the stress load on plants is maximum. The purpose of the study. To create varieties and heterotic hybrids with a combination of valuable economic characteristics by crossing lines with different genotypes adapted to the natural and climatic conditions of southern Russia and meeting the requirements of producers.

Materials and Methods. Long-term research was carried out in the department of vegetable growing of the "Federal Scientific Rice Centre" located in the central soil and climatic zone of the Krasnodar Territory (Southern Federal District). The research material includes varieties, hybrids, and promising combinations based on functional male sterility. The methods of classical breeding were used in the breeding work.

Results. As a result of many years of continuous breeding work, new high-yielding tomato varieties and hybrids have been created in recent years: F₁ Zarnitsa-75 and Zhanna hybrids for salad purposes; Malysh variety for processing; Victor variety for universal purposes. All varieties and hybrids with stable realization of their potential, with a high level of plasticity and resistance to adverse environmental factors have a determinant bush type, good foliage, which completely protects the fruits from sunburn.

KEYWORDS:

tomato, breeding, breeding material, functional male sterility

Введение

Основной целью в стратегии развития сельского хозяйства является обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации. Овощеводство одна из важных и перспективных отраслей в Краснодарском крае. В связи со сложными политическими и экономическим процессами в мире в минувшие годы, введением экономических санкций и пр. в регионе реализуется программа по импортозамещению в сфере производства сельскохозяйственной продукции, в том числе и для овощеводства. Для эффективного импортозамещения, необходимо обеспечить товаропроизводителей посевным материалом отечественных сортов и гибридов томата не менее чем на 80% [1].

Томат – одна из самых распространенных овощных культур в мире. Из-за популярности культуры и широкого спектра использования его выращивают как крупные агрокомплексы, так и дачники на своих приусадебных участках [2]. Томат является одним из видов овощей, потребляемых в течение всего года в свежем и переработанном виде. По исследованиям Российских и зарубежных ученых, усиленное употребление томатов напрямую связано со снижением риска хронических заболеваний. Томаты имеют низкую калорийность поэтому полезны людям, предрасположенным к полноте. В плодах найдены очень важные биологически активные вещества, снижающие уровень холестерина, предохраняющие от атеросклероза и способствующие образованию гемоглобина [3, 4]. В плодах помимо воды, сахаров, аминокислот, клетчатки, органических кислот и ферментов находится большое количество витаминов, минеральных солей, каротина и ликопина, который не разрушается даже при термообработке. Эти вещества, являясь антиоксидантами, препятствуют старению организма, обладают противораковыми и противоинфарктными свойствами [5, 6]. Это также важнейшее сырье для консервной промышленности. Обеспечить население качественными продуктами питания в течении всего года – важная задача правительства, которую призвана решать «Государственная программа развития сельского хозяйства Российской Федерации», рассчитанная до 2030 года [7].

По данным Росстата, общая посевная площадь помидоров открытого грунта в Краснодарском крае в хозяйствах всех категорий составляет 22,7 тыс. га. Из них хозяйства населения – 7,2 тыс. га (32%), крестьянско-фермерские хозяйства – 5,2 тыс. га (23%), сельскохозяйственные организации – 10,3 тыс. га (45%) [8], а объемы производства удовлетворяют спрос потребителя менее чем наполовину. Одна из причин такого состояния – недостаток отечественных сортов, отвечающих требованиям как потребителя, так и товарного производства.

В последние годы сортимент томата в России значительно расширился, в том числе, за счет гетерозисных гибридов. Гибриды обычно превосходят своих родителей по урожайности; количеству, размеру и качеству плодов; показывают повышенную метаболическую активность и обычно лучшую устойчивость к насекомым-вредителям, болезням и экстремальным температурам и, в конечном итоге, имеют лучшие хозяйствственно-ценные характеристики [9]. Гетерозисные гибриды лучше сохраняют генеративные органы при неблагоприятных усло-

виях в процессе онтогенеза и по этой причине имеют большее число плодов, обладают большей резистентностью к грибковым и вирусным заболеваниям [10]. Надо отметить, что гибриды имеют преимущество над лучшими районированными сортами по урожайности на 10-15%.

В селекции томата много внимания уделяется улучшению товарных качеств и внешнего вида плодов. Сортимент томата, представленный сортами и гибридами отечественной селекции и ведущих мировых компаний, с каждым годом расширяется и совершенствуется [11]. Поэтому важной задачей является создание качественно новых высокурожайных сортов и гибридов с улучшенными хозяйственными ценными, пищевыми и технологическими качествами, устойчивостью к наиболее вредоносным патогенам в условиях регионов их возделывания.

Цель исследований – создание и внедрение в производство сортов и гетерозисных гибридов с сочетанием ценных хозяйственных признаков путем скрещивания линий, обладающих функциональной мужской стерильностью с различными генотипами, адаптированных к природно-климатическим условиям юга России и отвечающих требованиям производителей.

Материалы и методы

Многолетние исследования проводили в селекционной пленочной теплице и селекционном участке в открытом грунте отдела овощеводства ФГБНУ «ФНЦ риса», п. Белозерный. Материал исследований – гибриды и перспективные комбинации, полученные на базе функциональной мужской стерильности в отделе овощеводства. Способ полива – капельный. Способ выращивания томата – рассадный. Работу проводили в соответствии с «Методическими указаниями по ускоренной селекции сортов и гибридов томата» [12]. Во время проведения исследований руководствовались общепризнанными методиками полевых опытов [13, 14, 15]. Работы по уходу за растениями на опытном участке (окучивание, культивация, борьба с вредителями и болезнями и т.д.) выполняли в оптимальные агротехнические сроки в соответствии с рекомендациями по выращиванию томата [16].

Результаты и обсуждения

Одним из сдерживающих факторов получения высоких урожаев является стрессовые условия произрастания растений. Высокотемпературный стресс является главным экологическим стрессом, который ограничивает рост, метаболизм и продуктивность растений во всем мире [17]. Перегревы в районах с жарким климатом часто являются причиной стерилизации пыльцы, депрессии фотосинтеза, нарушения обмена веществ, в результате тормозится рост и развитие растений, замедляется или совсем прекращается плодообразование, происходит опадение завязей. Высокая солнечная инсоляция вызывает у сортов и гибридов томата со слабой облиственностью кустов «солнечные ожоги» плодов. При этом повреждаются и уже сформированные плоды, так как при длительном воздействии температур выше 32°C прекращается образование пигментов ликопина и каротина, наблюдаются ожоги и отмирание клеток плодов в дальнейшем они заселяются сaproфитными грибами [18]. В этих условиях интенсивные сорта могут реализо-

вать лишь 15-30% заложенной в них генотипической продуктивности.

Поэтому одним из направлений селекционной работы в отделе является работа по созданию сортов и гибридов томата для открытого грунта с высоким уровнем пластичности и устойчивости к высокотемпературному стрессу (рис. 1). Повторяющиеся с определенной периодичностью экстремальные погодные условия в центральной зоне Краснодарского края дают возможность отобрать наиболее адаптивный селекционный материал и выделить среди перспективных образцов наиболее стабильные по урожайности, устойчивые к биотическим и абиотическим стрессорам.

Выращивание томата на юге России в товарном овощеводстве открытого грунта более затратно по сравнению с другими регионами. Одной из основных причин является дорогостоящая система защиты от болезней, которые широко распространены на помидоре из-за благоприятных погодных условий их развития в крае. В Краснодарском крае томат поражает множество болезней, вызванных вирусами, бактериями, грибами и оомицетами [19]. Среди них наиболее опасны возбудители фузариозного увядания, фитофтороза и альтернариоза (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, вызывающий фузариозное увядание, *Phytophtora infestans* Mont. de Bary, вызывающий заболевание фитофтороз и *Alternaria alternata* f. sp. *lycopersici*, возбудитель альтернариоза). В настоящее время самым распространенным способом борьбы с этими заболеваниями является применение химических препаратов [20]. Но это не всегда гарантирует эффективную защиту. Поэтому, наряду с высокими показателями хозяйствственно-ценных признаков, необходимо повышение устойчивости селекционных достижений к наиболее вредоносным заболеваниям. В связи с этим, селекционная работа в этом направлении является актуальной (рис. 1).

Перспективным остается направление селекции сортов томатов различного целевого назначения (рис.1). Важным признаком у сортов, пригодных к употреблению в свежем виде является высокие вкусовые качества, которые определяются сахарокислотным коэффициентом [21], а у сортов консервного направления – высокое содержание сухого вещества и плотность мякоти.

Среди профессионалов и любителей существует потребность в сортах и гибридах с плодами разной формы,

окраски и размеров, от самых мелких (черри) до крупноплодных (биф), от плоскоокруглых и сливовидных до перцевидных и сердцевидных, от желто-оранжевой окраски до малиновой. Поэтому одним из перспективных направлений селекции томатов в ФГБНУ «ФНЦ риса» является создание гетерозисных гибридов различного направления на основе линий с ФМС, несущих гены устойчивости к основным заболеваниям юга России [22] и разработка методов и элементов семеноводства.

В результате многолетней непрерывной селекционной работы в последние годы созданы новые сорта и гибриды томата: салатного назначения – гибрид F₁ Зарница-75 и Жанна; для переработки – сорт Малыш; универсального направления – сорт Виктор. Все сорта и гибриды, создаваемые в «ФНЦ риса», имеют детерминантный тип куста, хорошую облиственность, полностью предохраняющую плоды от солнечных ожогов.

Зарница 75 F₁. Гибрид среднего срока созревания, от всходов до начала созревания 97-113 дней, получен от скрещивания стерильной линии Си 1-335 (ООО «Селекционная станция им. Н.Н. Тимофеева») и ЛК-2663 (ФГБНУ «ФНЦ риса»). Плоды выровнены по размеру, плоскоокруглой формы (индекс 0,86), гладкие, блестящие, красного цвета, с 5-7 камерами, средней массой 130-160 г, с плотной кожицей. Длительное время могут сохраняться на кусте, не теряя товарных качеств. Содержат 5,56% сухого вещества, 2,72% сахара, 19,212 мг% аскорбиновой кислоты при общей кислотности 0,37%. Сахарокислотный коэффициент равен 7,4, что подтверждает гармоничность вкуса плодов. Плодоножка с сочленением. Урожайность товарных плодов при выращивании на поливе в среднем составила 118,5 т/га, что на 13 т/га превышает стандарт (гибрид Модуль F₁). Относительно устойчив к фузариозу. Гибрид салатного на значения пригоден для выращивания в фермерских и личных подсобных хозяйствах.

Жанна F1. Среднеспелый салатный гибрид с вегетационным периодом 100 – 110 дней от полных всходов до начала созревания.

Формирует гладкие блестящие плоды красного цвета массой 200-250 г плоскоокруглой формы. Гибрид имеет хорошие вкусовые качества, высокое содержание (5,6%) сухого вещества, 2,57% сахара, 22,61 мг% аскорбиновой кислоты при общей кислотности 0,34%. Сахарокислотный



Рис. 1. Основные направления селекции томатов в ФГБНУ «ФНЦ риса»
Fig. 1. The main directions of tomato breeding in "Federal Scientific Rice Centre"



Рис. 2. Сорта и гибриды томата, созданные в ФГБНУ «ФНЦ риса»:
а) Зарница 75 F1; б) Жанна F1; в) Малыш, г) Виктор

Fig. 2. Tomato varieties and hybrids created at the "Federal Scientific Center of Rice":
a) Zarnitsa 75 F1; b) Zhanna F1; c) Malysh, d) Victor

коэффициент равен 7,3, что подтверждает гармоничность вкуса плодов. Урожайность товарных плодов при выращивании на поливе в среднем составила 93,7 т/га, что на 15,2 т/га превышает стандарт (гибрид Премьера). Толерантен к альтернариозу и фитофторозу. Гибрид салатного назначения: предназначен для потребления в свежем виде и изготавления соков, пригоден для выращивания в фермерских и личных подсобных хозяйствах.

Малыш – среднеспелый сорт. Вегетационный период 105-110 дней от всходов до начала созревания. Урожайность товарных плодов в среднем составляет 65,3 т/га, что на 20,5% превышает стандарт сорт Мираж. Сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ в 2019 году. Формирует плоды средней массой 52 г, выравненные по размеру, округлой формы (индекс 1,02), гладкие, блестящие, красного цвета, с 2-3 камерами. Гармоничность вкуса придают плодам: высокое содержание сухого вещества – 6,07%, сахара – 3,27%, аскорбиновой кислоты – 16,61 мг%, каротина – 3,2 мг% при общей кислотности 0,51%. Это дает возможность использовать сорт для переработки на томатопродукты, а небольшой размер плода делает его привлекательным для цельноплодного консервирования. Сорт слабо поражается фузариозом и альтернариозом.

Виктор – среднеспелый сорт, период от всходов до начала созревания 100-105 дней. Плоды выровнены по размеру кубовидной формы, гладкие, блестящие, красного цвета, с 2-3 камерами, средней массой 70-80 г, с плотной

кожицей. Длительное время могут сохраняться на кусте, не теряя товарных качеств. Слабо поражается фитофторозом и альтернариозом. Сорт универсального назначения: предназначен для потребления в свежем виде, пригоден для цельноплодного консервирования и изготовления томато-продуктов. Сорт пригоден для выращивания в фермерских и личных подсобных хозяйствах.

В настоящее время ведется работа по созданию новых материнских линий томата с функциональной мужской стерильностью с различным набором морфологических признаков, адаптированных к климатическим условиям юга России, что позволит существенно расширить отечественный исходный селекционный материал в гетерозисной селекции. Потенциал урожайности новых сортов и гибридов, созданных на основе линий с ФМС, значительно выше стандартов, по сочетанию отдельных признаков и свойств некоторые из них превышают мировой уровень.

Заключение

Созданные сорта и гибриды томата отвечают требованиям товарного производства и могут удовлетворить спрос потребителя. Представленный сортимент обладает высокой адаптированностью к стрессовым погодным условиям в летний период, которые наблюдаются в последнее время на Кубани и в других южных регионах. Наличие комплексной устойчивости к биотическим стрессорам у сортов и гибридов обеспечивает их конкурентоспособность на рынке семян.

• Литература

- Сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс] <http://mcx.ru/press-service/news/minselkhoz-ozhidaet-rekordnyy-urozhayovoshchey-v-2019-godu/>
- Маковей М. Приоритетные направления в селекции томата и генотипические особенности сортов, предназначенных для выращивания в условиях Молдовы. *Ştiință, educație, cultură.* 2020;(1):388-395.
- Елисеева Т., Ткачева Н. Томаты (лат. *Solanum lycopersicum*). *Журнал здорового питания и диетологии.* 2018;1(3):31-42.
- Patel A.H., Sharma H.P., Vaishali. Physiological functions, pharmacological aspects and nutritional importance of green tomato-a future food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 2024;64(27):9711-9739.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2212766>
- Белокурова Е.С., Панкина И.А. Сравнительный анализ концентрированных томатопродуктов на содержание каротиноидов. *Техника и технология пищевых производств.* 2018;(2):162-169.
<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-162-169>
<https://elibrary.ru/ywofxf>
- Потапова А.А. Потребительские свойства мелкоплодных томатов для консервирования. *Новые технологии.* 2018;(4):74-78.
<https://elibrary.ru/yxrfml>
- Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы и до 2030 года : Постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 (В редакции постановлений Правительства Российской Федерации от 30.04.2025г № 578) [Электронный ресурс] <http://government.ru/news/54928/>
- Официальный сайт Росстата [Электронный ресурс] <rosstat.gov.ru>.
- Triveni D. et al. Studies on heterosis for yield and yield contributing traits in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Int. J. Pure and Appl. Biosci.* 2017;5(4):1677-1685.
<https://doi.org/10.20546/IJCMAS.2020.904.013>
- Kumar B.S., Mali S.C., Patel A.I. Standard heterosis and phenotypic correlation studies on yield contributing traits and quality parameters in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) *Electronic Journal of Plant Breeding.* 2023;14(3):1255-1262.
- Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию [Электронный ресурс] <https://gossorfr.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionsnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rastenii/>
- Брежнев Д.Д. и др. Методические указания по ускоренной селекции сортов и гибридов томатов. М., 1972. 59 с.
- Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М., 2011. 648 с.
- Методика государственного сортотестирования сельскохозяйственных культур. Выпуск 1 общая часть. ФГБУ «Государственная комиссия РФ по испытанию и охране сельскохозяйственных достижений» при Минсельхозе РФ. М., 2019. 194 с.
- Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов. Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2015. 664 с
- Грушанин А.И., Есаулова Л.В., Бут Н.Н. Технология выращивания томата в открытом грунте на Кубани. Краснодар, 2016. 35 с
- Hasanuzzaman M. et al. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. *International journal of molecular sciences.* 2013;14(5):9643-9684
- Golam F. et al. Heat tolerance in tomato. *Life Sci. J.* 2012;9(4):1936-1950.
- Нековал С.Н. и др. Оценка полевой устойчивости мутантных линий томата к альтернариозу в условиях Краснодарского края. *Биологическая защита растений-основа стабилизации агроэкосистем.* 2022. С. 290-296.
- Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов по состоянию на 21 февраля 2022 г. С. 163-344.
- Ахмедова П.М. Биологические и хозяйственные особенности образцов томата с различной степенью детерминантности. *Вестник Казанского государственного аграрного университета.* 2023;18(3):71. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-5-10>
<https://elibrary.ru/hswifx>
- Kozlova I., Esaulova L., Garkusha S. Study of Tomato Source Material for Breeding Highly Productive Hybrids. *E3S Web of Conferences. EDP Sciences.* 2024;(493):01014.

• References

- Website of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation [Electronic resource] <http://mcx.ru/press-service/news/minselkhoz-ozhidaet-rekordnyy-urozhayovoshchey-in-2019/>
- Makovey M. Approximate directions in tomato breeding and genetic resources intended for management in Education. *Ştiință, educație, cultură.* 2020;(1):388-395.
- Eliseeva T., Tkacheva N. Tomatoes (Latin: *Solanum lycopersicum*). *Journal of Healthy Nutrition and Ecology.* 2018;1(3):31-42. (In Russ.)
- Patel A.H., Sharma H.P., Vaishali. Physiological functions, pharmacological aspects and nutritional importance of green tomato-a future food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 2024;64(27):9711-9739.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2212766>
- Belokurova E.S., I.A. Pankina Comparative analysis of concentrated tomato products for carotenoid content. *Food processing: techniques and technology.* 2018;(2):162-169. (In Russ.)
<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-162-169>
<https://elibrary.ru/ywofxf>
- Potapova A.A. Consumer properties of small-fruited tomatoes for canning. *New technologies.* 2018;(4):74-78. (In Russ.)
<https://elibrary.ru/yxrfml>
- The State Program for the development of agriculture and regulation of agricultural products, raw materials and food markets for 2013-2020 and up to 2030 : Decree of the Government of the Russian Federation dated July 14, 2012 No. 717 (As amended by Decree of the Government of the Russian Federation dated 04/30/2025 № 578) [Electronic resource] <http://government.ru/news/54928/>
- The official website of the President [Electronic resource] <rosstat.gov.ru>.
- Triveni D. et al. Studies on heterosis for yield and yield contributing traits in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Int. J. Pure and Appl. Biosci.* 2017;5(4):1677-1685.
<https://doi.org/10.20546/IJCMAS.2020.904.013>
- Kumar B.S., Mali S.C., Patel A.I. Standard heterosis and phenotypic correlation studies on yield contributing traits and quality parameters in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) *Electronic Journal of Plant Breeding.* 2023;14(3):1255-1262.
- The State register of varieties and hybrids of agricultural plants approved for use [Electronic resource]
<https://gossorfr.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionsionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rastenii/>
- Brezhnev D.D. and others. Methodological guidelines for accelerated breeding of tomato varieties and hybrids. M., 1972. 59 p. (In Russ.)
- Litvinov S.S. Methodology of field experience in vegetable growing. M., 2011. 648 p. (In Russ.)
- Methods of state variety testing of agricultural crops. Issue 1 general part / Federal State Budgetary Institution "State Commission of the Russian Federation for Testing and Protection of Agricultural Achievements" under the Ministry of Agriculture of the Russian Federation. M., 2019. 194 p. (In Russ.)
- Sheudzen A.H., Bondareva T.N. Methodology of agrochemical research and statistical evaluation of their results. Maikop: JSC "Polygraph-YUG", 2015. 664 p. (In Russ.)
- Grushanin A.I., Esaulova L.V., Boot N.N. Technology of tomato cultivation in the open ground in the Kuban. Krasnodar, 2016. 35 p. (In Russ.)
- Hasanuzzaman M. et al. Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. *International journal of molecular sciences.* 2013;14(5):9643-9684
- Golam F. et al. Heat tolerance in tomato. *Life Sci. J.* 2012;9(4):1936-1950.
- Nekoval S.N. et al. Assessment of the field resistance of mutant tomato lines to alternariasis in the Krasnodar Territory. *Biological plant protection-the basis for stabilization of agroecosystems.* 2022. P. 290-296. (In Russ.)
- State catalog of pesticides and agrochemicals as of February 21, 2022, pp. 163-344.
- Akhmedova P.M. Biological and economic features of tomato samples with varying degrees of determination. *Vestnik of Kazan State Agrarian University.* 2023;18(3):71. (In Russ.)
<https://doi.org/10.12737/2073-0462-2023-5-10>
<https://elibrary.ru/hswifx>
- Kozlova I., Esaulova L., Garkusha S. Study of Tomato Source Material for Breeding Highly Productive Hybrids. *E3S Web of Conferences. EDP Sciences.* 2024;(493):01014.

Об авторе:

Ирина Викторовна Козлова – научный сотрудник отдела овощеводства, <https://orcid.org/0000-0002-4057-6392>, SPIN-код: 2562-5002, k.irina1967@mail.ru

About the Author:

Irina V. Kozlova – Researcher of the Vegetable Growing Department, <https://orcid.org/0000-0002-4057-6392>, SPIN-code: 2562-5002, k.irina1967@mail.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-52-57>
УДК: 635.342:631.52(470.6)

С.В. Королёва*

Федеральное Государственное Бюджетное
Научное Учреждение
«Федеральный научный центр риса»
350921, Россия, г. Краснодар, п. Белозерный, д. 3

*Автор для переписки: agrotransfer@mail.ru

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

Вклад авторов: Королёва С.В.: концепция, планирование и проведение исследования, анализ данных, написание рукописи.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Королёва С.В. Результаты работы по селекции раннеспелых гибридов капусты белокочанной в условиях Кубани. Овощи России. 2025;(5):52-57.

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-52-57>

Поступила в редакцию: 19.05.2025

Принята к печати: 16.07.2025

Опубликована: 28.10.2025

Svetlana V. Koroleva*

Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Rice Centre"
3, Belozerny village, Krasnodar, Russian Federation,
350921

*Corresponding Author: agrotransfer@mail.ru

Author's Contribution: Koroleva S.V.: concept, administration, planning and conducting the study, data analysis, manuscript writing, illustrations, manuscript editing.

Funding: The study was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, grant No. 075-15-2025-574.

Conflict of interest. The author declare that there is no conflict of interest.

For citation: Koroleva S.V. The results of work on the breeding of early-maturing hybrids of white cabbage in the Kuban region. Vegetable crops of Russia. 2025;(5):52-57. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-52-57>

Received: 19.05.2025

Accepted for publication: 16.07.2025

Published: 28.10.2025





Результаты работы по селекции раннеспелых гибридов капусты белокочанной в условиях Кубани

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Климатические условия Краснодарского края позволяют вырастить раннеспелую капусту белокочанную, источник витаминов и микроэлементов, в период с середины апреля до середины июля, используя весенние пленочные теплицы и открытый грунт. Для построения конвейера поступления продукции необходим разнообразный сортимент гибридов, адаптированных к условиям выращивания. Учитывая, что в сортименте выращиваемых в товарном овощеводстве преобладают иностранные гибриды, крайне важно направить усилия на создание конкурентоспособных отечественных аналогов.

Цель исследования – создание раннеспелых гибридов, отвечающих современным требованиям, для поступления ранней продукции из защищённого и открытого грунта на Кубани в период с апреля по июль.

Материалы и методы. Селекционная работа по созданию ранних гибридов проводилась на основе самонесовместимости по двухлинейной схеме, а также на базе ЦМС в отделе гетерозисной селекции КНИИОКХ с 2005 по 2010 годы и отделе овощеводства ФНЦ риса с 2011 по 2023 годы. Исходный материал: F₂ популяции коммерческих иностранных гибридов и перспективных гибридных комбинаций. Выращивание инбредных линий проводили в беспересадочной культуре в весенней теплице, применяя периодически отбор в полевых условиях. Испытание гибридов – в полевых условиях на капельном орошении и в весенних теплицах. В качестве стандартов выступали иностранные (Парел F₁, Тиара F₁, Ранини F₁) и отечественные (Рица F₁, Казачок F₁) гибриды.

Результаты. В результате многолетней работы созданы 25 гомозиготных линий, лучшие комбинации по комплексу хозяйствственно ценных признаков проходили конкурсное испытание в течение 2-3 лет, и гибрид, в большей степени соответствующий принятой модели, передавали в Госсортиспытание. Включены в Госреестр: скороспелый гибрид Рица F₁ (2016 год) для выращивания в весенних пленочных теплицах, под укрытым материалом и в открытом грунте; раннеспелый высокурожайный гибрид Милана (2019 год) для выращивания под укрытым материалом и в открытом грунте; жаростойкие высокурожайные раннеспелый и среднеранний гибриды Атаман F₁ и Млада F₁ для выращивания в конвейере и отдачей продукции с 1 декады июня до середины июля (2011г.). Передан в Госсортиспытание в 2023 году универсальный гибрид Василиса F₁, хорошо адаптированный к условиям пленочной теплицы без обогрева, и также показывающий высокие результаты в открытом грунте по скороспелости и урожайности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

гетерозисная селекция, раннеспелые гибриды, ЦМС, урожайность, скороспелость, весенние пленочные теплицы, открытый грунт

The results of work on the breeding of early-maturing hybrids of white cabbage in the Kuban region

ABSTRACT

Relevance. The climatic conditions of Krasnodar region allow for the cultivation of early-ripening white cabbage, a source of vitamins and microelements, from mid-April to mid-July, using spring film greenhouses and open ground. Building a product pipeline requires a diverse range of hybrids adapted to the growing conditions. Given that foreign hybrids predominate in the commercial vegetable industry, it is crucial to focus efforts on developing competitive domestic alternatives.

The aim of the study is to develop early-ripening hybrids that meet modern requirements for the early production of crops from protected and open ground in Kuban in the period from April to July.

Materials and Methods. Breeding work to develop early hybrids was conducted using self-incompatibility in a two-line system, as well as using CMS, in the Heterotic Breeding Department of the KNIIOKH from 2005 to 2010 and the Vegetable Growing Department of the Federal Scientific Rice Centre from 2011 to 2023. Source material: F₂-2 populations of commercial foreign hybrids and promising hybrid combinations. Inbred lines were grown as direct crops in a spring greenhouse, with periodic selection in the field. Hybrid testing included field testing under drip irrigation and in spring greenhouses. Foreign (Parel F₁, Tiara F₁, Ranini F₁) and domestic (Ritsa F₁, Kazachok F₁) hybrids served as standards.

Results. As a result of many years of work, 25 homozygous lines were created. The best combinations for a set of economically valuable traits were subjected to competitive testing for 2-3 years, and the hybrid that best corresponded to the adopted model was submitted to State Variety Testing. The following hybrids entered the State Register: the early-ripening hybrid Ritsa F₁ (2016) for cultivation in spring film greenhouses, under covering material and in the open ground; the early-ripening, high-yielding hybrid Milana (2019) for cultivation under covering material and in the open ground; heat-resistant, high-yielding early and mid-early hybrids Ataman F₁ and Mlada F₁ for growing in a conveyor belt and delivering produce from the first ten days of June to mid-July (2011). The universal hybrid Vasilisa F₁, which is well adapted to the conditions of a film greenhouse without heating and also shows high results in open ground in terms of early maturity and yield, was submitted for State Variety Testing in 2023.

KEYWORDS:

heterotic breeding, early hybrids, CMS, yield, early ripening, spring film greenhouses, open ground

Введение

Раннеспелая капуста белокочанная – одна из основных культур, которая обогащает рацион питания населения ценной овощной продукцией в весенний период [1]. Надо отметить, что рост и развитие ранней капусты происходит в условиях, в той или иной степени, близких к благоприятным для культуры, в том числе, и по воздействию биотических стрессоров, представленных вредителями и болезнетворными организмами. Это предполагает минимальное применение пестицидов и получение более экологически чистой продукции, по сравнению с продукцией при длительном выращивании в стрессовых условиях. Питательная ценность и ценовая доступность этой культуры определяет ее популярность среди потребителей. Ранняя капуста отличается высокими вкусовыми качествами, что обусловлено соотношением основных биохимических компонентов: углеводов (до 4,5%), белков (до 1,5%), клетчатки (около 1%) и минеральных веществ (калия и кальция)[2]. Из ранней капусты готовят в сочетании с другими овощами разнообразные салаты, а также кулинарные блюда. При этом, энергетическая ценность ранней продукции невысокая – 27 Ккал/100 г.

Биохимические исследования показали, что ранняя капуста больше накапливает витамина С (до 46 мг%), а из микроэлементов – цинка, чем представители других групп [3].

Антиоксидантная активность продукции обусловлена не только высоким содержанием аскорбиновой кислоты, но и связана с присутствием таких соединений, как флавоноиды, флавонолы, полифенолы, энзимы и микроэлементы – цинк, селен, магний, железо, марганец и медь [3,4]. Все эти природные компоненты в целом влияют на поддержание здоровья.

Биологические особенности раннеспелой капусты, в частности, ее холодостойкость, позволяют выращивать данную культуру в условиях Краснодарского края, начиная с 1 декады марта, под укрывным материалом и получать продукцию уже в первой половине мая. В открытом грунте созревание наблюдается в 3-й декаде мая. Важным моментом в технологии выращивания раннеспелой капусты является внедрение гетерозисных гибридов, которые имеют неоспоримое преимущество перед обычными сортами.

Выращивание гетерозисных гибридов позволило совместить скороспелость и высокую урожайность, повысить товарные качества продукции [5], что повысило рентабельность данной культуры.

В небольших объемах ранняя капуста выращивается в весенних пленочных теплицах. Качество продукции, поступающей из теплиц, зачастую не соответствует ожидаемым результатам и снижает привлекательность выращивания в защищённом грунте. Тем не менее, подбор сортимента гибридов, в большей степени адаптированных к стрессовым условиям (короткий световой день, низкие ночные температуры, недостаточная солнечная инсоляция), а также оптимальные сроки высадки в теплицу, позволяют снизить риски при выращивании и получить высокий урожай качественной продукции в более ранние сроки [6]

Сортимент ранней капусты, представленной отечественными и зарубежными гибридами довольно большой. Несмотря на определенные достижения отечественной селекции в этом сегменте, иностранные гибриды – в предпочтении. Надо отметить, что за последние 10 лет в Северо-Кавказском регионе включено в Госреестр селекционных достижений 7 иностранных гибридов и 3 отечественных, поэтому расширение отечественного сортимента с ориентацией на потребность рынка и на перспективу – важная задача на современном этапе [7].

Цель исследований – создание раннеспелых гибридов, отвечающих современным требованиям, для поступления ранней продукции из весенних пленочных теплиц и открытого грунта на Кубани в период с апреля по июль.

Методика исследований

Селекционная работа по созданию ранних гибридов проводится на основе самонесовместимости по двухлинейной схеме [8,9], а также на базе ЦМС [10]. Селекционные образцы для гибридизации и размножения выращиваются в беспересадочной культуре в весенней пленочной теплице с высадкой рассады в середине октября. При понижении температуры наружного воздуха до -50°C (-70°C) растения укрываются нетканым материалом. В период стойкого потепления в зимний период проводится полив через капельную систему. Цветение линий отмечается в 1-3 декадах апреля. Переход растений из вегетативной в генеративную fazу проходит через fazу кочана разной степени плотности или в розетке, в зависимости от генотипа. Инбрейдные линии размножаются под индивидуальными изоляторами путем гейтеногамного опыления вскрытых бутонов. Отбор растений по комплексу признаков на первоначальном этапе формирования линий проводится в типичном весеннем обороте и дальнейшем сохранении маточных растений с кочанчиками из пазушных почек, которые затем пересаживаются в теплицу [11]. Оценку гибридов проводим в 2 этапа – в питомнике гибридов в течение 2-3-x лет, перспективные – в конкурсном испытании 2-3 года. При закладке опытов и сортоиспытании руководствовались соответствующей методикой [12]. Высадка кассетной рассады: 3 декада марта – 1 декада апреля. Периодически проводится испытание выделившихся в открытом грунте гибридов в весеннеей пленочной теплице, с высадкой рассады во 2-3 декадах февраля [13]. В качестве стандартов выступали иностранные гибрид F₁: Парел, Тиара, Ранини, отечественные гибрид F₁ Рица, Казачок. Оценку на фузариоз проводили на инфекционном фоне [14]. Статистическую обработку данных проводили согласно методике по Доспехову [15].

Результаты исследований и их обсуждение

В 90-е годы созданы в результате творческого сотрудничества между ТСХА и КНИИОКХ и включены в Госреестр селекционных достижений три 4-х линейных раннеспелых гибрида: Трансфер, Казачок и Малахит [16]. В КНИИОКХ селекционная работа по созданию собственных раннеспелых линий и гибридов на их основе была начата в 2005 году. При этом селекция была построена на двухлинейной

схеме, как наиболее приемлемой в изменившихся условиях рынка, ориентированных на конкуренцию селекционных достижений [17, 18].

Требования производителей и торговых сетей к гибридам направлены на однородность кочанов, их высокий товарный вид и сохранность. В то время как любители овощеводы больше внимания уделяют вкусовым качествам продукции, в процессе селекции ставились следующие задачи:

- создание ультра раннеспелого гибрида с периодом вегетации не более 60 дней от высадки рассады;
- создание высокоурожайных гибридов, пригодных для транспортировки;
- создание универсального ультранеспелого гибрида для открытого грунта и весенних теплиц;
- создание жаростойких раннеспелых высокоурожайных гибридов для выращивания посевом в грунт и через рассаду.

Универсальной модели для гибрида нет, необходимо сортовое разнообразие, чтобы удовлетворить спрос потребителей и производителей. Однако ряд признаков наиболее предпочтительны для товарных гибридов: компактная розетка листьев с плотной структурой листа, округлая форма кочана с минимальной складчатостью внешнего листа у основания, хорошая транспортабельность, дружность созревания и устойчивость к растрескиванию. Для ранних посадок в теплицы и под укрывной материал требуются гибридные с устойчивостью к стеблеванию.

В качестве исходного материала были использованы F₂ популяции наиболее известных в России иностранных гибридов: Нозоми, Этма, Сюрприз, Элиза, Моррис и др., а также синтетические гибридные популяции, полученные с участием инбредных линий и селекционных образцов. На создание гомозиготных инбредных линий при сочетании однолетней беспересадочной культуры и двухлетней культуры при отборе в поле уходило 8-10 лет.

Одним из первых был создан раннеспелый гибрид Рица F₁, созревающий на 2-3 суток позже самого популярного среди овощеводов голландского гибрида Парел, но формирующий более крупные кочаны массой 1,1-1,6 кг.

Устойчив к фузариозу. Имеет высокие вкусовые качества. Предназначен для выращивания на раннюю продукцию в укрывной культуре и в открытом грунте [17]. Для создания конвейера поступления продукции были созданы жаростойкие высоко продуктивные гибриды Атаман F₁ и Млада F₁ с периодом вегетации 65-70 дней от высадки и массой кочанов до 2,0-2,2 кг, которые могут выращиваться до середины июля, как через рассаду, так и прямым посевом [19] Оба гибрида устойчивы к фузариозу. Обладают отличной внутренней и внешней структурой кочанов.

В последние годы в селекционном процессе использовали 25 гомозиготных линий, по мере создания линий проводили оценку их на комбинационную способность, в основном по признакам продуктивности, скороспелости. Так, в 2023 году проведена оценка на КС 7 новых линий.

В схему топ-кроссов в качестве материнских компонентов включены линии, полученные на основе одной гибридной комбинации, в качестве отцовских линий – линии, полученные на основе гибридов Этма F₁ и Орион охотник – линия Ори 11. Анализируемый признак - масса кочана. Средняя масса кочана раннеспелых гибридов в 2023 году варьировала от 1,05 до 1,33 кг. Из 12 гибридов F₁ выделили 9 образцов, превышающих стандарт F₁ Казачок на 0,14–0,29 кг. У изучаемых линий эффект ОКС находился в пределах от -0,10 до 0,05 кг. 4 линии (Эт 77422, Эт 77444, Этм 733, Ори 11) выделились, как наиболее перспективные в селекции на урожайность с положительными значениями ОКС – 0,04-0,05. Гибридные комбинации с этими линиями были наиболее продуктивные и превысили стандарт на 0,17-0,28 кг. Надо отметить превалирующую роль аддитивных эффектов в контроле признака.

Гибрид Казачок F₁ – один из первых отечественных гибридов, по урожайности он не уступает многим иностранным аналогам, но по срокам созревания он не самый скороспелый и, возможно, не достаточно транспортабельный. Учитывая его непревзойденные вкусовые качества, устойчивость к фузариозу, данный гибрид незаменим в мелкотоварном производстве и ЛПХ.

Таблица 1. Результаты испытания перспективного гибрида в теплице и поле, 2020-2021 годы
Table1. Results of testing a promisinghybridin a greenhouseand an openfield,2020-2021

Название гибрида	Теплица		Поле	
	вегетационный период*, сут.	масса кочана, кг	вегетационный период*, сут.	масса кочана, кг
Ори11х Эт77444	110	0,98	100	1,15
Рица, ст 1	110	0,92	100	0,91
Ranini , ст2	108	0,89	96	0,99
HCP05		0,078		0,096

* – всходы-массовое созревание

При создании гибрида Милана изначально ставилась задача по получению гибрида для товарного производства, что предполагало более раннее созревание и более плотную структуру покровных листьев кочана, чем у стандарта Казачок. В итоге, был выделен гибрид, созревающий на 5 дней раньше Казачка, по урожайности на уровне, более транспортабельный, что обусловливалось плотным прилеганием внешнего листа и более высоким содержанием клетчатки. Устойчив к фузариозу. Гибрид существенно превосходил голландский аналог Тиару по урожайности, не уступал по скороспелости, признак несомненно определяющий ценность гибрида в раннем овощеводстве [20].

Испытания гибридов в ранней культуре в пленочных теплицах и под укрывным материалом в поле показали разную степень адаптации к стрессовым условиям выращивания на коротком световом дне. Оценка гибридных комбинаций по комплексу признаков в теплице и поле на фоне стандартов Рица F₁ и Ranini F₁ позволила выделить гибрид универсального использования, т.е. показавший высокие результаты в теплице и поле. Гибрид (Ори11хЭдт77444) F₁ уступил по скороспелости ультрараннему голландскому стандарту на 2-4 дня, но превзошел его по продуктивности, как в теплице, так и в поле (см. табл. 1).

В таблице 2 представлены параметры 3-х количественных признаков, характеризующих кочаны, как в теплице, так и в поле. Надо отметить, что, как правило, условия в большей степени влияли на индекс кочана, в меньшей – на длину внутренней кочерыги и не влияли практически на плотность. Такая закономерность была свойственна данным гибридам, проявившим себя наиболее стабильными.

Гибрид: (Ори11хЭдт77-444) показал положительные результаты по продуктивности, скороспелости и стабильности по внутренней структуре кочана при разных технологиях выращивания. В 2023 году он передан в Госсортиспытание под названием Василиса.

Влияние материнского эффекта на параметры признаков гибрида часто встречаемое явление в гибридном семеноводстве капусты [21]. В каждом отдельном случае селекционер принимает оптимальное решение по технологии получения гибридных семян. Как правило, при использовании самонесовместимых родительских линий гибридные семена убирают раздельно. Использование ЦМС линии в качестве материнской формы также позволяет уйти от разнокачественности семян и материнского эффекта по другим признакам при его наличии [10].

Учеты массы кочана и биометрические измерения параметров кочана позволили выявить присутствие материнского эффекта в той или иной степени на 2-х коммерческих гибридах из 4-х раннего срока созревания (Рица, Милана, Казачок, Атаман) и перспективном гибридде Василиса. Из таблицы 3 следует, что положительный эффект цитоплазмы линии Ори11 наиболее ярко выражен на гибридде Василиса – (Ори11хЭдт444-12) приватка к обратной комбинации составила 16,8%. По данному гибридду было принято решение создать стерильный аналог линии Ори11, в настоящее время проведено 4 беккросса. По гибридду Рица наблюдается также материнский эффект, причем не только по массе кочана (9,9%), но и по структуре кочана, что отмечено даже визуально. Но линия Сз15 мало продуктивна по семенной продуктивности, что не позволяет использовать ее в качестве материнской стерильной формы. Поэтому, семеноводство построено на использовании материнской линии Дт46ф. Такая же закономерность отмечена на гибридде Казачок.

Наиболее стабильные показатели на прямой и обратной комбинации скрещивания у гибридов Милана и Атаман. Ввиду того, что гибридды созданы на ЦМС, в качестве материнской линии взяты наиболее продуктивные по семенам: msДт46ф, msMp378.

Таблица 2. Оценка признаков кочана при испытании в теплице и поле, 2020-2021 годы
Table 2. Evaluation of head of cabbage features during greenhouse and open field testing, 2020-2021

Название гибрида	Плотность, балл	Индекс кочана	Отношение кочерыги к высоте, %	Плотность, балл	Индекс кочана	Отношение кочерыги к высоте, %	Наличие вариации по каждому признаку, (+)
теплица				поле			
2020 год							
Рица, ст1	2,2	1,20	38,4	2,3	1,10	37,0	+
Эдт77444х Ори11	2,2	1,09	41,8	2,4	0,99	31,0	++
Ranini, ст2	2,3	0,98	38,8	2,5	1,05	35,9	+
2021 год							
Ори11х Эдт77-444	2,5	1,01	41	2,2	1,01	37	+
Рица ,ст1	2,3	1,07	50	2,5	0,99	38	+
Ranini, ст2	2,1	0,94	42	2,4	0,85	44	++

Таблица 3. Влияние материнского эффекта на значения хозяйственно- важных признаков у гибридов ранней капусты, 2024 год
Table3. The influence of the maternal effect on the values of economically important traits in early cabbage hybrids, 2024

Название гибрида	Комбинация линий	Масса кочана, кг	Индекс кочана	Плотность кочана, балл	Длина кочерыги,
Василиса	Эдт444-12хОри11)	1,13	0,95	2,4	5,5
	Ори11хЭдт444-12	1,32	0,95	2,3	5,7
Рица	Сз15хДт46ф	1,22	0,92	2,5	5,2
	Дт46фх Сз15	1,11	0,84	2,5	5,5
Милана	Дт46фхНаз5315	1,26	0,98	2,0	7,8
	Наз5315хДт46ф	1,26	1,03	2,0	6,8
Казачок	Дт46фхИ34м	1,25	0,95	2,4	4,7
	И34м хДт46ф	1,13	0,96	2,0	4,7
Атаман	Mp378хИ34р	1,13	0,91	2,7	5,2
	И34рх Mp378	1,18	0,98	2,6	5,8

Заключение

Селекционная работа по созданию раннеспелых гибридов для условий Кубани в период с 2005 по 2023 годы включала начальный период по созданию гомозиготных инбредных линий из перспективного исходного материала, получения на их основе серии гибридов при ручном скре-

шивании, их испытании, конкурсном испытании выделившихся гибридов, а затем передачи в Госсортоиспытание. В итоге создано 5 раннеспелых конкурентоспособных гибридов, 4 из которых включены в Госреестр, и один передан в Госсортоиспытание для различных технологий выращивания, применяемых на Кубани и способных заменить импортные аналоги.

• Литература

1. Гиш Р.А., Гикало Г.С. Овощеводство юга России. Краснодар: ЭДВИ, 2012. 632 с.
2. Пивоваров В.Ф., Кононков П.Ф., Никульшин В.П. Овощи – новинки на вашем столе. М.: «Союз». 1995. 226 с.
3. Голубкина Н.А., Антошина М.С., Косенок Я.В., Надежкин С.М. Межсортовые различия в биохимических показателях и накоплении микроэлементов капусты белокочанной. *Вестник ОМГАУ*. 2016;4(24):10-20. <https://www.elibrary.ru/xuhnn>
4. Abheshek C., Negi P.S., Singh N.K. Combining ability for flavonoids, flavonols, and total phenols in Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*L). *Vegetos*.2017;(30):4
5. Крючков А.В. Сочетание скороспелости с высокой продуктивностью у F1 гибридов ранней и среднеспелой кочанной капусты. Актуальные вопросы генетики и селекции растений. Новосибирск. 1980. 145 с.
6. Палкин Ю.Ф., Мокшонова И.М. Выращивать раннюю капусту в пленочных теплицах Сибири выгодно. *Картофель и овощи*. 2006;(4):21-23. <https://www.elibrary.ru/htswan>
7. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорта растений. М.: Росинформагротех, 2024.
8. Бунин М.С., Монахос Г.Ф., Терехова, В.И. Производство гибридных семян овощных культур. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. 182 с.
9. Монахос Г.Ф., Крючков А.В. Технология размножения самонесовместимых линий и беспересадочного семеноводства гибридов. М.: 2009. 63 с.
10. Монахос Г.Ф. Методические рекомендации по созданию и технологии размножения линий капусты с цитоплазматической мужской стерильностью. М. МСХА им. К.А. Тимирязева. 2003. 22 с.
11. Ситников С.В. Особенности селекции раннеспелых гибридов белокочанной капусты. Капустные овощные культуры. Актуальные вопросы селекции и семеноводства. Современные технологии выращивания. Сборник материалов международной научно- практической конференции, 12-14 октября 2010 г. Краснодар. 2012
12. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.:Россельхозакадемия. 2011. 648 с.
13. Королева С. В. Новые подходы в селекции раннеспелой капусты для юга России. Инновационное развитие агропромышленного комплекса: новые подходы и актуальные исследования. Материалы Международной научно-практической конференции.

- Краснодар. 2024. <https://doi.org/10.33775/conf-2024-153-159>
<https://www.elibrary.ru/wccyfc>
14. Дякунчак С.А., Королева С.В., Ситников С.В. Селекция гибридов F₁ белокочанной капусты на устойчивость к фузариозу. Сборник научных трудов . Краснодар, 2006. С.62-64.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М. : Колос, 1979. 416 с.
16. Крючков А.В., Монахос Г.Ф., Пацурия Д.В. Итоги селекции гибридов капусты в Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева. *Известия ТСХА*. 1997;(1):42-55.
17. Королева С.В., Цыбульников И.Ю Гибриды раннеспелой белокочанной капусты для укрывной культуры на Кубани. *Картофель и овощи*. 2010;(7):18. <https://www.elibrary.ru/nclpax>
18. Королева С.В., Юрченко С.А. Создание раннеспелых гибридов белокочанной капусты на юге России. *Polythematic сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2016;(124):1010-1019.
<https://doi.org/10.21515/1990-4665-124-065>
<https://www.elibrary.ru/xqzokl>
19. Королева С.В. Конвейер капусты для юга. *Картофель и овощи*. 2013;(7):17-19. <https://www.elibrary.ru/rhawot>
20. Костенко Г.А. Создание и оценка исходного материала капусты белокочанной в гетерозисной селекции на скороспелость. М., 2005. 18 с.
21. Монахос Г.Ф., Курбанова З.К. Сочетаемость родительских линий позднеспелой капусты по семеноводческим признакам в беспересадочной культуре и способ ее регулирования. Гавриш. 2008;(3):40-43. <https://www.elibrary.ru/kutgoz>
- References**
1. Gish R.A., Gikalo G.S. Vegetable growing in the south of Russia. Krasnodar: EDVI, 2012. 632 p. (In Russ.)
2. Pivovarov V.F., Kononkov P.F., Nikulshin V.P. Vegetables – new items on your table. M.: "Soyuz". 1995. 226 p. (In Russ.)
3. Golubkina N.A., Antoshkina M.S., Kosenok Ya.V., Nadezhkin S.M. Intervarietal differences in biochemical parameters and accumulation of microelements in white cabbage. *Bulletin of Omsk State Agrarian University*. 2016;4(24):10-20. (In Russ.)
<https://www.elibrary.ru/xuxhn>
4. Abheshek C., Negi P.S., Singh N.K. Combining ability for flavonoids, flavonols, and total phenols in Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*L). *Vegetos*.2017;(30):4
5. Kryuchkov A.V. Combination of early maturity with high productivity in F₁ hybrids of early and mid-season cabbage. *Current issues in genetics and plant breeding*. Novosibirsk. 1980. 145 p. (In Russ.)
6. Palkin, I.M., Mokshonova I.M. Growing early cabbage in film greenhouses in Siberia is profitable. *Potato and vegetables*. 2006;(4):21-23. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/htswan>
7. State Register of Breeding Achievements Approved for Use. Vol. 1. Plant Varieties. Moscow: Rosinformagrotekh, 2024. (In Russ.)
8. Bunin M.S., Monakhos G.F., Terekhova V.I. Production of hybrid seeds of vegetable crops. M.: Publishing house of the Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2011. 182 p. (In Russ.)
9. Monakhos G.F., Kryuchkov A.V. Technology of propagation of self-incompatible lines and direct seed production of hybrids. Moscow: 2009. 63 p. (In Russ.)
10. Monakhos G.F. Methodical recommendations for the development and technology of propagation of cabbage lines with cytoplasmic male. M. Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. 2003. 22 p. (In Russ.)
11. Sitnikov S.V. Features of breeding early-ripening hybrids of white cabbage. *Cabbage vegetable crops. Current issues of breeding and seed production. Modern cultivation technologies. Collection of materials from the international scientific and practical conference, October 12-14, 2010, Krasnodar*. 2012. (In Russ.)
12. Litvinov S.S. Methodology of field experiment in vegetable growing. Moscow: Russian Agricultural Academy. 2011. 648 p. (In Russ.)
13. Koroleva S.V. New approaches to breeding early-maturing cabbage for the south of Russia. Innovative development of the agro-industrial complex: new approaches and current research. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Krasnodar. 2024. <https://doi.org/10.33775/conf-2024-153-159>
<https://www.elibrary.ru/wccyfc>
14. Dyakunchak S.A., Koroleva S.V., Sitnikov S.V. Breeding of F₁ hybrids of white cabbage for resistance to fusarium. Collection of scientific papers. Krasnodar, 2006. P.62-64. (In Russ.)
15. Dospelkov B.A. Methods of field experiment. M.: Kolos, 1979. 416 p. (In Russ.)
16. Kryuchkov A.V., Monakhos G.F., Patsuria D.V. Results of breeding cabbage hybrids at the Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 1997;(1):42-55. (In Russ.)
17. Koroleva S.V., Tsibulnikov I.Yu. Hybrids of early-ripening white cabbage for covered crops in Kuban. *Potato and vegetables*. 2010;(7):18. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/nclpax>
18. Koroleva S.V., Yurchenko S.A. Development of early-ripening white cabbage hybrids in the south of Russia. *Polythematic online scientific journal of Kuban state agrarian university*. 2016;(124):1010-1019. (In Russ.) <https://doi.org/10.21515/1990-4665-124-065>
<https://www.elibrary.ru/xqzokl>
19. Koroleva S.V. Cabbage conveyor for the south. *Potato and vegetables*. 2013;(7):17-19. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/rhawot>
20. Kostenko G.A. Development and evaluation of source material of white cabbage in heterotic breeding for early maturity. M., 2005. 18 p.
21. Monakhos G.F., Kurbanova Z.K. Compatibility of parental lines of late-ripening cabbage by seed production traits in direct crop cultivation and the method of its regulation. Gavriš. 2008;(3):40-43. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/kutgoz>

Об авторе:

Светлана Викторовна Королёва – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела овощеводства,
<https://orcid.org/0000-0002-8247-7261>,
 SPIN-код: 2917-4467, agrotransfer@mail.ru

About the Author:

Svetlana V. Koroleva – Cand. Sci. (Agriculture),
 Leading Researcher, Vegetable Growing Department,
<https://orcid.org/0000-0002-8247-7261>,
 SPIN-code: 2917-4467, agrotransfer@mail.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-58-66>
УДК: 635.1/.8.044:658.511

М.А. Волохова*, А.А. Лексина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Саратовский научный центр Российской академии наук»
Саратов, Россия

*Автор для переписки: vmanii@mail.ru

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-00418, <https://rscf.ru/project/25-28-00418/>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Волохова М.А.: проведение исследования, формальный анализ данных, создание рукописи и ее редактирование; Лексина А.А.: руководство исследованием.

Для цитирования: Волохова М.А.,
Лексина А.А. Анализ развития производства трудоемких культур в региональной агросистеме (на примере овощеводства защищенного грунта).
Овощи России. 2025;(5):58-66.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-58-66>

Поступила в редакцию: 13.05.2025

Принята к печати: 14.08.2025

Опубликована: 28.10.2025

Marina A. Volokhova*, Anna A. Leksina

Federal State Budgetary Scientific Institution
Federal Research Center
"Saratov Scientific Center of the Russian
Academy of Sciences".
Saratov, Russia

*Corresponding Author: vmanii@mail.ru

Funding. The study was supported by grant No. 25-28-00418 from the Russian Science Foundation, <https://rscf.ru/project/25-28-00418/>

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

Authors' Contribution: Volokhova M.A. research, data collection and formal analysis, manuscript writing and editing; Leksina A.A.: research management.

For citation: Volokhova M.A., Leksina A.A. Analysis of the development of production of labor-intensive crops in the regional agricultural system (using protected soil vegetable growing as an example). *Vegetable crops of Russia.* 2025;(5):58-66. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-58-66>

Received: 13.05.2025

Accepted for publication: 14.08.2025

Published: 28.10.2025

Анализ развития производства трудоемких культур в региональной агросистеме (на примере овощеводства защищенного грунта)



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Реализация программы «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области»; внедрения новых видов оборудования для получения качественной рассады и овощей требует увеличения трудовых, материальных затрат и дополнительных капитальных вложений.

Методы. Проводился сбор статистических данных из «Бухгалтерских отчетов» Саратовской области (СХ): Форма №-5АПК, Форма №-9АПК и др. Для расчета и анализа основных стоимостных и натуральных показателей применялись общенаучные методы индукции и дедукции: экономические, статистические, математические.

Результаты. Были продемонстрированы результаты анализа основных экономических и финансовых показателей тепличных комбинатов - лидеров Саратовской области за период 2014-2023 годы. В целом по региону наблюдается рост площадей, в том числе: на 50,34 п. п., 28,04 п. п., 27,12 п. п., 2,28 п. в ООО «РЕХН», АО «Волга», ООО «Лето-2002», АО «Совхоз-Весна» соответственно. Доход также имеет тенденцию увеличения, что связано с более высокими темпами роста потребительских цен над темпами роста себестоимости единицы продукции на 14,77 п. п в целом по области. Прямые затраты труда на 1 центнер овощей составляли в среднем за 2014–2023 гг. 4,26 чел.-час., что в 6,9 раз больше затрат труда на единицу производства зерна, однако за последнее десятилетие наблюдается тенденция их значительного сокращения на 43,37% (с 6,13 до 3,47 чел.-час.).

Заключение. Углубленный анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия, включающего прогноз на основе полиномиального уравнения и планирование при помощи построения трендов методом наименьших квадратов, в результате выявлены изменения параметров экономики отрасли с целью формирования инвестиционного потенциала.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

трудоемкие культуры, овощеводство защищенного грунта, полиномиальное уравнение, экономическая эффективность, регион, линии тренда

Analysis of the development of production of labor-intensive crops in the regional agricultural system (using protected soil vegetable growing as an example)

ABSTRACT

Relevance. Implementation of the program "Development of agriculture and regulation of markets for agricultural products, raw materials and food in the Saratov region", introduction of new types of equipment for obtaining high-quality seedlings and vegetables requires an increase in labor, material costs and additional capital investments.

Methods. Statistical data were collected from the "Accounting reports" of the Saratov region (SR): Form No. 5APK, Form No. 9APK, etc. General scientific methods of induction and deduction were used to calculate and analyze the main cost and physical indicators: economic, statistical, mathematical.

Results. The results of the analysis of the main economic and financial indicators of greenhouse complexes - leaders of the Saratov region for the period 2014-2023 were demonstrated. Overall, the region has seen an increase in areas, including: by 50.34 p.p., 28.04 p.p., 27.12 p.p., 2.28 p.p. in REHN LLC, Volga JSC, Leto-2002 LLC, and Sovkhoz-Vesna JSC, respectively. Income also has an upward trend, which is associated with higher growth rates of consumer prices over the growth rates of unit cost of production by 14.77 percentage points in the region as a whole. Direct labor costs per 1 centner of vegetables averaged 4.26 man-hours for 2014–2023, which is 6.9 times higher than labor costs per unit of grain production; however, over the past decade, there has been a trend toward a significant reduction by 43.37% (from 6.13 to 3.47 man-hours).

Conclusion. An in-depth analysis of the company's financial and economic activities, including a forecast based on a polynomial equation and planning using the least-squares trending method, revealed changes in the industry's economic parameters for the purpose of shaping investment potential.

KEYWORDS:

labor-intensive crops, protected ground vegetable growing, polynomial equation, economic efficiency, region, trend lines

Введение

Трудности санкционного периода отразились на овощеводстве крупного товарного производства тепличных комбинатов, которое является до настоящего времени наиболее сложной отраслью сельского хозяйства Саратовской области. Однако, несмотря на сложности внешнеэкономического взаимодействия российского товаропроизводителя с зарубежными партнерами, ежегодно происходит рост посевых площадей закрытого грунта, повышается их урожайность, что является причиной соответствующего увеличения объемов производства овощеводческой продукции [1].

Целью настоящего исследования является изучение современного состояния и объективных факторов эффективного производства овощей защищенного грунта, обоснование формирования и развития устойчивого производства овощей защищенного грунта регионального АПК и разработка мер их практического осуществления.

Задачи исследования:

- анализ основных экономических показателей регионального овощеводства защищенного грунта;
- определение лидеров среди тепличных комбинатов по основным факторам производства;
- расчет изменения основных экономических показателей в результате практического освоения оригинальной методики оптимального управления.

Теоретическими и методическими вопросами развития овощеводства занимались российские ученые: А.П. Королькова, Н.А. Кузнецова, М.И. Иванова, М.В. Шатилов, И.И. Ирков, А.В. Ильина, В.Н. Кузьмин, Т.Е. Маринченко [2], В.И. Леунов, В.И. Дербенский [3], Е.В. Скрипкина, Е.В. Репринцева, С.А. Беляев, А.П. Троц [4], А.В. Солдатенко, В.А. Борисов, В.Ф. Пивоваров, А.Ф. Разин, Р.А. Мещерякова, О.А. Разин, Т.Н. Сурихина, Г.А. Телегина. [5,6], И.Г. Чиркова, А.Д. Болгов [7], Г.Н. Чупахина, В.И. Панасин, П.В. Масленников [8].

Вопросы экономики овощеводства на современном этапе в своих трудах затрагивали зарубежные ученые: Adesiji G., B., Musa M., O., Musa M. [12], Aksoy A., Kaymak H.Ç. [13, 19], Alboiu C. [14], Aleksiev G., Petrova N., Nencheva I., Milev O. [15], Ilie D.M., Giucă A.D., Rădoi R.A., Berevoianu R.L. [16], Kadakoğlu B., Gül. M. [17, 18], Leoveanu-Soare B.E., Micu Tomato M.M., [20], Mürüm M. [21], Popa M., Glevitzky M.G., Dumitrel A., Pop D.V. [22], Szeikely I.A., Tudor V., Teodores R.I. [23].

Для повышения эффективности овощеводства защищенного грунта разработаны и утверждены «Положение о порядке предоставления субсидии из областного бюджета на стимулирование увеличения производства картофеля и овощей» в рамках Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации») и региональный проект «Развитие отраслей картофелеводства и овощеводства» государственной программы Саратовской области «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяй-

ственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области» (изменение Постановлением от 28 февраля 2024 года № 129 – П, утвержденное Правительством Саратовской области от 29 декабря 2018 года № 750-П1). В них предусмотрены категории производителей и порядок их субсидирования: возмещение части затрат на поддержку элитного семеноводства овощных культур элитных, оригинальных семян и гибридов; а также на возмещение части затрат на поддержку производства овощей защищенного грунта, произведенных с использованием технологии досвечивания, по ставке за одну тонну овощей собственного производства.

Известно, что качественный сортовой состав семян непосредственно влияет на урожайность овощных культур. Улучшение районированных сортовых качеств семян отечественного производства и полное обеспечение ими специализированные предприятия в разрезе регионов зависит от единой стратегии овощного семеноводства, государственного контроля за качеством семян, подзаконных актов регулирования взаимоотношений селекционеров, научных учреждений, производителей семян, торговых фирм, а также использование государственной поддержки семеноводства.

Методы

В ходе исследований использованы методы индукции и дедукции: аналитический подход, основанный на анализе и сравнении, аналогии, прогноза полиномиальных параметров линии тренда третьей степени, наименьших квадратов и матричных алгоритмов, на основании которых сделаны расчеты и выводы. Информационную базу исследований составили данные «Бухгалтерских отчетов» Саратовской области (СХ): Форма№-5АПК, Форма№-9АПК, Министерства сельского хозяйства РФ, Министерства сельского хозяйства Саратовской области, материалы периодической печати.

Результаты

Производство овощей в специализированных комбинатах региона – основополагающее звено функционирования овощеводства. Повышение уровня инвестиционной привлекательности этой отрасли обеспечит население витаминной продукцией в межсезонный период. Повышение уровня товарности производства в современных условиях определяется спросом на продукцию повышенного качества. В этой связи каждый товаропроизводитель должен стремиться внедрять прогрессивные технологии, позволяющие сократить потери при сборе, хранении и продаже овощей с целью развития региона в целом [9, 10, 11].

В 2023 году валовой сбор овощей в зимних теплицах составил 372265 ц, что на 77311 ц, или 26,21%, выше показателя 2014 года, в том числе за счет роста площадей крупных тепличных комплексов на 31,6%. Нарастание общего уровня рентабельности на 50% обусловлено увеличением темпа роста цены реализации продукции на 76,87%, а себестоимости – на 62,10%.

Основными поставщиками овощей в весенне-зимний период на потребительский рынок являются ООО «РЕХН» и АО «Совхоз-Весна» Саратовского района, которые в общем объеме продаж занимают в 2023 году соответственно 38,21% и 31,15% удельного веса (в среднем за анализируемый период 2014-2023 гг. 31,92% и 34,49%). На долю АО «Волга» Балаковского района приходится 18,05%, ООО «Лето-2002» Татищевского района – 10,33%, прочие мелкие

¹Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения 03.02.2025).

САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

Таблица 1. Последовательность определения уровня товарности овощной продукции в специализированных тепличных хозяйствах Саратовской области

Table 1. Sequence of determining the level of marketability of vegetable products in specialized greenhouse farms of the Saratov region

Годы	Выход продукции, тыс. ц				Реализовано продукции, тыс. ц				Уровень товарности, %			
	АО «Совхоз-Весна»	ООО «РЕХН»	АО «Волга»	ООО «Лето-2002»	АО «Совхоз-Весна»	ООО «РЕХН»	АО «Волга»	ООО «Лето-2002»	АО «Совхоз-Весна»	ООО «РЕХН»	АО «Волга»	ООО «Лето-2002»
2014	118710	66435	60078	38309	117 626	66435	59926	38309	99,09	100	99,75	100
2015	120985	87391	63338	35142	119795	87391	63186	35142	99,02	100	99,76	100
2016	108075	91185	58864	34060	108475	91185	58663	34060	100,37	100	99,66	100
2017	109578	104860	81088	40040	108 643	104860	80907	40040	99,15	100	99,78	100
2018	122838	113058	72003	44506	122838	113058	71855	44506	100,00	100	99,79	100
2019	122530	111734	65572	36683	121589	111734	65214	36683	99,23	100	99,45	100
2020	119251	112826	74050	37371	118 244	112826	73587	37371	99,16	100	99,37	100
2020	105014	130140	66668	36940	104147	130140	66572	36940	99,17	100	99,86	100
2021	119342	126585	64427	42612	118580	126585	64384	42612	99,36	100	99,93	100
2022	118710	66435	60078	38309	117 626	66435	59926	38309	99,09	100	99,75	100
2023	116480	142045	67121	38421	115795	142045	67121	38421	99,41	100	99,88	100

Источник: составлено и рассчитано авторами

товаропроизводители занимают в среднем незначительный вес (порядка 2,2%) в структуре реализации овощей. Уровень товарности овощей защищенного грунта в тепличных хозяйствах очень высок, и незначительно колеблется по годам. В АО «Совхоз-Весна» от 99,06% до 100,37%, в ООО «РЕХН» и ООО «Лето-2002» достигает 100%, что обусловлено высоким качеством товарной продукции, близким расположением производителя к потребительскому рынку (табл. 1). Именно товарная продукция определяет реальный вклад каждого товаропроизводителя и области в целом в производство общественного продукта.

При анализе динамики основных показателей выявлены заметные колебания темпов роста валового производства овощей защищенного грунта в специализированных хозяйствах Саратовской области. В 2023 году по сравнению с 2014 годом, колебания темпов роста (спада) объемов овощей составили от -0,19 до 113,81 %. Так темп спада в АО «Совхоз-Весна» составил -0,19% валового сбора при сокращении урожайности на 2,35% и незначительном росте посевной площади (2,28%). В ООО «Лето-2002» и АО «Волга» незначительный рост валовой продукции на 0,62% и 9,76% соответственно, при сокращении урожайности на 23,30% и 14,24%, но существенном росте площади теплиц (27,12% и 28,04%). Максимальных результатов достиг ООО «РЕХН» - увеличение площадей (50,34%) и урожайности (42,08%) повлекло на 113,81% роста объемов производства.

Сезонный характер производства снижает уровень потребления свежих овощей в зимне-весенние месяцы. Преодоление высокого уровня сезонности отрасли возмож-

но при расширении масштабов интенсивного выращивания огурцов, помидор и прочей овощной продукции в защищенном грунте. Производственные мощности зимних теплиц Саратовской области в среднем за период 2014-2023 гг. составляли 1065083 м². На ООО «РЕХН» в общей структуре приходится 35,88%, АО «Волга» – 25,03%, АО «Совхоз-Весна» – 22,73%, ООО «Лето-2002» – 12,82%, на которых собрано 365988 ц овощей, а урожайность к 2023 достигла в среднем 36,43 кг с м². По расчетам на одного жителя области необходимо иметь 0,6–0,8 м² тепличной площади, а фактически в 2001 году имелось 0,2 м², что позволяло за внесезонный период производить 5–6 кг овощей или 50 % медицинской нормы потребления на душу населения. А за прошедший период внедрения инноваций, продолжительностью более двадцати лет, региональный их выпуск достиг 100% норма потребления определенной ИП РАН и составил 15,5 кг в год на человека.

Овощеводство защищенного грунта является одной из самых трудоемких отраслей на сельскохозяйственных предприятиях, так как большинство технологических процессов от 70 до 80 % выполняется преимущественно ручным трудом. Самые высокие затраты труда отмечены в ООО «Лето-2002» и ООО «РЕХН» (величина которых колеблется по годам исследования (2014-2023 годы) от 2,20 до 12,35 чел.-час., в 2022 году. составила 4,63 и 5,66 чел.-час, соответственно, что в 1,06 и 1,30 раза превышает средний уровень затрат труда на единицу продукции по тепличным хозяйствам региона. Такое положение обусловлено низкой урожайностью на единицу площади и нерациональным исполь-

Таблица 2. Финансовый результат от продажи овощей защищенного грунта в тепличных хозяйствах Саратовской области
Table 2. Financial result from the sale of protected ground vegetables in greenhouses of the Saratov region

Фактор	Годы		Отклонение "+", "" " 2023 г. 2014 г.
	2014	2023	
Объем продажи, ц	282296	371769	89473
Цена продажи, руб. за ц	5430,56	9604,9	4174
Себестоимость, руб. за ц	4442,48	7201,39	2759
Финансовый результат (+, -), тыс. руб.	278931,03 286354470,6	893550,51	614619,48
В т.ч. за счет:			
– количества			88406,48
– цены			1551890,21
– себестоимости			1025677,21

Источник: составлено и рассчитано авторами

зованием трудовых ресурсов. Самые низкие затраты труда в 2023 году сложились в АО «Волга» (1,96 чел.-час./ц.). Этот показатель в 1,77 раза ниже среднерегионального уровня всех основных тепличных комбинатов Саратовской области.

Финансовые результаты за 2023 год в целом тепличных хозяйств характеризовались суммой прибыли 893550,5 тыс. руб., что на 614619,48 тыс. руб. больше, чем за 2014 год. Факторный анализ отклонения показал, что за счет увеличения объема продажи овощей на 89473 ц. прибыль возросла на 88406,48 тыс. руб., а за счет значительного повышения себестоимости на 62,17 % 1 ц овощей сумма уменьшилась на 1025677,21 тыс. руб. При повышении рыночной цены про-

дажи, в соответствии с ростом темпов инфляции, сумма прибыли на 1551890,21 тыс. руб. увеличилась (табл. 2).

Уровень рентабельности овощеводства защищенного грунта в 2023 году составил 33,38% по тепличным хозяйствам Саратовской области. Валовой сбор этой продукции увеличился в 2023 году на 77311 ц. по сравнению с 2014 годом, или на 26,21% не только за счет расширения посевных площадей теплиц на 250833 м² или 31,65% в среднем по региону (в том числе в ООО «РЕХН», АО «Совхоз-Весна», АО «Волга», ООО «Лето-2002» на 133100 м² (50,54%), 5481 м² (2,28%), 39252 м² (28,04%), 32000 м² (12,12%) соответственно), но и рациональным использованием каждого

Таблица 3. Экономическая эффективность производства овощей защищенного грунта в тепличных хозяйствах Саратовской области
Table 3. Economic efficiency of production of protected ground vegetables in greenhouses of the Saratov region

Показатели	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Среднее
Посевная площадь, м ²	792400	804000	839581	1218581	848333	2160874	924257	988833	1030733	1043233	1065083
Урожайность, кг/м ²	37,2	39,4	30	30	41,6	29,5	37,9	35,2	35,6	35,7	35,21
Валовой сбор, ц	294954	316850	302465	342253	352883	345149	350615	348320	366 641	372265	339240
Продажа, ц	282296	315508	302652	341137	352770	343850	349145	347357	365 836	371769	337232
Производственная себестоимость, тыс. руб.	1337512	1551695	1497172	1628416	1587436	1655733	1608095	1893226	2 216 642	2644091	1762002
Себестоимость, руб./м ²	1687,93	1929,97	1783,24	1336,32	1871,24	766,23	1739,88	1914,61	2150,55	2534,52	1654,33
Выручка от продажи, тыс. руб.	153 026	1865170	1940991	2060035	1830 319	1994405	2044088	2559136	2642991	3570805	2204097
Коммерческая себестоимость тыс. руб.	1254093	1498863	1483651	1696982	1616470	1645802	1612583	1932480	2356634	2677255	1777481
Себестоимость, 1 ц. руб.	4442,4	4750,6	4902,1	4974,4	4582,2	4786,3	4618,6	5563,3	6441,7	7201,39	5226,36
Цена реализации, руб.	5430,5	5911,6	6413,2	6038,7	5188,4	5800,2	5854,5	7367,4	7224,5	9604,90	6483,43
Прямые затраты труда тыс. чел. час	1807,4	372	1930	1886,1	1654	1709	1516	823	1293,5	1290	1428,1
Затраты труда, на 1 ц., чел. час.	6,13	1,18	6,38	5,53	4,69	4,97	4,34	2,37	3,54	3,57	4,26
Прибыль, тыс. руб.	278 933	366 307	457 340	363 053	213 849	348 603	431 505	626 656	286 357	893550	426615
Уровень рентабельности, %	22,24	24,44	30,83	21,39	13,23	21,18	26,76	32,43	12,15	33,38	23,80

Источник: составлено и рассчитано авторами

САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

квадратного метра в результате строительства и реконструкция многоярусных вертикальных теплиц, а также роста урожайности на 42,08% в ООО «РЕХН» путем применения новы прогрессивных технологий: досвечивания тепличных культур, биологической защиты растений (энтомофаги, биопрепарата), установление микроклимата с помощью автоматизированного оборудования «Климат контроль» и внедрение капельного орошения (табл.3). 32000 м² (12,12%) соответственно, но и рациональным использованием каждого квадратного метра в результате строительства и реконструкция многоярусных вертикальных теплиц, а также роста урожайности на 42,08% в ООО «РЕХН» путем применения новы прогрессивных технологий: досвечивания тепличных культур, биологической защиты растений (энтомофаги, биопрепарата), установление микроклимата с помощью авто-

матизированного оборудования «Климат контроль» и внедрение капельного орошения (табл.3).

В условиях санкционной экономики наиболее важным критерием оценки развития производства трудоемких сельскохозяйственных культур является себестоимость продукции, которая отражает качественную сторону хозяйственной деятельности, эффективность использования производственных ресурсов, инновационных технологий, организации производства, применение опыта «оптимального управления» процессами на основе системного подхода. Себестоимость овощных культур постоянно увеличивалась, что обусловлено инфляцией и ростом цен на материально-технические ресурсы, а также на тепло- и электроэнергию. Максимальный рост за десятилетний период отмечается в ООО «Лето-2002» (93,66%) что объясняется низкой урожай-

Таблица 4. Динамика себестоимости реализации овощных культур в тепличных хозяйствах Саратовской области, руб./ц
Table 4. Dynamics of the cost price of vegetable crops in greenhouses of the Saratov region, rubles per centner

Тепличные комбинаты	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2023 к 2014, %
АО «Волга» Балаковского района	3899,3	5144,6	4575,8	4238,0	4410,3	5753,6	3880,1	4756,1	5559,5	6327,3	62,26
ООО «РЕХН» Саратовского района	4361,5	3901,3	4059,3	4495,1	3998,6	3961,5	4055,3	4673,4	5860,5	7190,7	64,87
АО «Совхоз-Весна» Саратовского района	4991,0	5342,6	6081,9	5979,2	5561,4	5397,6	5468,4	7311,2	7880,3	8555,8	71,42
ООО «Лето-2002» Татищевского района	3748,2	4073,1	4516,3	4177,5	3663,5	4030,0	4707,0	4506,7	5373	7258,8	93,66
По области в среднем	4442,5	4750,6	4902,2	4974,5	4582,2	4786,4	4618,7	5563,4	6441,8	7201,4	62,10

Источник: составлено и рассчитано авторам

Таблица 5. Структура затрат на производство овощей защищенного грунта в тепличных предприятиях Саратовской области, %.
Table 5. Cost structure for production of protected ground vegetables in greenhouse enterprises of the Saratov region, %.

Статьи затрат	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Отклонение
Оплата труда	32,14	26,61	29,39	31,57	32,49	31,76	37,23	34,50	35,85	35,52	3,38
Материальные затраты, в т.ч.	18,58	18,20	21,55	29,88	33,63	38,39	42,07	41,65	45,47	42,94	24,36
семена	4,08	3,42	2,68	2,29	1,85	2,78	3,17	3,02	2,46	3,09	-0,99
в т.ч элитные			0,28					0,26	0,45	0,35	0,35
минеральные удобрения,	6,31	7,11	8,93	8,03	9,15	6,68	7,21	6,40	8,43	8,08	1,77
органические удобрения		0,19	0,004	0,00	0,01	0,14	0,00	0,001	0,002	0,001	0,001
средства защиты растений	1,16	1,65	1,79	2,27	2,15	1,38	2,20	2,24	2,39	2,05	0,89
покупная энергия				17,28	20,46	27,42	29,49	29,98	32,19	29,72	29,72
в т.ч. газ						20,03	20,07	20,58	19,89	20,14	20,14
электроэнергия	6,08	4,92	5,91			6,41	8,50	8,92	11,39	8,90	2,82
нефтепродукты	0,95	0,91	2,23	4,01	1,09	0,72	1,24	1,14	0,82	1,15	0,2
Содержание основных средств	3,19	5,22	6,71	8,84	1,72	5,33	3,11	1,49	1,76	3,87	0,68
Затраты на страхование	0,55	0,02		0,01		0,00	0,0011	0,001			
Прочие затраты	83,25	49,97	42,34	25,69	31,08	23,81	16,35	21,23	14,96	14,03	-69,22
Из прочих затрат амортизация					9,88	9,10	10,49	8,85	8,45	6,58	

Источник: составлено и рассчитано авторами

Таблица 6. Влияние факторов на изменение себестоимости 1 кг овощей защищенного грунта

Table 6. Influence of factors on the change in the cost of 1 kg of protected ground vegetables

in greenhouse complexes of the Saratov region

Показатели	2014 год	2023 год	Отклонение 2023 г. от 2014 г.
Затраты на 1 м ² , руб.	1687,93	2534,52	846,59
Урожайность, кг/м ²	37,20	35,70	-1,50
Себестоимость 1 кг. руб.	45,35	71,03	25,68
При затратах 2014 г и урожайности 2023 г	47,28		
Общее отклонение 2023 г. от 2014 г.			25,68
в т.ч. за счет			
- влияния затрат на 1 м ²			23,71
- продуктивности земли			1,97

Источник: составлено и рассчитано авторами

нностью овощей с единицы площади -28,57 кг/м², когда в среднем по области она достигла 35,21 кг/м² за тот же период (табл. 4).

Структура затрат на производство овощей характеризует тенденцию последовательного увеличения доли живого труда через абсолютное и относительное увеличение заработной платы работников. Оплата труда в общей структуре затрат увеличилась в 2023 году по сравнению с 2014 годом на 3,38 % в тепличных комбинатах. Сократился удельный вес стоимости семян с 4,08% до 2,46% в 2022 году и 3,09% в 2023 году по сравнению с 2014 годом. С 2021 года в ООО "РЕХН" возобновилось приобретение элитных семян, что позволило увеличить на 40-42 % урожайность.

За анализируемый период в реструктуризации видов затрат сложилась негативная тенденция уменьшения абсолютной и относительной доли стоимости удобрений на производство овощей защищенного грунта.

Произошло значительное снижение удельного веса затрат на содержание основных средств в 2018, 2021, 2022 гг. на 1,47 л.л., 1,7 п.п., 1,43 п.п. соответственно по сравнению с 2014 годом. Такое положение обусловлено внедрением новых технологий.

Также в силу перемещения затрат на газ, повышается на 24,36% удельный вес материальных затрат и сокращается на 69,22% прочие расходы. Затраты на амортизацию колеблются по годам от 6,58% до 10,49% (табл. 5).

Влияние факторов на изменение себестоимости 1 ц овощей рассмотрены в таблице 6. Эти данные подтверждают ранее выявленную тенденцию удорожания производства овощей защищенного грунта. В 2023 году рост себестоимости на 23,71 руб. был обусловлен увеличением суммы затрат в расчете на 1 га на 2534,52 руб. или в 1,5 раза по сравнению с 2014 годом. Причинами такого состояния являются снижение урожайности, в ряде тепличных комбинатов (АО "Волга", АО "Совхоз-Весна", ООО "Лето-2002") рост себестоимости по всем элементам затрат (материальные: семена, электроэнергию, горюче-смазочные материалы, удобрения; заработную плату). Сокращение урожайности на 1,5 кг/м² или на 4 % повысило себестоимость на 23,71 руб. 1 ц овощей (табл. 6).

Сокращение затрат является одним из главных направлений повышения экономической эффективности производ-

ства, так как в сложившихся условиях хозяйствования и ограниченности материально-денежных средств экономия каждого процента издержек обуславливает сохранение значительных финансовых сумм.

Размер и тенденцию изменения дохода, товарной продукции, урожайности, себестоимости, численности работников основного производства, заработной платы, площади посева, планируем в рамках построения трендов методом наименьших квадратов за десятилетний период. В сумме по крупным тепличным хозяйствам АО «Волга», ООО «РЕХН», АО «Совхоз-Весна», ООО «Лето-2002» рост показателей составил в среднем ежегодно: дохода от реализации продукции на 162466,77 (10022,82+93146,80+45381,38+13915,77) тыс. руб., коммерческой себестоимости – 132789,63 (9632,25+68602,27+41498,70+13056,42) тыс. руб., производственных работников сократилось на 12,82 (-11,53+10,02-7,08-4,22) чел., рост товарной продукции на 6930,45 (85,75+6252,40+159,88+432,42) ц, в результате строительства и модернизации производственных теплиц на 12167,87 (4374,87+6699,27+560,40+533,33) м² за период 2014-2023 годы.

Обсуждение

С целью развития производства трудоемких сельскохозяйственных культур авторами предлагается углубить исследования по использованию в производстве оригинальной методики оптимального управления инновационными процессами. На базе предварительного анализа основных экономических показателей проводится оценка инвестиционной привлекательности предприятий лидеров, включающих сравнение нормативных и фактических капиталовложений. А также, выявление внутренних резервов товаропроизводителей с применением математического метода двусторонних матриц приведет к оптимизации интенсивных и экстенсивных процессов производства. Рациональное использование производственного потенциала предприятия за счет накопленной амортизации позволит получить дополнительную прибыль за счет расширений масштабов производства в размере 151148,30 тыс. руб., 93304,97 тыс. руб., 219048,64 тыс. руб., 14135,76 тыс. руб. и интенсификации

САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

Таблица 7. Прогнозирование величин основных экономических показателей тепличных комбинатов Саратовской области
Table 7. Forecasting the values of the main economic indicators of greenhouse complexes in the Saratov region

	Уравнение полинома линии тренда	Величина достоверности аппроксимации (R^2)
Товарная продукция, ц		
Всего по области	$y = 261,73x^3 - 5152,9x^2 + 37557x + 249881$	$R^2 = 0,8957$
АО «Волга» ООО «РЕХН» АО «Совхоз-Весна» ООО «Лето-2002»	$y = 59,558x^3 - 1440,3x^2 + 10064x + 49203$ $y = 200,55x^3 - 3667,8x^2 + 26313x + 44452$ $y = -19,033x^3 + 388,22x^2 - 2259x + 119030$ $y = -3,6377x^3 + 17,072x^2 + 516,91x + 36021$	$R^2 = 0,351$ $R^2 = 0,9683$ $R^2 = 0,0111$ $R^2 = 0,1021$
Доход, млн руб.		
Всего по области	$y = 10,021x^3 - 136,83x^2 + 612,51x + 1071,9$	$R^2 = 0,966$
АО «Волга» ООО «РЕХН» АО «Совхоз-Весна» ООО «Лето-2002»	$y = 2206,4x^3 - 35237x^2 + 167897x + 189681$ $y = 3848,8x^3 - 52154x^2 + 257167x + 97295$ $y = 3970,2x^3 - 53901x^2 + 218658x + 512943$ $y = 537,57x^3 - 6789,2x^2 + 30973x + 139799$	$R^2 = 0,7016$ $R^2 = 0,9649$ $R^2 = 0,9611$ $R^2 = 0,9623$
Производительность труда, ц/чел. час		
Всего по области	$y = 2061,5x^3 - 27447x^2 + 69245x + 328547$	$R^2 = 0,1436$
АО «Волга» ООО «РЕХН» АО «Совхоз-Весна» ООО «Лето-2002»	$y = 1419,4x^3 - 20048x^2 + 99451x + 77576$ $y = -248,71x^3 + 4804,4x^2 - 21129x + 158123$ $y = -523,9x^3 + 7963,7x^2 - 26671x + 170380$ $y = -439,63x^3 + 8806,5x^2 - 39636x + 169221$	$R^2 = 0,9197$ $R^2 = 0,7806$ $R^2 = 0,6127$ $R^2 = 0,6802$
Трудоемкость, чел. час/ц		
Всего по области	$y = -0,014x^3 + 0,1815x^2 - 0,6246x + 5,2153$	$R^2 = 0,1257$
АО «Волга» ООО «РЕХН» АО «Совхоз-Весна» ООО «Лето-2002»	$y = -0,0106x^3 + 0,1824x^2 - 1,2579x + 6,9799$ $y = 0,0156x^3 - 0,283x^2 + 1,2311x + 6,13$ $y = 0,0178x^3 - 0,2745x^2 + 0,9447x + 5,937$ $y = 0,029x^3 - 0,5127x^2 + 2,0652x + 6,5093$	$R^2 = 0,8964$ $R^2 = 0,7295$ $R^2 = 0,6737$ $R^2 = 0,5094$
Коммерческая себестоимость, руб./ц		
Всего по области	$y = 15,081x^3 - 190,01x^2 + 737,67x + 3922,8$	$R^2 = 0,958$
АО «Волга» ООО «РЕХН» АО «Совхоз-Весна» ООО «Лето-2002»	$y = 16,478x^3 - 239,98x^2 + 1060x + 3278,6$ $y = 16,313x^3 - 183,52x^2 + 547,08x + 3777,4$ $y = 17,282x^3 - 223,96x^2 + 971,1x + 4310,5$ $y = 21,128x^3 - 278,6x^2 + 1095,9x + 2912,9$	$R^2 = 0,561$ $R^2 = 0,9581$ $R^2 = 0,8817$ $R^2 = 0,9394$
Цена продаж, руб./ц		
Всего по области	$y = 23,682x^3 - 303,36x^2 + 1153,6x + 4654,4$	$R^2 = 0,9067$
АО «Волга» ООО «РЕХН» АО «Совхоз-Весна» ООО «Лето-2002»	$y = 28,07x^3 - 406,28x^2 + 1659,4x + 4351,7$ $y = 21,101x^3 - 262,35x^2 + 1060,2x + 3827,6$ $y = 33,797x^3 - 465,58x^2 + 1938,3x + 4324,8$ $y = 14,62x^3 - 184,44x^2 + 778,91x + 3907,9$	$R^2 = 0,8129$ $R^2 = 0,8907$ $R^2 = 0,894$ $R^2 = 0,8249$
Уровень рентабельности, %		
Всего по области	$y = 0,0626x^3 - 0,7991x^2 + 2,4769x + 22,021$	$R^2 = 0,097$
АО «Волга» ООО «РЕХН» АО «Совхоз-Весна» ООО «Лето-2002»	$y = 0,0972x^3 - 1,3687x^2 + 3,5659x + 35,55$ $y = -0,1002x^3 + 1,0218x^2 - 0,2084x + 20,379$ $y = 0,1814x^3 - 2,7276x^2 + 10,716x + 7,5917$ $y = -0,1956x^3 + 2,7323x^2 - 9,4243x + 26,371$	$R^2 = 0,0791$ $R^2 = 0,1053$ $R^2 = 0,2168$ $R^2 = 0,211$

Источник: составлено и рассчитано авторами

производства 132137,82 тыс. руб., 73809,32 тыс. руб., 186037,95 тыс. руб., 12119,76 тыс. руб. в АО «Волга», ООО «РЕХН», ОА «Совхоз-Весна», ООО «Лето-2002» соответственно. А прирост заработной платы составит 31961,48 руб. в среднем на одного основного работника, рассчитанного исходя из норматива 20% прироста выручки инновационной деятельности.

В альтернативе прогнозирование на перспективу основных экономических показателей (товарная продукция, доход от реализации, коммерческая себестоимость, цена продаж, производительность труда, трудоемкость, уровень рентабельности) деятельности предприятия в результате инновационного развития осуществим, применяя полиномиальный формат линии тренда третьего порядка (табл. 7).

Прогноз полиномиальных параметров линии тренда третьей степени показывает величину достоверности аппроксимации (R^2). В тепличных комбинатах – лидерах, как в целом по Саратовской области, так и в разрезе предприятий коэффициент аппроксимации по товарной продукции: доходу, коммерческой себестоимости, цене продаж стремятся к единице: 0,8957; 0,966; 0,958; 0,9067, что показывает высокую достоверность планируемых индикаторов. Величины аппроксимации показателей производительность труда и трудоемкость составили 0,1436 и 0,1257 по области. Рекомендовано осуществлять их прогноз отдельно в разрезе предприятий. Прогноз уровня рентабельности методом полиномов третьей степени не представляется возможным и рассчитывается из уже полученных индикаторов.

Заключение

Для стимулирования развития овощеводства в рамках санкционной политики, защиты потребителей и производителей овощей в зимне-весенний период необходимо на уровне государства: обеспечить систему субсидирования, льготного кредитования и приоритетного материально-технического обеспечения; модернизации и реконструкции старых сооружений, строительство новых на системе досвечивания рассады и светокультур. В масштабе региона и отдельного предприятия решить проблему оптимального управления значит разработать для изучаемого объекта или процесса производства наилучший набор инструментов управляющих воздействий.

Для этого проводится анализ текущего состояния больших массивов данных в разрезе предприятий лидеров производителей трудоемких культур и описывается его функционирование в текущий промежуток времени под воздействием управлеченческих решений. Конечный результат от деятельности предприятия в процессе инновационного развития проводится на базе предварительного анализа, применения метода прогнозирования полиномиальных параметров линии тренда третьей степени, планирования дифференциальных и интегральных показателей с помощью построения трендов наименьших квадратов с применением метода матричных алгоритмов.

• Литература

- 1. Попова Л.В., Коробейников Д.А., Коробейникова О.М., Телитченко Д.Н. Организационно-экономический механизм сельского хозяйства в рисковых условиях санкционных ограничений: монография. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2016. 236 с. <https://elibrary.ru/xgstqr>
- 2. Королькова А.П., Кузнецова Н.А., Иванова М.И. и др. Экономические аспекты развития овощеводства России. Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2021. 204 с. ISBN 978-5-7367-1665-4. <https://elibrary.ru/lfuthi>
- 3. Леунов В.И., Дербенский В.И. АНРСК – 25 лет на семеноводческом рынке овощных культур. Кто и как должен формировать прозрачный и цивилизованный рынок семян овощных культур в России. *Картофель и овощи*. 2022;(12):3-7. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.17.41.001>
- 4. Скрипкина Е.В., Репринцева Е.В., Беляев С.А., Троц А.П. Экономические инструменты развития овощеводства для обеспечения продовольственной безопасности. *Вестник НГИЭИ*. 2023;3(142):104–118. <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2023-3-104-118> <https://www.elibrary.ru/hpqjom>
- 5. Солдатенко А.В., Борисов В.А. Экологическое овощеводство. М.: ФГБНУ ФНЦО, 2022. 504 с. <https://elibrary.ru/hbrgrmw>
- 6. Солдатенко А.В., Пивоваров В.Ф., Разин А.Ф., Мещерякова Р.А., Разин О.А., Сурихина Т.Н., Телегина Г.А. Тепличное хозяйство – обзор текущего состояния отрасли АПК России. *Овощи России*. 2020;(2):3-11. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-3-11> <https://www.elibrary.ru/jpzsns>
- 7. Чиркова И.Г., Болгов А.Д. Развитие высокотехнологичного производства продовольствия: социально-экономические и территориальные аспекты: монография. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. 180 с. <https://elibrary.ru/qsdola>
- 8. Чупахина Г.Н., Панасин В.И., Масленников П.В. и др. Овощеводство и его перспективы в Калининградской области: монография. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2018. 190 с. <https://elibrary.ru/yokykx>
- 9. Волохова М.А. Агрегированная модель рациональной загрузки перерабатывающих мощностей кластера масложирового подкомплекса. *АПК: Экономика, управление*. 2024;(4):74-82. <https://doi.org/10.33305/244-74> <https://www.elibrary.ru/chvepn>
- 10. Волохова М.А. Анализ безработицы: источники создания дополнительных рабочих мест. *АПК: Экономика, управление*. 2022;(4):11-18. <https://doi.org/10.33305/224-11> <https://www.elibrary.ru/qovzdk>
- 11. Лексина А.А., Волохова М.А. Развитие логистической инфраструктуры экспортно-ориентированного зернового кластера региона. *АПК: Экономика, управление*. 2024;(1):48-59. <https://doi.org/10.33305/241-48> <https://www.elibrary.ru/lhuqsl>
- 12. Adesiji G., B., Musa M., O., Musa M. Vegetable farmers' perception of hydroponics farming technologies in ogun state, Nigeria. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024;(3):17-24.
- 13. Aksoy A., Kaymak H., Ç. Tomato production quantity estimates for 2023-2027 with arima model: evidence from leading producing countries including turkey. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024;(3):41-46.
- 14. Alboiu C. The evolution of the romanian vegetable industry and some prospects for the future. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024;(3):47-52.
- 15. Aleksiev G., Petrova N., Nencheva I., Milev O. Dynamics of the areas, production, import and export in fruit and vegetables sectors and labour resources in bulgaria's agriculture - trying to achieve the goals of the "farm to fork" strategy. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2025;(2):43-54.
- 16. Ilie D., M., Giucă A., D., Rădoi R., A. Berevoianu R.-Liliana. Analysis of the influence of climatic phenomena on vegetable production. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2025;(1):481-490.
- 17. Kadakoğlu B., Gülb.M.. Analysis of seasonal fluctuations in cucumber prices: the case of Türkiye. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024;(4):443-448.
- 18. Kadakoğlu B., Gülb M. Analysis of lettuce prices in türkiye: seasonal fluctuations. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024;(4):449-454
- 19. Kaymak H., Ç., Aksoy A., Tomato production and price in the european union. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2025;(1):537-548.
- 20. Leoveanu-Soare B., E., Micu Tomato M., M., Market dynamics in romania: insights from 2018 to 2023. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2025;(1):577-584.
- 21. Mürü M. Seasonal fluctuations in tomato prices and their correlation with export prices: the case of Türkiye. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024;(4):223-232.
- 22. Popa M., Glevitzky M., G.- Dumitrel A., Pop D.V., Energy efficiency of agricultural technologies through the creation of a sustainable model: a case study of greenhouses. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2025;(2):619-632.
- 23. Szeikely I., A., Tudor V., Teodores R.I. biodiversity in vegetable culture and its role in the sustainability of agroecosystems. a review. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024;(4):805-816.

- **References**

- Popova L.V., Korobeynikov D.A., Korobeynikova O.M., Telitchenko D.N. Organizational and economic mechanism of agriculture in risky conditions of sanction restrictions: monograph. Volgograd: FGBOU VO Volgograd SAU, 2016. 236 p. (in Russ.) <https://elibrary.ru/xgstqr>
- Korolkova A.P., Kuznetsova N.A., Ivanova M.I., et al. Economic aspects of the development of vegetable growing in Russia. Moscow: Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical Support of the Agro-Industrial Complex, 2021. 204 p. ISBN 978-5-7367-1665-4. (in Russ.) <https://elibrary.ru/lfuthi>
- Leunov V.I., Derbensky V.I. ANRSC - 25 years in the seed market of vegetable crops. Who and how should form a transparent and civilized market of vegetable seeds in Russia. *Potato and vegetables*. 2022;(12):3-7. (in Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.17.41.001>
<https://www.elibrary.ru/xddnjq>
- Skripkina E.V., Reprintseva E.V., Belyaev S.A., Trots A.P. Economic instruments for the development of vegetable growing to ensure food security. *Bulletin of NGIEI*. 2023;3(142):104–118. (in Russ.) <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2023-3-104-118>
<https://www.elibrary.ru/hpqjom>
- Soldatenko A.V., Borisov V.A. Ecological vegetable growing. - M.: FGBNU FNTsO, 2022. - 504 p. (in Russ.)
<https://elibrary.ru/hbrgmw>
- Soldatenko A.V., Pivovarov V.F., Razin A.F., Meshcheryakova R.A., Razin O.A., Surikhina T.N., Telegina G.A. Greenhouse – an overview of the current state of the Russian agricultural sector. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(2):3-11. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-3-11> <https://www.elibrary.ru/jpzsn>
- Chirkova I.G., Bolgov A.D. Development of high-tech food production: socio-economic and territorial aspects: monograph. Novosibirsk: Publishing house of NSTU, 2019. 180 p. (in Russ.) <https://elibrary.ru/qsdla>
- Chupakhina G.N., Panasin V.I., Maslennikov P.V. et al. Vegetable growing and its prospects in the Kaliningrad region: monograph. Kaliningrad: Publishing house of the Immanuel Kant Baltic Federal University, 2018. 190 p. (in Russ.) <https://elibrary.ru/yokykx>
- Volokhova M.A. Aggregated model of rational loading of processing capacities of the oil and fat subcomplex cluster. *AIC: economics, management*. 2024;(4):74-82. (in Russ.) <https://doi.org/10.33305/244-74>
<https://www.elibrary.ru/chvepn>
- Volokhova M.A. Unemployment Analysis: Sources of Creation of Additional Jobs. *AIC: economics, management*. 2022;(4):11-18. (in Russ.) <https://doi.org/10.33305/224-11>
<https://www.elibrary.ru/qovzdk>
- Leksina A.A., Volokhova M.A. Development of the logistics infrastructure of the export-oriented grain cluster of the region. *AIC: economics, management*. 2024;(1):48-59. (in Russ.) <https://doi.org/10.33305/241-48> <https://www.elibrary.ru/lhuqs1>
- Adesiji G., B., Musa M., O., Musa M. Vegetable farmers' perception of hydroponics farming technologies in ogun state, Nigeria. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024;(3):17-24.
- Aksoy A., Kaymak H., Ç. Tomato production quantity estimates for 2023-2027 with arima model: evidence from leading producing countries including turkey. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024;(3):41-46.
- Alboiu C. The evolution of the romanian vegetable industry and some prospects for the future. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024;(3):47-52.
- Aleksiev G., Petrova N., Nencheva I., Milev O. Dynamics of the areas, production, import and export in fruit and vegetables sectors and labour resources in bulgaria's agriculture - trying to achieve the goals of the "farm to fork" strategy. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2025;(2):43-54.
- Ilie D., M., Giucă A., D., Rădoi R., A. Berevoianu R.-Liliana. Analysis of the influence of climatic phenomena on vegetable production. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2025;(1):481-490.
- Kadakoğlu B., Gülm. Analysis of seasonal fluctuations in cucumber prices: the case of Türkiye. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024;(4):443-448.
- Kadakoğlu B., Gülm. Analysis of lettuce prices in türkiye: seasonal fluctuations. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024;(4):449-454
- Kaymak H., Ç., Aksoy A., Tomato production and price in the european union. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2025;(1):537-548.
- Leoveanu-Soare B., E., Micu Tomato M., M., Market dynamics in romania: insights from 2018 to 2023. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2025;(1):577-584.
- Mürü M. Seasonal fluctuations in tomato prices and their correlation with export prices: the case of Türkiye. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024;(4):223-232.
- Popa M., Glevitzky M., G.- Dumitrel A., Pop D.V., Energy efficiency of agricultural technologies through the creation of a sustainable model: a case study of greenhouses. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2025;(2):619-632.
- Szeikely I., A., Tudor V., Teodores R.I. biodiversity in vegetable culture and its role in the sustainability of agroecosystems. a review. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2024;(4):805-816.

Об авторах:

Марина Александровна Волохова – кандидат экон. наук, старший научный сотрудник ФИЦ СНЦ РАН,
<https://orcid.org/0000-0002-2559-8948>,

SPIN-код: 6282-4214, автор для переписки, vmanii@mail.ru

Анна Александровна Лексина – кандидат экон. наук, ведущий научный сотрудник ФИЦ СНЦ РАН, доцент,
<https://orcid.org/0000-0002-0176-5975>, SPIN-код: 5541-6760

About the Authors:

Marina A. Volokhova – Cand. Sci. (Economics), Senior Researcher at the Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-2559-8948>, SPIN-code: 6282-4214, Corresponding Author, vmanii@mail.ru

Anna A. Leksina – Cand. Sci. (Economics), Leading Researcher, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-0176-5975>, SPIN-code: 5541-6760

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-67-72>
УДК 635.751(089):665.5

А.Б. Курина*, Т.В. Шеленга,
Т.В. Хмелинская, А.Е. Соловьева

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР)» 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42,44

*Автор для переписки: nastya_n11@mail.ru

Финансирование. Работа выполнена в рамках реализации Программы развития Национального центра генетических ресурсов растений по соглашению с Минобрнауки России от 26 февраля 2025 года № 075-02-2025-1584.

Вклад авторов: Курина А.Б.: концептуализация, визуализация, анализ данных, написание рукописи и ее редактирование. Шеленга Т.В.: методология, проведение исследования, редактирование рукописи. Хмелинская Т.В.: концептуализация, ресурсы, редактирование рукописи. Соловьева А.Е.: методология, проведение исследования, написание рукописи и ее редактирование.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Курина А.Б., Шеленга Т.В., Хмелинская Т.В., Соловьева А.Е. Компонентный состав эфирного масла плодов *Coriandrum sativum* L. из коллекции ВИР. Овощи России. 2025;(5):67-72.

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-67-72>

Поступила в редакцию: 16.08.2025

Принята к печати: 29.09.2025

Опубликована: 28.10.2025

Anastasia B. Kurina*, Tatyana V. Shelenga,
Tatyana V. Khmelinskaya, Alla E. Solovyeva

Federal Research Center N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)
Bolshaya Morskaya St., 42-44,
Saint Petersburg, 190031, Russia

*Corresponding Author: nastya_n11@mail.ru

Funding. The work was carried out within the framework of the implementation of the Development Program of the National Center for Plant Genetic Resources under the agreement with the Ministry of Education and Science of Russia dated February 26, 2025 No. 075-02-2025-1584.

Authors' Contribution: Kurina A.B.: conceptualization, visualization, data analysis, manuscript writing and editing. Shelenga T.V.: methodology, study implementation, manuscript editing. Khmelinskaya T.V.: conceptualization, resources, manuscript editing. Solovyeva A.E.: methodology, study implementation, manuscript writing and editing.

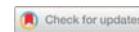
Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Kurina A.B., Shelenga T.V., Khmelinskaya T.V., Solovyeva A.E. The component composition of essential oil of *Coriandrum sativum* L. fruits from the VIR collection. Vegetable crops of Russia. 2025;(5):67-72. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-67-72>

Received: 16.08.2025

Accepted for publication: 29.09.2025

Published: 28.10.2025



Компонентный состав эфирного масла плодов *Coriandrum sativum* L. из коллекции ВИР



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Кориандр посевной (*Coriandrum sativum* L.) является высокоценной многоцелевой культурой, широко используемой в медицине, пищевой промышленности, парфюмерии и сельском хозяйстве. Мировая коллекция ВИР им. Н.И. Вавилова включает 790 образцов из 78 стран мира и представляет собой обширный источник генетического разнообразия кориандра для исследований и селекции. Цель исследования заключалась в изучении содержания эфирного масла в плодах кориандра, характеристика его компонентного состава.

Материалы и методы. Объектом исследования были семена 208 образцов кориандра из коллекции ВИР. Содержание эфирного масла определяли методом гидродистилляции. Компонентный состав – ГХ-МС.

Результаты. Содержание эфирного масла варьировало от 0,10% до 3,00%, составляя в среднем 1,01%. Идентифицировано 66 соединений, основным из которых во всех образцах был линалоол (в среднем 68,2%). Проведенное исследование подтвердило высокую изменчивость как количественного содержания, так и качественного состава эфирных масел у образцов кориандра коллекции ВИР. Выделены образцы из Абхазии (к-424, вр.538), Грузии (вр.336) и России (вр.939, Алексеевский 413) со сбалансированным составом эфирного масла, представляющая наибольшую коммерческую ценность для парфюмерно-косметической и пищевой промышленности. Полученные данные являются основой для целенаправленного отбора источников ценных признаков в селекционных программах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

плоды, *Coriandrum sativum* L., эфирное масло, компонентный состав, репродукция

The component composition of essential oil of *Coriandrum sativum* L. fruits from the VIR collection

ABSTRACT

Relevance. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) is a highly valuable multipurpose crop, widely used in medicine, the food industry, perfumery, and agriculture. The VIR world collection includes 790 accessions from 78 countries and represents an extensive source of coriander genetic diversity for research and breeding. The aim of the study was to investigate the essential oil (EO) content in coriander fruits and characterize its component composition.

Materials and Methods. The object of the study was seeds of 208 coriander accessions from the VIR collection. The EO content was determined by hydrodistillation. The component composition was analyzed by GC-MS.

Results. The EO content varied from 0.10% to 3.00%, averaging 1.01%. Sixty-six compounds were identified, the main one in all accessions was linalool (averaging 68.2%). The conducted study confirmed high variability in both the quantitative content and qualitative composition of EO among the coriander accessions from the VIR collection. Accessions from Abkhazia (k-424, vr.538), Georgia (vr.336), and Russia (vr.939, Alekseevsky 413) with a balanced EO composition, which are of the greatest commercial value for the perfumery-cosmetic and food industries, have been selected. The obtained data provide a basis for the targeted selection of sources of valuable traits in breeding programs.

KEYWORDS:

fruits, *Coriandrum sativum* L., essential oil, component composition, reproduction

Введение

Кориандр посевной (*Coriandrum sativum* L.) – эфиромасличное, овощное, пряное, лекарственное и медоносное растение семейства *Ariaceae*.

В настоящее время кориандр широко распространен во всем мире [1]. Кориандр обладает широким спектром терапевтических свойств [2,3]. Помимо медицинского применения, кориандр широко используется в кулинарии благодаря пряному цитрусовому вкусу [4], а также в парфюмерии и косметической промышленности.

Семена кориандра содержат до 2,6% эфирного масла, включающего около 22 компонентов [5]. Основными компонентами эфирного масла являются линалоол (60-80%), гераниол (3-5%), геранилацетат (до 5%), борнеол (1-4%), р-цимолов, а-пинен, борнилацетат, десилальдегид, цитронеллол и тимол [6,7]. Наибольшее количество эфирного масла сосредоточено в зрелых плодах. Содержание и состав эфирного масла кориандра варьируются в зависимости от географического происхождения, климатических условий, агротехники и генотипа [8,9]. Изучение биохимического состава кориандра и факторов, влияющих на продуктивность, остается актуальной задачей для дальнейших исследований.

Мировая коллекция ВИР *Coriandrum sativum* L. представлена 790 образцами из 78 стран мира. Коллекция включает значительное количество образцов из Закавказья, также широко представлены образцы из Средней Азии. Основу коллекции составляют местные сорта и формы из различных регионов. Коллекция обладает высокой практической значимостью, служа источником ценных генотипов и доноров хозяйствственно-полезных признаков для селекции и производства кориандра в России. Цель работы заключалась в изучении содержания эфирного масла в плодах *Coriandrum sativum* L. из коллекции ВИР, установление и идентификация его компонентного состава.

Материал и методы

Объектом исследования были семена 208 образцов кориандра коллекции ВИР различного экологического происхождения и групп спелости (табл. 1). Изученный материал представлен репродукциями разных лет (1993-2018) с восьми опытных станций ВИР: Адлерская ОС, Дагестанская ОС, Екатерининская ОС, Крымская ОС, Майкопская ОС, ВТИСП, Волгоградская ОС и НБП «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», и Донецка.

Таблица 1. Происхождение изученных образцов кориандра
Table 1. Origin of the studied coriander accessions

№	Страна происхождения	№ каталога	№	Страна происхождения	№ каталога
1	Абхазия	к-40, к-58, к-115, к-162, к-205, к-253, к-341, к-348, к-388, к-389, к-420, к-424, вр.378, вр.538, вр.559, вр.653, вр.891	26	Канада	к-25, к-39, к-141, вр.923
2	Австралия	к-319	27	Киргизия	к-161, к-175, к-197
3	Австрия	вр.907	28	Китай	к-14, к-15, к-17, к-410, к-456, вр.929
4	Азербайджан	к-6, к-51, к-52, к-79, к-174, к-180, к-182, к-188, к-217, к-218, к-306, к-354, вр.714, вр.757	29	Коста-Рика	вр.667
5	Алжир	к-105, к-106, вр.910	30	Куба	к-437
6	Аргентина	к-366, вр.937	31	Лаос	к-417
7	Армения	к-59, к-60, к-147, к-156, к-195, к-196, к-201, к-212, вр. 916	32	Литва	к-128
8	Афганистан	вр.900	33	Мадагаскар	к-283
9	Бангладеш	к-282	34	Марокко	к-404
10	Беларусь	к-100	35	Мексика	к-402, к-408, к-411, вр.461
11	Бирма	к-328	36	Монголия	к-35
12	Боливия	к-349	37	Нидерланды	к-281, к-295
13	Бразилия	к-409	38	Перу	к-291
14	Вьетнам	к-343, к-346	39	Польша	вр.475
15	Гана	к-320	40	Португалия	к-289, вр.459, вр.489, вр.861
16	Германия	к-12, вр.705, вр.708	41	Сомали	к-179, к-271
17	Грузия	к-1, к-7, к-53, к-63, к-65, к-132, к-158, к-202, к-252, к-274, к-305, к-309, к-310, к-311, к-318, к-329, к-361, к-405, к-415, к-427, к-446, вр.233, вр.329, вр.333, вр.336, вр.341, вр.548, вр.549, вр.553, вр.555, вр.591, вр.617, вр.623, вр.922, вр.936	42	Россия	к-9, к-87, к-88, к-98, к-126, к-145, к-185, к-186, к-245, к-334, к-336, к-350, к-429, вр.357, вр.636, вр.663, вр.878, вр.887, вр.902, вр.909, вр.917, вр.918, вр.934, вр.939, вр.940
18	Дания	к-303	43	США	к-32, к-55
19	Египет	к-436, вр. 674	44	Таджикистан	вр.753, вр.756, вр.932
20	Индия	к-28, к-82, к-265, к-355, к-358, к-406, вр.580, вр.938	45	Туркмения	к-393
21	Ирак	к-37, к-38, к-223	46	Турция	вр.498
22	Иран	к-93	47	Узбекистан	к-50, к-209, к-332, к-333, к-338, к-340, к-364, к-382, к-383, к-384, к-385, к-414, к-416, к-420, вр.935
23	Испания	к-454, вр.841	48	Чехословакия	к-447, вр.931
24	Италия	вр.490	49	Эфиопия	к-96, к-297, вр.838, вр.840
25	Казахстан	к-187, к-210, к-247, к-352, к-353, вр.926, вр. 933	50	Югославия	к-11

Биохимический анализ

Количество эфирного масла определяли в семенах методом гидродистилляции на аппарате Гинзберга [10]. Содержание эфирного масла (%) вычисляли на сухое вещество по формуле:

$$X = a / n,$$

где: а – масса эфирного масла;

н – масса навески, г.

Компонентный состав эфирных масел определяли на газовом хроматографе Agilent Technologies 6850 с квадрупольным масс-селективным детектором (Agilent 5975B VL MSD, США). Эфирное масло каждого образца смешивали с хлороформом в соотношении 1:20 (масс.:об.). Эфирные масла (1 мкл) разделяли с помощью капиллярной колонки HP-MS (5% фенил 95% метилполисилоксан, 30,0 мкм, 250,00 мкм, 0,25 мкм) на газовом хроматографе. Условия анализа: расход инертного газа в колонке 1,3 мл/мин; температурная программа от +50°C до +230°C со скоростью нагрева 6°C/мин; температура испарителя +300°C, соотношение разделения потока 1:20. Регистрацию масс спектрометров, идентификацию, расчет содержания отдельных компонентов проводили в соответствии с работой Perchuk, I.N. et al. (2023) [11]. Массовую долю компонентов в образце определяли методом процентной нормировки с использованием программного обеспечения UniChrom (ООО "Новые аналитические системы", Беларусь, www.unichrom.com).

Статистический анализ

Полученные данные проанализированы с помощью программы STATISTICA v.12.0 (StatSoftInc., США). Средние значения данных сравнивали с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Для выявления выделившихся образцов использовали критерий достоверной значимой разницы Тьюки (HSD – Honestly significant difference Tukey) и HCP₀₅ [12].

Результаты и обсуждение

Изученные образцы семян относились к разным эколого-географическим группам, большая часть из которых являлись местными популяциями. Образцы из Кавказского региона составляли более трети (36,5%). Эфирное масло получали из зрелых плодов кориандра. Массовая доля влаги в исходных образцах составила 6,13%.

Таблица 2. Компонентный состав эфирного масла плодов *C. sativum*
Table 2. Component composition of essential oil of *C. sativum* fruits

№	Компоненты	t _{удерж.}	Среднее	Мин-Макс	% образцов	№	Компоненты	t _{удерж.}	Среднее	Мин-Макс	% образцов
1	Гексанал	5,51	0,01±0,02	0,00-0,18	84	34	Борнеол	12,09	0,49±0,80	0,00-6,19	86
2	Трициклен	5,99	0,02±0,02	0,00-0,13*	83	35	L-4- терpineол	12,34	0,21±0,11	0,02-0,59	94
3	α-Туйене	6,12	0,06±0,04	0,00-0,23	92	36	p-Цимен-8-ол	12,51	0,02±0,01	0,00-0,09*	85
4	α-Пинен	6,31	5,41±2,75	0,28-14,56	100	37	α-Терpineол	12,65	0,30±0,14	0,02-0,64*	95
5	Камfen	6,62	0,67±0,56	0,00-4,01*	98	38	Миртенол	12,78	0,04±0,07	0,00-0,87*	90
6	Сабинен	7,23	0,35±0,17	0,02-1,11*	95	39	p-Деканал	12,97	0,08±0,09	0,00-0,62	91
7	β-Пинен	7,30	0,54±0,26	0,03-1,76*	99	40	L-Вербенон	13,10	0,02±0,06	0,00-0,71*	87
8	β-Мирцен	7,67	0,66±0,39	0,03-2,63*	100	41	транс-Карвеол	13,28	0,02±0,04	0,01-0,29	20
9	Октанал	7,97	0,01±0,01	0,00-0,07	63	42	β-Цитронеллол	13,49	0,14±0,26	0,01-2,51*	92
10	α-Фелландрен	7,98	0,02±0,01	0,00-0,06	92	43	β-Цитраль	13,81	0,02±0,02	0,00-0,20	88
11	δ-3-Карен	8,13	0,01±0,00	0,00-0,03	90	44	Карвон	13,89	0,03±0,06	0,00-0,54*	86
12	α-Терпинен	8,29	0,05±0,03	0,00-0,18	92	45	Гераниол	14,16	1,54±0,76	0,00-4,53	94
13	p-Цимен	8,51	2,94±2,32	0,07-17,11	100	46	(Z)-2-Деценал	14,28	0,11±0,14	0,01-1,34*	88
14	Лимонен	8,62	2,07±1,26	0,03-8,02*	100	47	(2E)-2-Децен-1-ол	14,44	0,01±0,02	0,00-0,15	53
15	Цинеол	8,67	0,04±0,02	0,00-0,09*	86	48	α-Цитраль	14,49	0,05±0,04	0,01-0,28	91
16	β-транс-Оцимен	8,83	0,03±0,02	0,00-0,09	92	49	Анетол	14,87	0,02±0,02	0,00-0,14*	83
17	β-Оцимен	9,10	0,02±0,01	0,01-0,06	92	50	p-Цимен-3-ол	15,01	0,02±0,03	0,00-0,13	79
18	γ-Терпинен	9,43	5,59±2,82	0,06-13,43	100	51	транс-Пинокарвил ацетат	15,17	0,03±0,07	0,00-0,39	16
19	Терpineол	9,57	0,07±0,03	0,01-0,15	92	52	Карвакрол	15,20	0,02±0,01	0,00-0,08	64
20	Цис-линалопоксид	9,68	0,23±0,09	0,06-0,54	24	53	p-ундеканаль	15,31	0,06±0,09	0,00-0,87*	91
21	Цис-ρ-мента-2,8-диенол	9,95	0,05±0,07	0,01-0,17	2	54	Метилгеранат	15,69	0,02±0,04	0,00-0,44*	84
22	Камfenон	10,09	0,26±0,21	0,07-0,44	2	55	Миртенилацетат	15,75	0,11±0,17	0,00-2,35*	92
23	Терпинолен	10,11	0,53±0,28	0,05-1,60*	96	56	Цитронеллолацетат	16,33	0,07±0,34	0,00-4,52*	91
24	β-Линалоол	10,79	68,23±10,78	17,44-96,25*	100	57	Нерол ацетат	16,57	0,06±0,03	0,01-0,42*	92
25	α-Камфоленал	11,02	0,05±0,09	0,02-0,59*	17	58	Гераниол ацетат	17,07	5,16±3,95	0,06-52,54*	100
26	Пинокарвеол	11,37	0,07±0,22	0,01-0,94	9	59	p-Додеканал	17,53	0,06±0,47	0,00-6,32*	85
27	Норинон	11,43	0,02±0,09	0,00-0,94*	50	60	β-Карифиллен	17,86	0,09±0,07	0,00-0,45	90
28	Изопинокарвеол	11,45	0,02±0,01	0,00-0,03	4	61	α-Карифиллен	18,56	0,01±0,01	0,00-0,11*	73
29	Цис-вербенол	11,49	1,92±1,81	0,01-5,01	4	62	p-Ундеканол	18,75	0,11±0,38	0,00-4,27*	72
30	Камфора	11,51	3,82±2,14	0,01-10,08*	93	63	Тридеканал	19,62	0,02±0,03	0,00-0,14	12
31	Гераниол бутират	11,60	5,34±2,78	1,42-8,23	3	64	Карифиллен оксид	21,17	0,03±0,10	0,00-0,55	15
32	Цитронеллаль	11,74	0,09±0,11	0,01-1,22	91	65	Каротол	21,43	0,02±0,06	0,00-0,29	10
33	Пинокарвон	12,01	0,08±0,34	0,00-4,26*	87	66	2-Додеценал	22,73	0,03±0,06	0,00-0,60*	71
Массовая доля эфирного масла, %									1,01±0,56	0,10-3,00	

*Различия между образцами значимы при p < 0,05 (Tukey's HSD test)

Полученные эфирные масла плодов *C. sativum* с помощью гидродистилляции были прозрачными светло-желтого цвета. Количество эфирного масла в плодах варьировало в пределах 0,10-3,00% и в среднем составило 1,01% (табл. 2). Наблюдаемые выходы ЭМ сопоставимы с выходами, описанными в другими исследователями [5,13]. Высокое содержание ЭМ (свыше 1,5%) характерно в основном для 24 позднеспелых и среднеспелых образцов, репродуцированных на Адлерской ОС, Екатерининской ОС, Майкопской ОС, Крымской ОС и ВТИСП (Москва), и для восьми скороспелых образцов – на Дагестанской ОС и Волгоградской ОС. В частности, местные образцы из Абхазии (к-162, к-348), Грузии (к-252, к-310, к-415, вр. 341, вр.617, вр.623), Узбекистана (к-338, к-416) и селекционных сортов из России Алексеевский 190 (вр.940), Алексеевский 413 (вр.939), без названия (к-350) и Германии (к-12) имели стабильно высокое содержание ЭМ (2,0–3,0%), что вероятно связано с благоприятными агроклиматическими условиями зон репродукции. Скороспельные и среднеранние образцы (48 образцов) из стран Европы (Дания, Литва, Нидерланды Португалия), Азии (Бангладеш, Бирма, Вьетнам, Индия, Ирак, Китай) и Америки (Аргентина, Боливия, Бразилия, Канада, Мексика, США), напротив, в основном имели низкое содержание ЭМ (0,1–1,3%), особенно репродуцированные во ВТИСП (Москва). Среднеспельные и позднеспельные местные образцы (58 обр.) из Азербайджана, Армении, Грузии, Казахстана, Китая, Узбекистана и России, репродуцированные в Донецке, на Майкопской ОС, Екатерининской ОС и Екатерининской ОС характеризовались также низким выходом ЭМ – от 0,30 до 1,32%.

Выявленна значительная изменчивость содержания ЭМ в разные годы репродукции. Минимальное содержание отмечено в образцах 2007 года репродукции (0,53%), а максимальное – 2016 года (1,62%) (рисунок 1а). Показано увеличение выхода масла у образцов в отдельные годы, в частности в 2008, 2015 и 2016 годах, что, вероятно, связано с влиянием погодных условий конкретного года, что также отмечалось в работе Orav et al. (2011) [14]. Наибольшее содержание ЭМ выявлено в семенах, полученных на Адлерской ОС (2,88%), что значительно выше, чем в других регионах. Это может быть связано с благоприятными клима-

тическими условиями региона (высокая влажность, мягкий климат) (рис. 1б). Таким образом, для стабильного получения высокого выхода эфирного масла необходимо учитывать агроклиматические особенности региона и погодные условия года репродукции.

Как показывает анализ литературных данных, компонентный состав эфирного масла *C. sativum* достаточно изучен [5,15,16]. Вместе с тем известно, что качественный и количественный состав эфирных масел зависит от многих факторов, таких как сортовые различия и условия произрастания, технологии производства и хранения растительного сырья и т. п. [17,18].

Эфирное масло плодов кориандра обладает сложным и разнообразным химическим составом. В результате идентифицировано 66 соединений различной химической природы, в количестве более 0,1% от цельного масла выделено 24 вещества (табл. 1). Состав ЭМ в основном представлен монотерпенами (26%) и терпеновыми спиртами (30%). Основные компоненты – линалоол (68,2%), γ-терпинен (5,6%), α-пинен (5,4%), геранил бутират (5,3%), геранил ацетат (5,2%) и камфора (3,8%). Все образцы в составе эфирного масла имели α-пинен (0,28-14,56%), β-мирцен (0,03-2,63%), p-цимен (0,07-17,11%), лимонен (0,03-8,02%), γ-терпинен (0,06-13,43%), β-линалоол (17,44-96,25%) и геранилацетат (0,06-52,54%). Такие соединения как цис-р-мент-2,8-диенол, камфенон, изопинокарвеол, цис-вербенол и гераниол бутират встречались у единичных образцов.

Анализ данных показал, что содержание ключевых компонентов ЭМ существенно варьирует в зависимости от места и года репродукции (рис. 2). Основным доминирующим компонентом во всех образцах является β-линалоол (17,4–96,2%), причем его максимальное содержание (более 85%) характерно для среднеспелых и позднеспелых сортов из Узбекистана (к-333, к-382, к-383, к-384, к-385), Азербайджана (к-174, к-354), Абхазии (к-388, к-389), Казахстана (к-353) и Китая (к-410), выращенных на Майкопской ОС и Крымской ОС и для скороспелых образцов из Индии (к-355, к-358), Аргентины (к-366) и Марокко (к-404), репродуцированных во ВТИСП (Москва). Содержание β-линалоола изменялось в широких пределах, что согласуется с работами других исследователей [15,19,20].

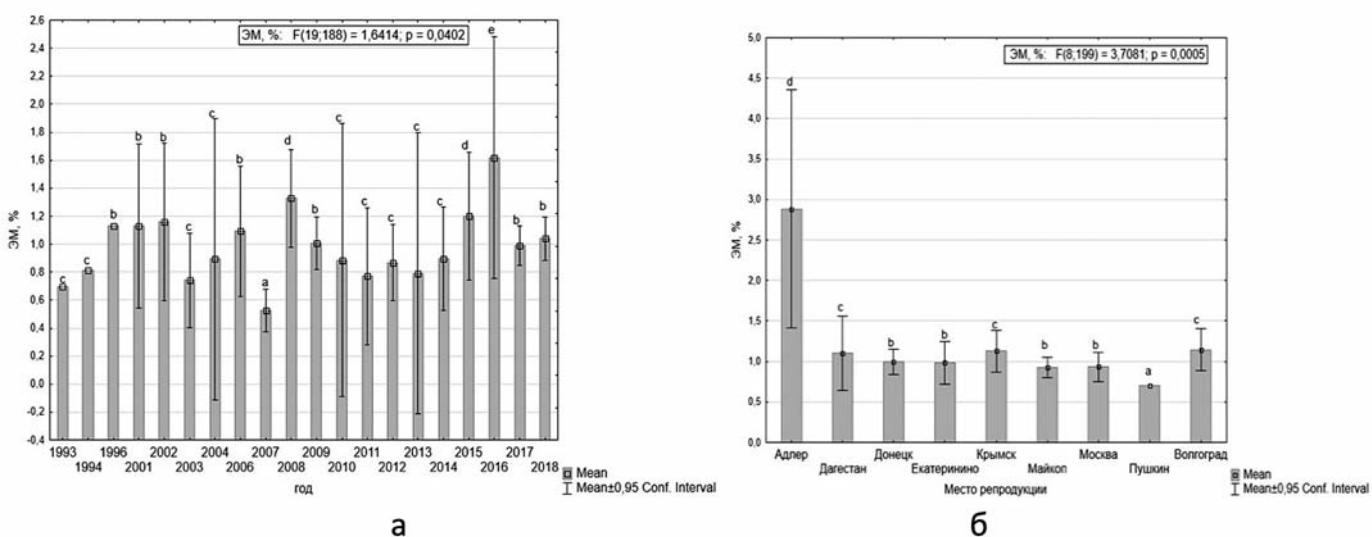


Рис. 1. Изменчивость содержания ЭМ в плодах кориандра в зависимости от года (а) и места репродукции (б).

a-dЗначения с разным надстрочным индексом существенно различались при $p<0,05$ (Tukey's HSD test).

Fig. 1. Variability of EO content in coriander fruits depending on the year (a) and place of reproduction (b).

a-dValues with different superscripts differed significantly at $p<0.05$ (Tukey's HSD test).

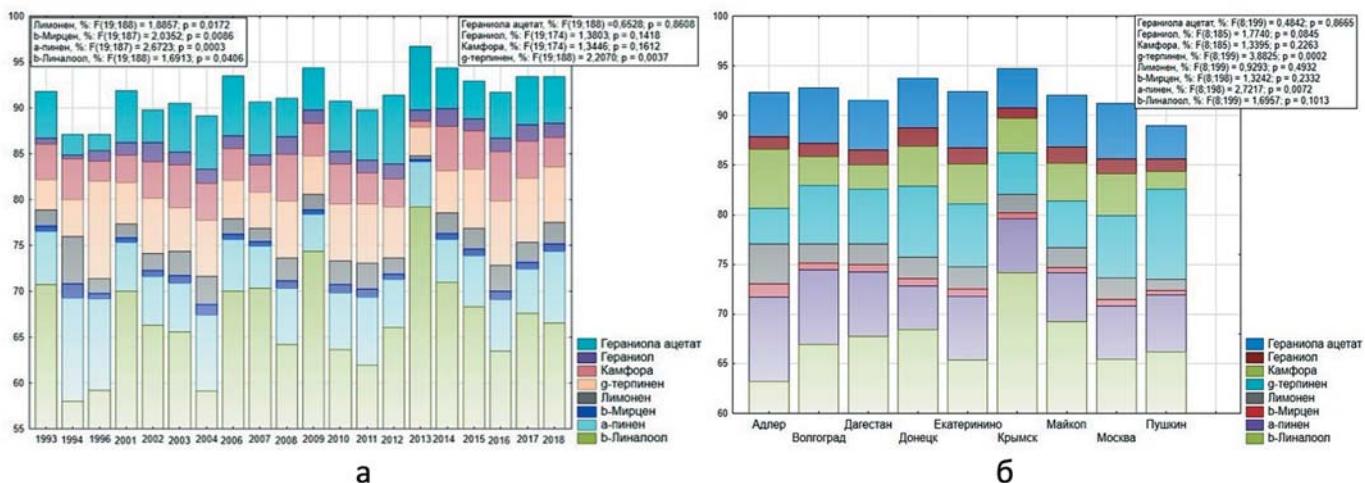


Рис. 2. Изменчивость основных компонентов эфирного масла плодов кориандра

в зависимости от года (а) и места размножения (б)

Fig. 2. Variability of the main components of the essential oil of coriander fruits depending on the year (a) and place of reproduction (b)

По требованиям ГОСТ ISO 3516 (2018) [21] и международных стандартов ISO 3516 (1997) [22] в состав эфирного масла плодов кориандра должны входить следующие основные компоненты: α -пинен (3–7%), мирцен (0,5–1,5%), лимонен (2–5%), γ -терпинен (2–7%), β -линалоол (65–78%), камфора (4–6%), α -терpineол (0,5–1,5%), гераниол (0,5–3,0%), геранилацетат (1,0–3,5%). Согласно этому требованию содержание β -линалоола 65–78% в исследовании отвечали 40% от всех изученных образцов. Следует отметить, что образец из Индии (к-406) накапливал минимальное количество β -линалоола – 17,4%, у данного образца преобладающим компонентом ЭМ был геранил ацетат – 52,5%.

При сравнении полученных данных со стандартом (ГОСТ ISO 3516 – 2018), можно сказать, что не все эфирные масла соответствуют данному стандарту по качеству. В эфирном масле встречаются нежелательные компоненты, которые ухудшают органолептическую оценку продукта – камфора (0,01-10,08%) и борнеол (0,00-6,19%). За счет увеличения содержания камфоры до 5-6% появляется хвойный запах разных оттенков. Другими соединениями, негативно влияющими на запах масла, являются терпеновые углеводороды, в частности α -пинен, являющийся главным компонентом живичного скипидара. Присутствуют в заметных количествах и другие углеводороды с похожим запахом: γ -терпинен, камfen, лимонен, мирцен, сабинен, а также ароматический углеводород р-цимлен [23].

В исследовании 109 образцов соответствовало ГОСТ по содержанию α -пинена (52,4%), β -мирцена – 126 образцов (60,5%), лимонена – 98 (47,1%), γ -терпинена – 117 (56,3%), β -линалоола – 83 (40,0%), камфоры – 63 (30,3%), α -терпениола – 10 (6,3%), гераниола – 178 (91,7%), геранил ацетата – 40 (19,2%).

Таким образом, среди изученного материала наибольшую коммерческую ценность представляют образцы из Абхазии (к-424, вр.538), Грузии (вр.336) и России (вр.939, Алексеевский 413), которые характеризуются сбалансированным химическим профилем и соответствуют стандартам на ЭМ кориандра.

Заключение

Проведенное исследование компонентного состава эфирного масла плодов *Coriandrum sativum* L. из мировой коллекции ВИР выявило значительную вариабельность как по количественному выходу масла, так и по его качественному составу, которая обусловлена как генетическими факторами, так и условиями места репродукции. Выход ЭМ варьировал в широких пределах (0,10–3,00%) и в среднем составлял 1,01%.

Установлено, что высокое содержание ЭМ (более 1,5%) характерно для позднеспелых и среднеспелых образцов из Абхазии, Грузии, России и Узбекистана, репродуцированных на Адлерской ОС, Екатерининской ОС, Майкопской ОС, Крымской ОС и ВТИСП (Москва), и для скороспелых образцов из Абхазии, Германии, Беларуси, Грузии – на Дагестанской ОС и Волгоградской ОС. Идентифицировано 66 соединений, 24 из которых присутствовали в количестве более 0,1%. Установлено, что доминирующим компонентом во всех изученных образцах является β -линалоол (17,4–96,2%), однако его содержание, как и концентрация других ключевых компонентов (α -пинена, γ -терпинена, камфоры, геранилацетата), значительно варьирует в зависимости от места и года репродукции.

Только 40% изученных образцов соответствовали стандарту по содержанию β -линалоола, наличие нежелательных компонентов у части образцов указывает на необходимость строгого отбора сырья. Выделены образцы кориандра с сбалансированным химическим профилем и соответствующие стандартам на ЭМ кориандра – образцы из Абхазии (к-424, вр.538), Грузии (вр.336) и России (вр.939, Алексеевский 413).

Таким образом, для получения качественного ЭМ кориандра с целевым компонентным профилем необходимо учитывать, как генетические особенности, так и агроклиматические условия.

• Литература

- 1.Uitterhaegen E., Nguyen Q.H., Sampaio K.A., Stevens C.V., Merah O., Talou T., Rigal L., Evon P. Extraction of Coriander Oil Using Twin-Screw Extrusion: Feasibility Study and Potential Press Cake Applications. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* 2015;92:1219–1233. <https://doi.org/10.1007/s11746-015-2678-4>
2. Kačániová M., Galovičová L., Ivanišová E., Vukovic N.L., Štefániková J., Valková V., Borotová P., Žiarovská J., Terentjeva M., Felšöciova S. et al. Antioxidant, Antimicrobial and Antibiofilm Activity of Coriander (*Coriandrum sativum* L.) Essential Oil for Its Application in Foods. *Foods.* 2020;9(3):282. <https://doi.org/10.3390/foods9030282>
3. Ghazanfari N., Mortazavi S.A., Yazdi F.T., Mohammadi M. Microwave-assisted hydrodistillation extraction of essential oil from coriander seeds and evaluation of their composition, antioxidant and antimicrobial activity. *Heliyon.* 2020;6:e04893. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04893>
4. Uitterhaegen E., Sampaio K., Delbeke E., De Greet W., Černy M., Evon P., Merah O., Talou T., Stevens C. Characterization of French Coriander Oil as Source of Petroselinic Acid. *Molecules.* 2016;21(9):1202. <https://doi.org/10.3390/molecules21091202>
5. Невкрытая Н.В., Кривда С.И., Золотилова О.М., Золотилов В.А., Бабанина С.С., Аметова Э.Д., Марченко М.П., Новиков И.А., Дроботова Е.Н., Кривчик Н.С., Скипор О.Б. Специализированные коллекции эфиромасличных культур ФГБУН «НИИСХ Крыма». Кориандр посевной *Coriandrum sativum* L., фенхель обыкновенный *Foeniculum vulgare* Mill. Методические рекомендации по селекции и семеноводству эфиромасличных культур семейства Сельдерейные *Apiaceae* L. / под ред. Н.В. Невкрытый. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2022. 200 с. <https://www.elibrary.ru/wlwhjx>
6. Pavlić B., Vidović S., Vladić J., Radosavljević R., Zeković Z. Isolation of coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil by green extractions versus traditional techniques. *J. Supercrit. Fluids.* 2015;99:23–28. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2015.01.029>
7. Mahleyuddin N.N., Moshawih S., Ming L.C., Zulkifly H.H., Kifli N., Loy M.J., Sarker M.M.R., Al-Worafi Y.M., Goh B.H., Thuraisingam S., Goh H.P. *Coriandrum sativum* L.: A Review on Ethnopharmacology, Phytochemistry, and Cardiovascular Benefits. *Molecules.* 2021;27(1):209. <https://doi.org/10.3390/molecules27010209>
8. Benyoussif E.H., Saibi S. Influence of essential oil composition on water distillation kinetics. *Flavour Fragr. J.* 2013;28:300–308. <https://doi.org/10.1002/ffj.3169>
9. Laribi B., Kouki K., M'Hamdi M., Bettaieb T. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) and its bioactive constituents. *Fitoterapia.* 2015;103:9–26. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2015.03.012>
10. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.А., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимических исследований. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
11. Perchuk I.N., Shelenga T.V., Burlyaeva M.O. The Effect of Illumination Patterns during Mung Bean Seed Germination on the Metabolite Composition of the Sprouts. *Plants.* 2023;12(21):3772. <https://doi.org/10.3390/plants12213772>
12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. СПб.: Речь, 2012. 392 с.
13. Sriti J., Wannes W.A., Talou T., Vilarem G., Marzouk B. Chemical composition and antioxidant activities of Tunisian and Canadian coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruit. *Journal of Essential Oil Research.* 2011;23:7–15.
14. Orav A., Arak E., Raal A. Essential oil composition of *Coriandrum sativum* L. fruits from different countries. *J. Essent. Oil Bear. Plants.* 2011;14:118–123. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2011.10643910>
15. Al-Khayri J.M., Banadka A., Nandhini M., Nagella P., Al-Mssallem M.Q., Alessa F.M. Essential Oil from *Coriandrum sativum*: A review on Its Phytochemistry and Biological Activity. *Molecules.* 2023;28(2):696. <https://doi.org/10.3390/molecules28020696>
16. Machado A.M., Lopes V., Barata A.M., Póvoa O., Farinha N., Figueiredo A.C. Chemical Variability of the Essential Oils from Two Portuguese Apiaceae: *Coriandrum sativum* L. and *Foeniculum vulgare* Mill. *Plants (Basel).* 2023;12(14):2749. <https://doi.org/10.3390/plants12142749>
17. Gil A., De La Fuente E.B., Lenardis A.E., López Pereira M., Suárez S.A., Bandoni A., Van Baren C., Di Leo Lira P., Ghersa C.M. Coriander essential oil composition from two genotypes grown in different environmental conditions. *J. Agric. Food Chem.* 2002;50:2870–2877. <https://doi.org/10.1021/jf0111281>
18. Koválenko Н.А., Супиченко Г.Н., Леонтьев В.Н., Шутова А.Г., Ключник О.К. Идентификация и определение optически активных компонентов эфирного масла *Coriandrum sativum* L. Труды БГТУ. Сер. 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2009;1(4):183–187. <https://www.elibrary.ru/soccfx>
19. Зыкова И.Д., Путинцева А.А., Ефремов А.А. Компонентный состав эфирного масла плодов *Coriandrum sativum*, произрастающего в сибирском регионе. Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2014;7:117–119. <https://www.elibrary.ru/tqpzcr>
20. Talebi S.M., Naser A., Ghorbanpour M. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils in different populations of *Coriandrum sativum* L. (coriander) from Iran and Iraq. *Food Sci Nutr.* 2024;12(6):3872–3882. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4047>
21. ГОСТ ISO 3516-2018. Масло эфирное из плодов кориандра (*Coriandrum sativum* L.). Технические условия. 12 с.
22. Oil of coriander fruits: ISO 3516:1997(E) [Электронный ресурс]. 2009. Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/8885.html> (дата обращения: 16.02.2024).
23. Мустафаев С.К., Пелипенко Т.В., Усов А.П., Калиенко Е.А. Выход и состав эфирного масла из расколотых плодов кориандра. Политехнический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016;118:827–839. <https://www.elibrary.ru/vwptmp>

• References

5. Nevkrytaya N.V., Krivda S.I., Zolotilova O.M., Zolotilov V.A., Babanina S.S., Ametova E.D., Marchenko M.P., Novikov I.A., Drobottova E.N., Krivchik N.S., Skipor O.B. Specialized collections of essential oil crops of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Research Institute of Agriculture of Crimea". *Coriandrum sativum* L., common fennel *Foeniculum vulgare* Mill. Guidelines for the selection and seed production of essential oil crops of the celery family *Apiaceae* L. / edited by N.V. Nevkryta. Simferopol: IT "ARIAL", 2022. 200 p. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/wlwhjx>
10. Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P., Peruvian Yu. A., Lukovnikova G. A., Ikonnikova M. I. Methods of biochemical research. L.: Agropromizdat, 1987. 430 p. (In Russ.)
12. Nasledov A.D. Mathematical methods of psychological research. Analysis and interpretation of data. St. Petersburg: Rech, 2012. 392 p. (In Russ.)
18. Koválenko Н.А., Супиченко Г.Н., Леонтьев В.Н., Шутова А.Г., Ключник О.К. Identification and determination of optically active components of the essential oil of *Coriandrum sativum* L. Proceedings of BSTU. Ser. 2: Chemical technologies, biotechnology, geoecology. 2009;1(4):183–187. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/soccfx>
19. Zykova I. D., Putintseva A. A., Efremov A. A. Component composition of the essential oil of *Coriandrum sativum* fruits growing in the Siberian region. Siberian Medical Journal (Irkutsk). 2014;7:117–119. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/tqpzcr>
21. GOST ISO 3516-2018. Essential oil from coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits. Specifications. 12 p. (In Russ.)
23. Mustafaev S.K., Pelipenko T.V., Usov A.P., Kalienko E.A. Yield and composition of essential oil from split coriander fruits. Polythematic online electronic scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2016;118:827–839. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/vwptmp>

Об авторах:

Анастасия Борисовна Курина – кандидат биол. наук, старший научный сотрудник, и.о. зав. лаборатории селекции и клеточных технологий, <https://orcid.org/0000-0002-3197-4751>, SPIN-код: 6658-2040, автор для переписки, nastya_n11@mail.ru

Татьяна Васильевна Шеленга – кандидат биол. наук, ведущий научный сотрудник отдела биохимии и молекулярной биологии, <https://orcid.org/0000-0003-3992-5353>, SPIN-код: 3654-5416

Татьяна Владимировна Хмелинская – кандидат биол. наук, старший научный сотрудник отдела ГР овощных и бахчевых культур, <https://orcid.org/0000-0001-5425-1268>

Алла Евгеньевна Соловьева – кандидат биол. наук, старший научный сотрудник отдела биохимии и молекулярной биологии, <https://orcid.org/0000-0002-6201-4294>, SPIN-код: 1754-4144

About the Authors:

Anastasia B. Kurina – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Head of the Laboratory of Breeding and Cell Technologies, <https://orcid.org/0000-0002-3197-4751>, SPIN-code: 6658-2040, Corresponding Author, nastya_n11@mail.ru

Tatyana V. Shelenga – Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Department of Biochemistry and Molecular Biology, <https://orcid.org/0000-0003-3992-5353>, SPIN-code: 3654-5416

Tatyana V. Khmelinskaya – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Department of Genetic Resources of Vegetable and Cucurbit Crops, <https://orcid.org/0000-0001-5425-1268>

Alla E. Solovyeva – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Department of Biochemistry and Molecular Biology, <https://orcid.org/0000-0002-6201-4294>, SPIN-code: 1754-4144

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-73-79>
УДК 635.345-02:631.563.6

Е.В. Янченко^{1*}, М.Ю. Маркарова²,
М.И. Иванова¹

¹Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО) 140153, Россия, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр. 500

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14

*Автор для переписки: elena_0881@mail.ru

Вклад авторов: Янченко Е.В.: концептуализация, методология, проведение всех этапов исследования, верификация данных, создание рукописи и её редактирование, формальный анализ. Маркарова М.Ю.: проведение микробиологических анализов, создание рукописи и редактирование её. Иванова М.И.: руководство исследованием, концептуализация, методология, редактирование рукописи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Авторы выражают благодарность фирме «Kimchic» (ИП Хегай Валерий Валентинович) г. Балашиха. (e-mail: ookimchic@gmail.com) за проведение на их базе ферментирования пекинской капусты, разработку рецептуры, консультирования на всех этапах.

Для цитирования: Янченко Е.В., Маркарова М.Ю., Иванова М.И. Сравнительная оценка гибридов капусты пекинской по качеству и пригодности к ферментации. *Овощи России*. 2025;(5):73-79. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-73-79>

Поступила в редакцию: 18.08.2025

Принята к печати: 24.09.2025

Опубликована: 28.10.2025

Elena V. Yanchenko^{1*}, Maria Yu. Markarova²,
Maria I. Ivanova¹,

¹All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Vegetable Center" p. 500, Vereya village, Ramensky district, Moscow region, 140153, Russia

²Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) 14, Selectsionnaya str., VNIISSSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072

*Correspondence: elena_0881@mail.ru

Authors' Contribution: Yanchenko E.V.: conceptualization, methodology, conducting all stages of research, data verification, manuscript creation and editing, formal analysis. Markarova M. Yu.: conducts microbiological analyses, creates the manuscript, and edits it. Ivanova M.I.: research management, conceptualization, methodology, manuscript editing.

Conflict of interest: The authors declare that there is not conflict of interest regarding the publication.

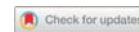
Acknowledgements: The authors express their gratitude to Kimchic LLC (IP Khegay Valeriy Valentinovich) Balashikha. (e-mail: ookimchic@gmail.com) for conducting the fermentation of Chinese cabbage on their premises, developing the recipe, and providing consulting services at all stages.

For citation: Yanchenko E.V., Markarova M.Yu. Ivanova M.I. Comparative evaluation of Peking cabbage hybrids in terms of quality and suitability for fermentation. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(5):73-79. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-73-79>

Received: 18.08.2025

Accepted for publication: 24.09.2025

Published: 28.10.2025



Сравнительная оценка гибридов капусты пекинской по качеству и пригодности к ферментации



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Рост популярности кимчи во всем мире связан с его полезными свойствами, специфическими вкусовыми качествами. Кимчи обладает антиоксидантным, противовоспалительным, противодиабетическим и иммуностимулирующим действием, обладает низкой калорийностью. В процессе его изготовления происходит молочнокислое брожение, качество которого зависит от изначального биохимического состава капусты пекинской. В конечном итоге от этого зависит и органолептическая характеристика готового продукта. Целью исследования была оценка пригодности для приготовления кимчи современных гибридов капусты пекинской.

Материал и методы. Изучали 9 кочанных гибридов капусты пекинской: F₁ Гидра, F₁ Ча-ча, F₁ Кудесница, F₁ Медалист, F₁ Маноко, F₁ Эмико, F₁ Мирако, F₁ Юки и F₁ Ника. Ферментацию проводили по традиционной рецептуре, оценку качества кимчи - по биохимическим показателям и органолептическим характеристикам, показатели ферментации по численности доминирующих групп бактериальной микробиоты.

Результаты. Через 28 суток ферментации содержание сахара в кимчи выровнялось во всех изученных гибридах, сухое вещество возрастало и составило в среднем 11,6 %, в гибридах F₁ Кудесница и F₁ Ника – 12,5 %. Содержание нитратов в кимчи не превышало ПДК. Наибольшее количество баллов по вкусовым характеристикам получили гибриды F₁ Медалист – 4,41 балл и F₁ Мирако – 4,37. Наименьший балл получил контрольный образец. Из испытанных гибридов пекинской капусты наиболее быстрый процесс ферментации происходит при использовании гибридов капусты пекинской F₁ Гидра, F₁ Медалист, F₁ Мирако, F₁ Юки. Самый медленный темп ферментации отмечен при использовании для приготовления кимчи гибридов F₁ Ника, F₁₉ Ча-ча, F₁ Эмико. Из изученных биохимических показателей глубина и скорость ферментации наилучшим образом коррелирует с содержанием в исходном сырье витамина С и сахаров.

Выводы. Для приготовления кимчи наиболее перспективны гибриды капусты пекинской F₁ Медалист, F₁ Ника, F₁ Кудесница и F₁ Мирако, отличающиеся высокими органолептическими свойствами, сохранностью витамина С. Кимчи, приготовленного из гибрида F₁ Медалист, пре-восходил по органолептическим показателям и уровню витамина С кимчи из других гибридов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

ферментация, овощи, капуста пекинская, гибриды, качество, микробиологический анализ, биохимический состав, безопасность

Comparative evaluation of Chinese cabbage hybrids in terms of quality and suitability for fermentation

ABSTRACT

Relevance. The growing popularity of kimchi worldwide is due to its beneficial properties and distinctive flavor. Kimchi has antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic, and immune-boosting properties, and is low in calories. During its production, lactic acid fermentation occurs, the quality of which depends on the initial biochemical composition of the leafy greens. Ultimately, this also influences the organoleptic characteristics of the finished product.

The aim of the study was to evaluate the suitability of modern Chinese cabbage hybrids for kimchi production.

Materials and Methods. Nine head Chinese cabbage hybrids were studied: F₁ Hydra, F₁ Cha-cha, F₁ Kudesnitsa, F₁ Medalist, F₁ Manoko, F₁ Emiko, F₁ Mirako, F₁ Yuki, and F₁ Nika. Fermentation was carried out according to a traditional recipe, and kimchi quality was assessed based on biochemical and organoleptic characteristics. Fermentation indicators were determined by the number of dominant bacterial microbiota groups.

Results. After 28 days of fermentation, the sugar content in kimchi leveled out in all the studied hybrids, dry matter increased and averaged 11.6%, in the F₁ Kudesnitsa and F₁ Nika hybrids – 12.5%. The nitrate content in kimchi did not exceed the MAC. The highest score for taste characteristics was received by the F₁ Medalist hybrids – 4.41 points and F₁ Mirako – 4.37. The control sample received the lowest score. Of the tested Chinese cabbage hybrids, the fastest fermentation process was observed with the F₁ Hydra, F₁ Medalist, F₁ Mirako, F₁ Yuki Chinese cabbage hybrids. The slowest fermentation rate was noted when using the F₁ Nika, F₁ Cha-cha, F₁ Emiko hybrids for kimchi preparation. Of the studied biochemical parameters, the depth and speed of fermentation best correlated with the content of vitamin C and sugars in the original raw material.

Conclusions. The most promising Chinese cabbage hybrids for kimchi production are F₁ Medalist, F₁ Nika, F₁ Kudesnitsa, and F₁ Mirako, distinguished by their high organoleptic properties and vitamin C retention. Kimchi made from the F₁ Medalist hybrid was superior in organoleptic properties and vitamin C levels to kimchi from other hybrids.

KEYWORDS:

fermentation, vegetables, Chinese cabbage, hybrids, quality, microbiological analysis, biochemical composition, safety

Введение

Кимчи – это традиционное корейское блюдо, которое пока не находит широкой популярности в русской кухне из-за специфических вкусовых характеристик и консистенции. Нам привычней использовать в рационе другие продукты натуральной закваски, такие, как квашеные капуста, помидоры, огурцы, чеснок, перец, дикий лук. Но интерес к блюдам восточной кухни постепенно растет, и кимчи не исключение [1].

Кимчи включен в список «Самых здоровых продуктов в мире» в 2006 году [2,3], что привело к быстрому росту его популярности и потребления [4], в том числе и потому, что после COVID-19 вырос интерес к продуктам, повышающим иммунитет [5]. Исследователи отмечают, что кимчи обладает противоопухолевым, антиоксидантным, противовоспалительным, противодиабетическим и иммуностимулирующим действием, а также регулирует уровень холестерина и липидов в сыворотке крови, нормализует микрофлору кишечника [6-8]. Потребление ферментированной пищи влияет на состояние микробиоты кишечника, а дисфункция кишечника может влиять на тяжесть течения COVID-19 [9-13].

Кимчи является низкокалорийным продуктом, так как его калорийность ниже 20 ккал/100 г. Для приготовления кимчи традиционно используется определенный набор ингредиентов, каждый из которых имеет свое назначение в процессе ферментации. Основной ингредиент – это *Brassica rapa* (капуста пекинская, китайская), из овощей также используют дайкон, морковь, чеснок, лук репчатый и зеленый. Специи представлены красным перцем, различными соусами (соевым, устричным и др.), солью, сахаром. Особое место в ферментации отведено рисовой муке [14]. Особенностью ферментации кимчи является необходимость поддержания низкой температуры при квашении, поскольку процессы брожения развиваются стремительно за счет богатого питательного субстрата.

Корейскими коллегами было установлено, что доминирующими бактериями в кимчи являются *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc citreum*, *Leuconostoc gelidum* и *Leuconostoc mesenteroides*. Другими идентифицированными видами были *Tetragenococcus* spp., *Pseudomonas* spp., *Weissella* spp. [15]. Численность бактериальной флоры закономерно претерпевает колебания от резкого всплеска до снижения за счет смены доминантов. При этом, основными численными характеристиками для доминирующих видов бактериальной флоры является $1 \times 10^{9-10}$, для дрожжей $1 \times 10^{4-7}$ КОЕ/1 г продукта.

В конечных этапах ферментации преобладает микроорганизм *Lactobacillus plantarum*, который является нежелательным, так как способен к кислотной порче готового продукта, именно из-за этого процесс ферментации проводят при температуре не выше 10°C, что кардинально сказывается на качестве готового продукта.

Ферментация традиционно проходит в несколько этапов, в процессе которых наблюдается смена микробных ассоциаций и образования агентов стимулирования/торможения процессов микробных фаз, таких, как органические кислоты и спирты, в частности уксусная и молочная, которые накапливаются по мере развития ферментации. Уксусная и молочная кислоты являются основными определяющими микробный состав кимчи. *Leuconostoc mesenteroides* хорошо развиваются в присутствии уксусной и молочной кислот. Яблочная кислота образуется в процессе яблочно-молочного брожения в присутствии бактерий рода *Lactobacillus* [16].

При подготовке и ферментации ингредиентов может происходить частичное заражение кимчи нежелательными микроорганизмами, что сказывается на качестве готового продукта, поэтому для ферментации иногда предлагается использовать закваски на основе специфичных к кимчи бактерий *Leuconostoc mesenteroides* для подавления роста другой микробиоты [17].

Поскольку биохимический состав капусты пекинской разных сортов и гибридов отличается по содержанию клетчатки, сахаров, микроэлементов, процессы ферментации могут идти с разной скоростью, разной направленностью, что в свою очередь отразится на вкусовых качествах конечного продукта [18].

Целью исследования была оценка пригодности для приготовления кимчи разных гибридов капусты пекинской.

Материалы и методы

Изучали 9 современных гибридов капусты пекинской: ультрараннего срока созревания F₁ Гидра и F₁ Ча-ча, раннеспелый F₁ Кудесница, F₁ Медалист, F₁ Маноко, F₁ Эмико, среднеранний F₁ Мирако, среднеспелый F₁ Юки и позднеспелый F₁ Ника. Выращивание проводили на опытном участке ВНИИО – филиале ФГБНУ ФНЦО, расположенным в центральной части Москворецкой поймы. Почва опытного участка относится к типу аллювиальных луговых насыщенных почв, среднесуглинистая, окультуренная, влагоемкая, имеет высокий уровень естественного плодородия. Все гибриды выращивали по общепринятой технологии в условиях Нечерноземной зоны РФ.

При оценке качества квашеных овощей руководствовались ГОСТ 34220-2017 «Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия» [19].

Ферментацию (квашение) капусты пекинской осуществляли по рецептуре:

на 20 кг капусты пекинской: соль 1,4 кг (после засолки капуста промывается от соли); дайкон – 2,5 кг; морковь – 0,6 кг; лук репчатый – 0,6 кг; лук зелёный – 0,4 кг; чеснок – 0,4 кг; анчоусный соус – 0,3 кг; острый перец молотый – 0,2 кг; паприка – 0,27 кг; имбирь – 0,050 кг; сахар – 0,24 кг; перец острый (прокрученный) – 0,4 кг; рисовая мука – 0,25 кг; вода – 1,5 л.

Производственный опыт по ферментированию проводили совместно с фирмой «Kimchic» (ИП Хегай Валерий Валентинович) г. Балашиха.

Содержание сухого вещества определяли по ГОСТ 28561-90 [20] путем высушивания навески при температуре 105°C до появления постоянной массы; витамина С – по ГОСТ 24556-89 [21] путем его экстрагирования раствором соляной кислоты с последующим визуальным титрованием; сахара – по ГОСТ 8756.13-87 [22], основанном на способности карбонильных групп сахаров восстанавливать в щелочной среде оксид меди (I) до оксида меди (II); нитратов – по ГОСТ 29270-95 [23] ионометрическим методом, определение общей (титруемой) кислотности по ГОСТ ISO 750-2013 [24], органолептическую оценку по ГОСТ 8756.1-2017 [25]. Органолептические показатели оценивали дегустацией по следующим показателям: внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция. В дегустации принимали участие сотрудники лаборатории капустных культур и лабораторно-аналитического отдела ФГБНУ ФНЦО и сотрудники ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО. Оценку численности молочнокислых микроорганизмов проводили по ГОСТ 33951-2016 [26].

Результаты исследований

Вкусовые характеристики конечного продукта из капусты пекинской зависят от её исходного биохимического состава. Различия между сортами и гибридами по содержанию клетчатки, сахаров и витамина С определяют разную скорость и направленность ферментативных процессов.

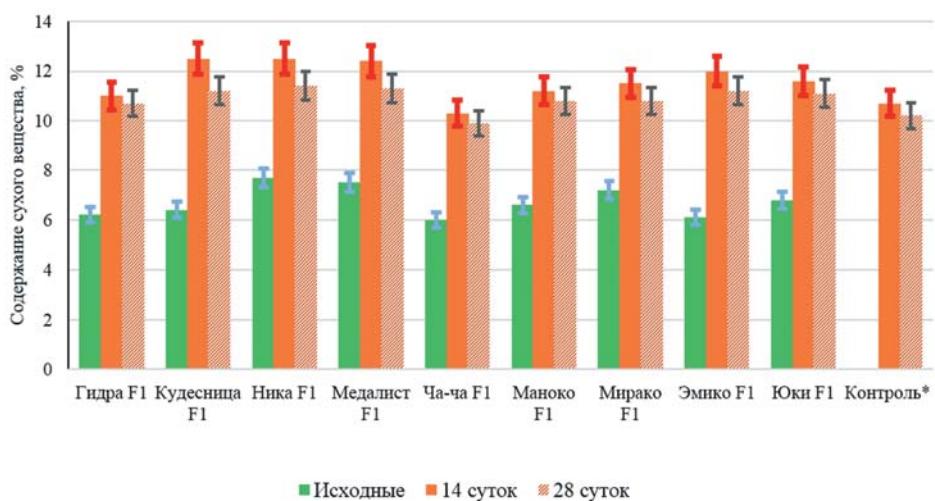
Биохимический состав капусты пекинской перед ферментацией различался в образцах разных гибридов: содержание сухого вещества варьировало от 6,0% (F_1 Чай-ча) до 7,7% (F_1 Ника) (рис. 1), витамина С – от 17,2 мг% (F_1 Эмико) до 24,1 мг% (F_1 Медалист) (рис. 2), сумма сахаров – от 2,37% (F_1 Маноко) до 3,35% (F_1 Медалист) (рис. 3). Содержание нитратов в кочанах отмечено на уровне 143,5–194,1 мг/кг (рис. 4), что в 10–14 раз ниже по сравнению с ПДК [28].

По мере ферментации биохимический состав изменялся. Содержание сухого вещества в кимчи в среднем было 11,6%, больше всего его накапливалось в гибридах F_1 Кудесница и F_1 Ника – 12,5% (рис. 1).

Витамин С легко разрушается во время приготовления пищи и обработки пищевых продуктов. Поэтому введение

в рацион ферментированных, не прошедших термическую обработку продуктов может иметь существенные преимущества. Наибольшее содержание витамина С в исходном сырье (капусте пекинской) было в гибридах F_1 Медалист (24,1 мг%), F_1 Гидра (21,6 мг%) и F_1 Ника. (23,0 мг%). Наименьшее отмечено в гибридах F_1 Юки (18,2 мг%) и Эмико (17,2 мг%). По мере прохождения ферментации отмечено снижение значения витамина С по сравнению с показателями в 2–3 раза.

Наибольшая сумма сахаров характерна для исходного сырья гибридов F_1 Медалист (3,35%), F_1 Кудесница (3,30%) и F_1 Ника (3,27%). В процессе ферментации вследствие разложения простых и сложных углеводов образуются органические кислоты, в результате получается уникальный свежий кислый вкус. На 14 сутки сумма сахаров у всех образцов уменьшилась в среднем на 37%, лидерами по содержанию сахаров еще оставались гибрид F_1 Медалист (2,4%), F_1 Кудесница (2,48%) и F_1 Ника (2,87%). На 28 сутки показатель везде снизился, содержание сахаров в кимчи практически выровнялось во всех изученных гибридах (рис. 3).



*В качестве контроля применялся образец, приготовленный в промышленных условиях и продаваемый в продовольственных магазинах

Рис. 1. Содержание сухого вещества в сырье и в ферментированном продукте кимчи, приготовленном из современных гибридов пекинской капусты на 14 и 28 сутки ферментации

Fig. 1. Dry matter in raw materials and in the fermented kimchi product made from modern Beijing cabbage hybrids on days 14 and 28 of fermentation

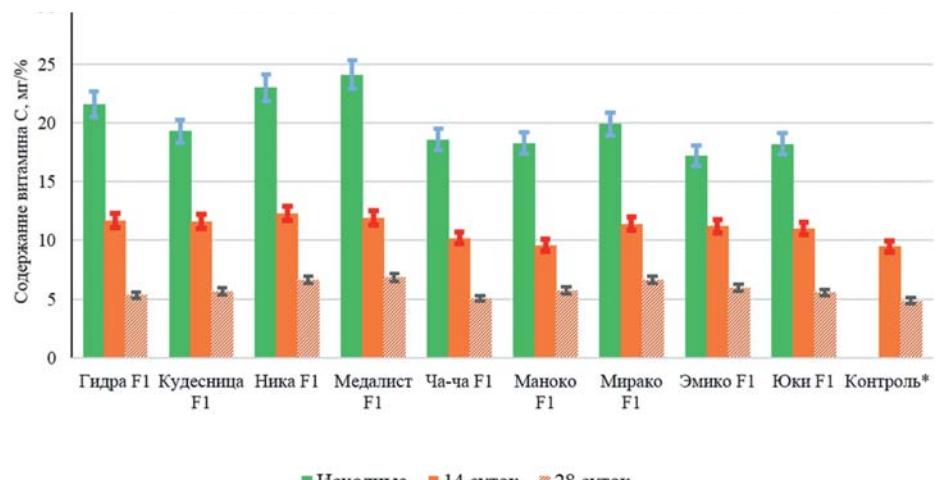


Рис. 2. Содержание витамина С в сырье и в ферментированном продукте кимчи, приготовленном из современных гибридов пекинской капусты на 14 и 28 сутки ферментации

Fig. 2. Vitamin C content in raw materials and in the fermented kimchi product made from modern Beijing cabbage hybrids on days 14 and 28 of fermentation

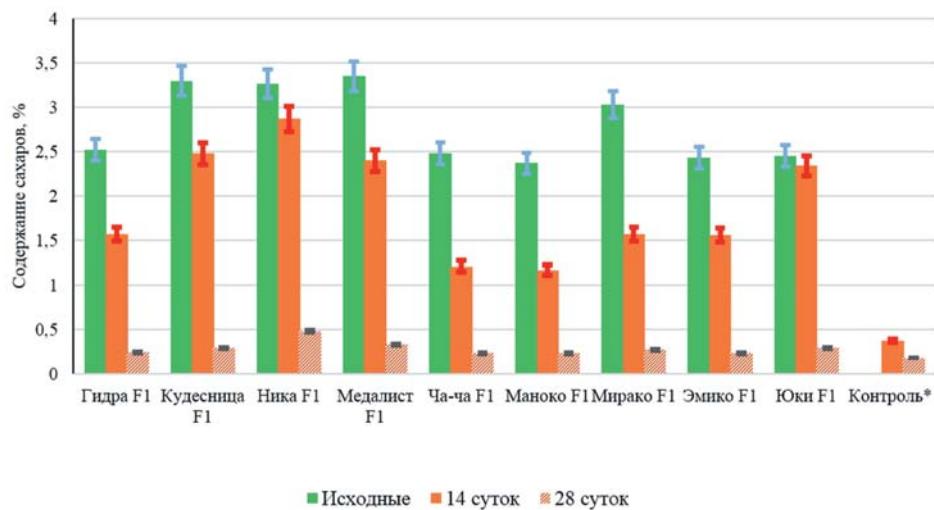


Рис. 3. Содержание сахаров в сырье и в ферментированном продукте кимчи, приготовленном из современных гибридов пекинской капусты на 14 и 28 сутки ферментации
Fig. 3. The sugar content of content in raw materials and in the fermented kimchi product made from modern Beijing cabbage hybrids on days 14 and 28 of fermentation

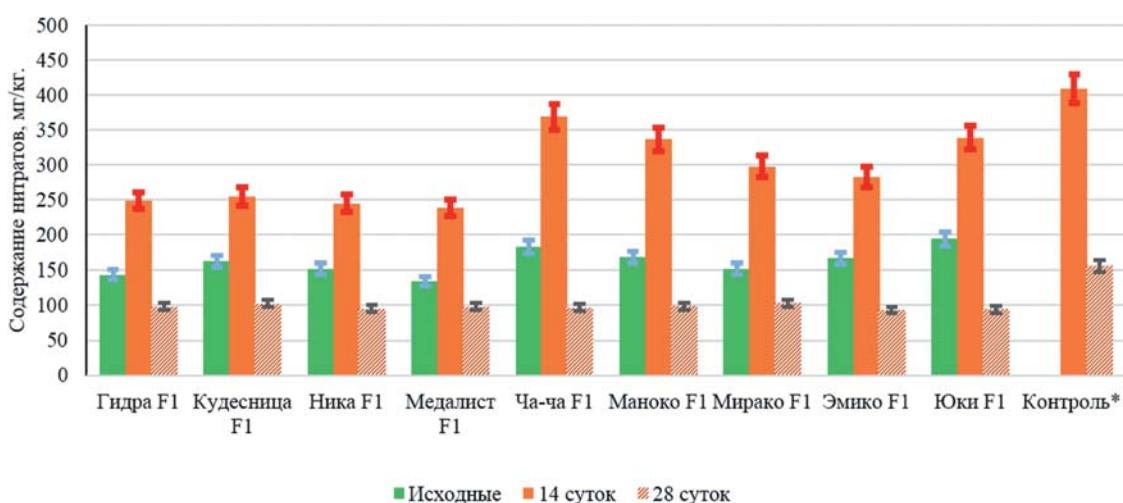


Рис. 4. Содержание нитратов в сырье и в ферментированном продукте кимчи, приготовленном из современных гибридов пекинской капусты на 14 и 28 сутки ферментации
Fig. 4. Nitrate of content in raw materials and in the fermented kimchi product made from modern Beijing cabbage hybrids on days 14 and 28 of fermentation

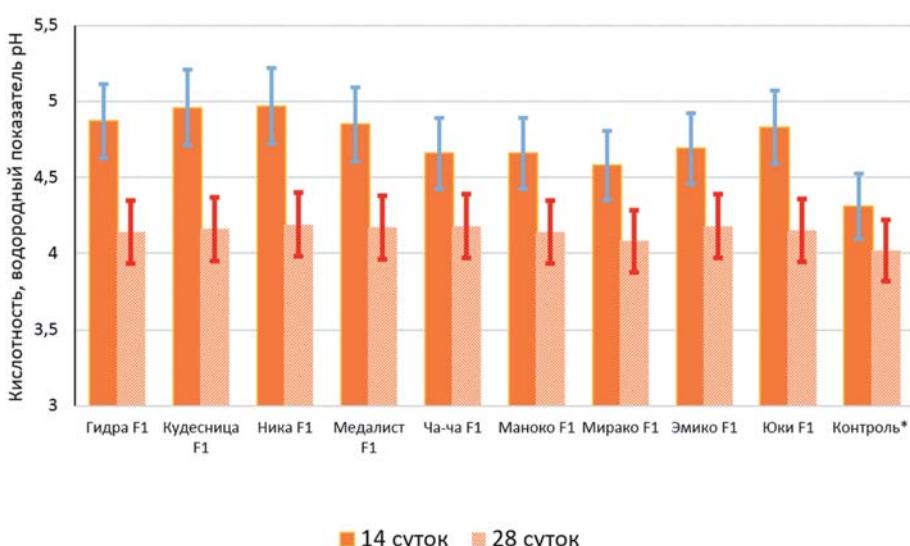


Рис. 5. Кислотность ферментированного продукта кимчи, приготовленного из современных гибридов пекинской капусты на 14 и 28 сутки ферментации
Fig. 5. Acidity of fermented kimchi made from modern Beijing cabbage hybrids on days 14 and 28 of fermentation



Рис. 6. Капуста кимчи, подготовленная для анализов
Fig. 6. Kimchi cabbage prepared for analysis

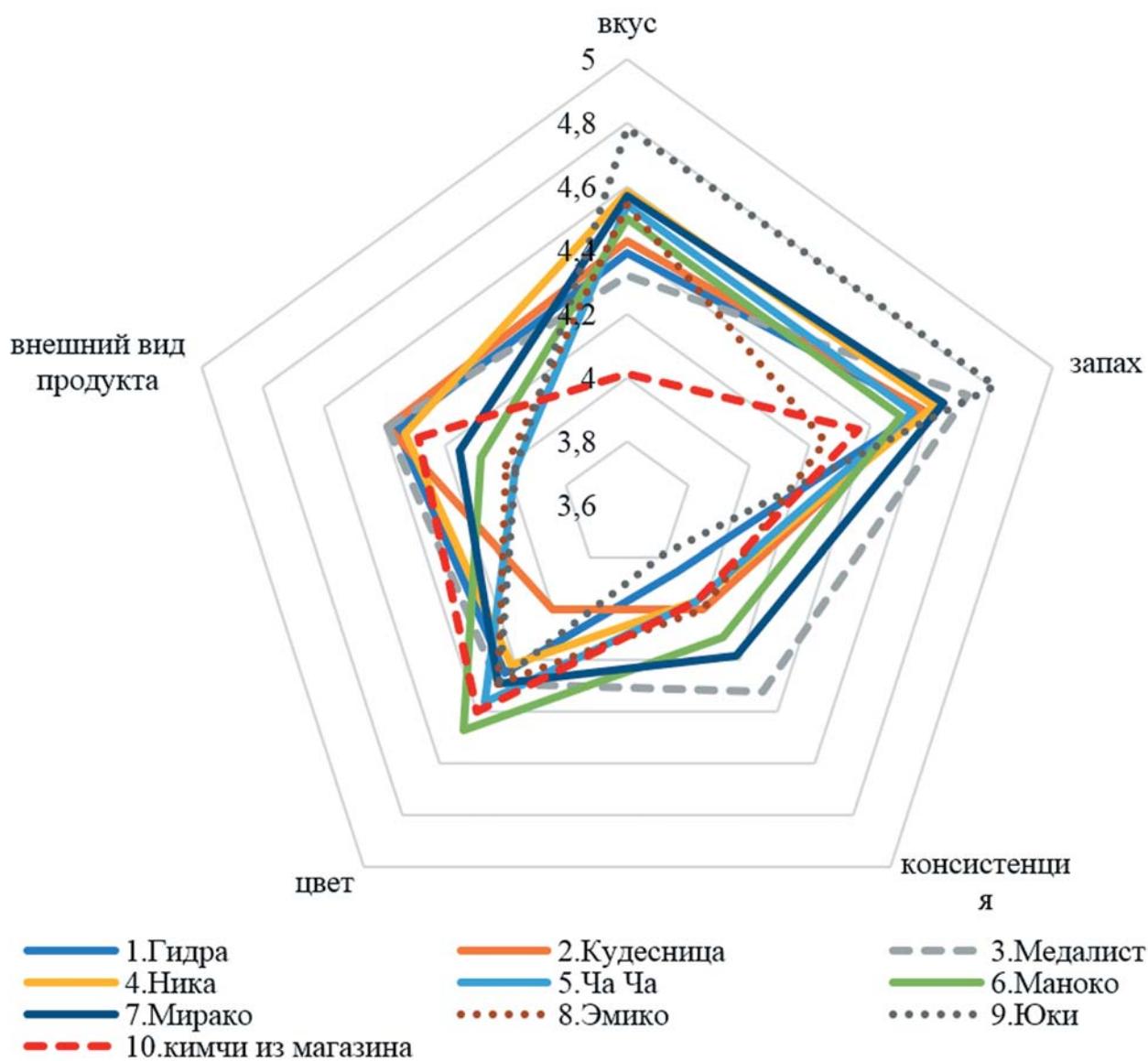


Рис. 7. Профилограмма результатов органолептической оценки кимчи
Fig. 7. Profilogram of the results of organoleptic evaluation kimchi

Таблица 1. Численность бактерий в образцах кимчи на 14, 28 сутки от начала ферментации, млн. КОЕ/1 г сырой массы кимчи
Table 1. Number of lactic acid bacteria in kimchi samples on day 14, 28 of fermentation, million CFU/1 g of raw kimchi mass

	<i>Lactobacillus</i>		<i>Leuconostoc citreum</i> , <i>Leuconostoc gelidum</i> и <i>Leuconostoc mesenteroides</i>		<i>Lactococcus</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Pediococcus</i>	
К-во суток	14	28	14	28	14	28
F ₁ Гидра	1,73	0,83	0,69	0,05	0,21	0,10
F ₁ Кудесница	1,48	0,50	0,20	0,02	0,15	0,04
F ₁ Медалист	1,27	1,48	0,16	0,01	0,19	0,07
F ₁ Ника	4,32	1,08	0,02	0,01	0,62	0,06
F ₁ Маноко	2,80	0,85	4,01	0,01	0,22	0,07
F ₁ Ча-ча	1,05	0,55	13,66	0,45	0,33	0,08
F ₁ Мирако	0,47	0,57	6,25	0,50	0,02	0,02
F ₁ Эмико	0,95	0,81	35,47	0,95	0,03	0,03
F ₁ Юки	1,47	0,99	0,04	0,01	0,08	0,08
контроль	0,82	0,65	0,07	0,08	0,51	0,51

Содержание нитратов в кимчи составило от 248,9 мг/кг до 408,7 мг/кг в разных образцах (рис. 4). Полученные значения не превышали ПДК.

Кислотность можно рассматривать, как ключевой показатель качества кимчи. Изменение кислотности кимчи в течение периода хранения имеет тенденцию к увеличению данного показателя по мере старения, что указывает на нормальные условия ферментации [4].

Отмечено, что pH кимчи заметно снижается в процессе хранения, а значит, кислотность кимчи возрастает. В ферментированных продуктах (кимчи) оптимальным является pH 4,0-4,2 моль/л.

Дегустационная оценка проведена экспертами ФНЦО и ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО в соответствии с правилами дегустации. Внешний вид образцов, подготовленных для проведения биохимических и микробиологических анализов, и результаты дегустации в баллах от 1 до 5 представлены на рисунках 6 и 7.

По совокупности показателей наибольшее количество баллов получили гибриды F₁ Медалист – 4,41 балл и F₁ Мирако – 4,37. Наименьший балл получил контрольный из магазина, у него самые низкие показатели таких параметров, как вкус и консистенция (рис. 7).

Производство и характеристики ферментированной капусты зависят от резидентного микробного сообщества и условий ферментации [15, 16]. О завершении процесса ферментации судят по изменению численности доминирующих групп молочнокислых бактерий в пользу *Leuconostoc*. Численность этой группы через 2 недели ферментации наибольшая в образцах, приготовленных из гибридов F₁ Маноко, F₁ Мирако, F₁ Ча-ча и самая высокая в образце F₁ Эмико. Относительно данного образца при дегустации не выявлено каких-либо замечаний или особенных отметок, кроме того, что образец обладает излишней кислотностью. *Leuconostoc* закисляет среду, при ферментации он выделяет значительное количество уксусной и молочной кислоты. За счет этого должно подавляться развитие *Lactobacillus*, который в свою очередь способен создавать горечь в ферментируемом продукте. Наибольшая его чис-

ленность отличала пробы F₁ Ника и F₁ Юки, что придавала легкую горчинку данным образцам.

Взаимодействие *Lactococcus*, *Streptococcus* и *Pediococcus* при ферментации кимчи приводит к торможению ферментных реакций за счет выделения, в том числе, яблочной кислоты в субстрат [15]. Это может создавать добавочный привкус продукту. Избыток данной группы микробов через 2 недели ферментации был у образцов F₁ Ника, F₁ Юки и контроль (табл. 1), однако через 28 суток остался только в контрольном образце.

Обычно завершение процесса ферментации происходит на 2-3 неделю после закваски. Следует отметить, что нигде из образцов через две недели не обнаружены плесневые грибы. То есть в ходе ферментации они погибли. Данные таблицы 1 показывают, что заметно снизилась численность рассмотренных групп во всех образцах, кроме купленного в магазине. Здесь можно заключить, что на момент дегустации ферментация опытных образцов кимчи, кроме той, которая была закуплена в торговой сети, была не завершена.

Таким образом, из испытанных гибридов капусты пекинской наиболее быстрый процесс ферментации происходит при использовании гибридов капусты пекинской F₁ Гидра, F₁ Медалист, F₁ Мирако, F₁ Юки. Самый медленный темп ферментации отмечен при использовании для приготовления кимчи гибридов F₁ Ника, F₁ Ча-ча, F₁ Эмико.

Выходы

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о перспективе использования гибридов капусты пекинской F₁ Медалист, F₁ Ника, F₁ Кудесница и F₁ Мирако для приготовления кимчи с высокими органолептическими свойствами, сохранностью витамина С.

Кимчи, приготовленный из гибрида F₁ Медалист, превосходил по органолептическим показателям и уровню витамина С кимчи из других гибридов.

Данные, полученные в настоящем исследовании, важны для понимания микробной динамики кимчи, произведенного за пределами региона происхождения с использованием местных ингредиентов.

• Литература

1. Солдатенко А.В., Иванова М.И., Бондарева Л.Л., Тареева М.М. Капустные зеленые овощи. Москва:, 2022. 296 с. ISBN 978-5-901695-89-0. <https://elibrary.ru/unsafi>
2. Янченко Е.В., Зыкин К.А., Каухчешвили Н.Э., Грязунов А.А. Сухие овощные ферментированные продукты длительного хранения и их интеграция в рацион питания космонавтов. *Овощи России.* 2024;(2):27-36. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-2-27-36>
<https://elibrary.ru/naxaua>
3. Korus A., Bernaś E., Korus J. Health-Promoting Constituents and Selected Quality Parameters of Different Types of Kimchi: Fermented Plant Products. *International Journal of Food Science.* 2021;(2021):9925344. <https://doi.org/10.1155/2021/9925344>
4. Choi I.H., Noh J.S., Han J.S., Kim H.J., Han E.S., Song Y.O. Kimchi, a fermented vegetable, improves serum lipid profiles in healthy young adults: Randomized clinical trial. *J Med Food.* 2013;16:223-229. <https://doi.org/10.1089/jmf.2012.2563>
5. Kim J.H., Park J.G., Lee J.W., Kim W.G., Chung Y.J., Byun M.W. The combined effects of N2-packaging heating and gamma irradiation on the shelf-stability of kimchi, Korean fermented vegetable. *Food Control.* 2008;19:56-61.
6. Kim S.-Y., Dang Y.-M., Ha J.-H. Effect of various seasoning ingredients on the accumulation of biogenic amines in kimchi during fermentation. *Food Chem.* 2022;30,380:132214. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132214>
7. Lee Y. Fermented property and antioxidative effect of GABA producing Lactobacillus plantarum from kimchi. *Journal of Food Hygiene and Safety.* 2021;36(5):440-446. <https://doi.org/10.13103/JFHS.2021.36.5.440>
8. Vandamme L.K.J., De Hingh I.H.J.T., Fonseca J., Rocha P.R.F. Similarities between pandemics and cancer in growth and risk models. *Sci. Rep.* 2021;11,:1-10.
9. Kim S.H., Kim S.H., Kang K.H., Lee S.H., Kim S.J., Kim J.G., Chung M.J. Kimchi probiotic bacteria contribute to reduced amounts of N-nitrosodimethylamine in lactic acid bacteria-fortified kimchi. *LWT Food Sci. Technol.* 2017;84:196–203. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.05.060>
10. Dhar D., Mohanty A. Gut microbiota and Covid-19-possible link and implications. *Virus Research.* 2020;285(198018):1-5. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198018>
11. Park J-S., Joe I., Rhee P.D., Jeong Ch-S., Jeong G. A lactic acid bacterium isolated from kimchi ameliorates intestinal inflammation in DSS-induced colitis. *Journal of Microbiology.* 2017;55:304-310. <https://doi.org/10.1007/s12275-017-6447-y>
12. Kim H.S. Do an altered gut microbiota and an associated leaky gut affect COVID-19 severity? *MBio.* 2021;12(1):1-9.
13. Yeoh Y.K., Zuo T., Lui G.C.-Y., et al. Gut microbiota composition reflects disease severity and dysfunctional immune responses in patients with COVID-19. *Gut.* 2021;70(4):698–706. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-323020>
14. Mheen T.I., Kwon T.W. Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation. *Korean Journal of Food Science and Technology.* 1984;16(4):443–450.
15. Sung Wook Hong, Yun-Jeong Choi, Hae-Won Lee, Ji-Hee Yang and Mi-Ai Lee. Microbial Community Structure of Korean Cabbage Kimchi and Ingredients with Denaturing Gradient Gel Electrophoresis. *J. Microbiol. Biotechnol.* 2016;26(6):1057-1062. <https://doi.org/10.4014/jmb.1512.12035>
16. Kang J.Y., Lee M., Song J.H., Choi E.J., Mun S.Y., Kim D., Lim S.K., Kim N., Park B.Y., Chang J.Y. Organic acid type in kimchi is a key factor for determining kimchi starters for kimchi fermentation control. *Heliyon.* 2024;10(18). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36860>
17. Широков В.В. Получение чистых культур микроорганизмов для промышленного производства квашеной капусты кимчи. *Молодой ученый.* 2022;6(401):69-72. <https://www.elibrary.ru/pogxjn>
18. Янченко Е.В., Волкова Г.С., Куксова Е.В. [и др.] Химический состав и микробиологические показатели квашеной капусты, приготовленной из разных гибридов. *Техника и технология пищевых производств.* 2023;53(1):131-139. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-1-2420>
<https://www.elibrary.ru/foedxy>
19. ГОСТ 34220-2017 «Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия»
20. ГОСТ 28561-90. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ и влаги
21. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С
22. ГОСТ 8756.13-87. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров
23. ГОСТ 29270-95. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов
24. ГОСТ ISO 750-2013. Продукты переработки плодов и овощей. Определение титруемой кислотности (Переиздание)
25. ГОСТ 8756.1-2017. Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема
26. ГОСТ 33951-2016. Межгосударственный стандарт. Молоко и молочная продукция. Методы определения молочнокислых микроорганизмов

• References

1. Soldatenko A.V., Ivanova M.I., Bondareva L.L., Tareeva M.M. Cabbage green vegetables. Moscow, 2022. 296 p. ISBN 978-5-901695-89-0. (In Russ.) <https://elibrary.ru/unsafi>
2. Yanchenko E.V., Zykin K.A., Kaukhcheshvili N.E., Gryzunov A.A. Dry fermented vegetable products of long-term storage and their integration into the diet of astronauts. *Vegetable crops of Russia.* 2024;(2):27-36. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-2-27-36> <https://elibrary.ru/naxaua>
17. Shirokov V.V. Obtaining pure cultures of microorganisms for industrial production of fermented cabbage kimchi. *Young scientist.* 2022;6(401):69-72. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/pogxjn>
18. Yanchenko E.V., Volkova G.S., Kuksova E.V. et al. Chemical composition and microbiological indicators of sauerkraut prepared from different hybrids. *Food production equipment and technology.* 2023;53(1):131-139. (In Russ.)
<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-1-2420>
<https://www.elibrary.ru/foedxy>
19. GOST 34220-2017 "Salted and pickled vegetables. General specifications" (In Russ.)
20. GOST 28561-90. Processed fruit and vegetable products. Methods for determining dry matter and moisture (In Russ.)
21. GOST 24556-89. Processed fruit and vegetable products. Methods for determining vitamin C (In Russ.)
22. GOST 8756.13-87. Processed fruit and vegetable products. Methods for determining sugars
23. GOST 29270-95. Processed fruit and vegetable products. Methods for determining nitrates (In Russ.)
24. GOST ISO 750-2013. Processed fruit and vegetable products. Determination of titratable acidity (Reissue) (In Russ.)
25. GOST 8756.1-2017. Processed fruit, vegetable and mushroom products. Methods for Determining Organoleptic Indicators, Mass Fraction of Components, Net Weight or Volume (In Russ.)
26. GOST 33951-2016. Interstate Standard. Milk and dairy products. Methods for determining lactic acid microorganisms (In Russ.)

Об авторах:

Елена Валерьевна Янченко – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник,
<https://orcid.org/0000-0002-3165-7238>,
SPIN-код: 6301-7782, автор для переписки, elen_0881@mail.ru

Мария Юрьевна Маркарова – кандидат биол. наук, ведущий научный сотрудник,
<https://orcid.org/0000-0002-7951-2222>,
SPIN-код: 9808-8712, myriam@mail.ru

Мария Ивановна Иванова – доктор с.-х. наук, проф. РАН, гл. научный сотрудник,
<https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>, SPIN-код: 1961-9188

About the Authors:

Elena V. Yanchenko – Cand. Sci. (Agriculture),
Leading Researcher,
<https://orcid.org/0000-0002-3165-7238>,
SPIN-code: 6301-7782, Corresponding Author, elen_0881@mail.ru

Maria Yu. Markarova – Cand. Sci. (Biology),
Senior Researcher,
<https://orcid.org/0000-0002-7951-2222>,
SPIN-код: 9808-8712, myriam@mail.ru

Maria I. Ivanova – Dr. Sci. (Agriculture),
Prof., Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-7326-2157>,
SPIN-code: 1961-9188

Оригинальная статья / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-80-85>
УДК: 635.9:581.192.7:581.111

Л.А. Марченко*, Н.С. Умнов, А.В. Соловьев, А.В. Зубков, Е.Г. Самошенков, А.Е. Булавов

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
127434, Россия, г. Москва,
Тимирязевская ул., 49

*Автор для переписки:

i.marchenko@rgau-msha.ru

Финансирование: Данное исследование не имеет внешнего финансирования.

Вклад авторов: Марченко Л.А., Умнов Н.С.: проведение исследований, концептуализация; Умнов Н.С., Булавов А.Е.: сбор данных; Марченко Л.А., Соловьев А.В., Зубков А.В.: методология; Умнов Н.С., Марченко Л.А., Зубков А.В.: администрирование данных; Умнов Н.С., Марченко Л.А.: создание черновика рукописи; Марченко Л.А., Умнов Н.С., Соловьев А.В., Самошенков Е.Г.: создание рукописи и её редактирование; Соловьев А.В., Марченко Л.А.: окончательное одобрение варианта рукописи для опубликования.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Марченко Л.А., Умнов Н.С., Соловьев А.В., Зубков А.В., Самошенков Е.Г., Булавов А.Е. Влияние селеносодержащего препарата на рост растений семейства Астровые (Asteraceae): астра однолетняя (*Callistephus chinensis*), тагетес отклонённый (*Tagetes patula*), георгина гибридная (*Dahlia × hortensis*) в условиях водного дефицита. *Овощи России*. 2025;(5):80-85.

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-80-85>

Поступила в редакцию: 03.09.2025

Принята к печати: 27.10.2025

Опубликована: 28.10.2025

Liudmila A. Marchenko*, Nikolay S. Umnov, Alexandr V. Solovyev, Alexandr V. Zubkov, Egor G. Samoshchenkov, Alexandr E. Bulanov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
Timiryazevskaya street, 49,
Moscow, 127434, Russia

*Correspondence Author:
i.marchenko@rgau-msha.ru

Funding: This study does not have any external funding.

Authors' Contribution: Марченко Л.А., Умнов Н.С.: conducting research, conceptualization; Умнов Н.С., Булавов А.Е.: data collection; Марченко Л.А., Соловьев А.В., Зубков А.В.: methodology; Умнов Н.С., Марченко Л.А., Зубков А.В.: data administration; Умнов Н.С., Марченко Л.А.: drafting; Марченко Л.А., Умнов Н.С., Соловьев А.В., Самошенков Е.Г.: writing and editing; Соловьев А.В., Марченко Л.А.: final approval of the manuscript for publication.

Conflict of interest. The authors have no conflicts of interest to declare.

For citations: Марченко Л.А., Умнов Н.С., Соловьев А.В., Зубков А.В., Самошенков Е.Г., Булавов А.Е., The influence of selenium-containing preparations on the growth of Asteraceae family: Annual aster (*Callistephus chinensis*), Tagetes patula (*Tagetes patula*), and Hybrid dahlias (*Dahlia × hortensis*) plants under conditions of water deficit. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(5):80-85. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-80-85>

Received: 03.09.2025

Accepted for publication: 27.10.2025

Published: 28.10.2025

Check for updates

Влияние селеносодержащего препарата на рост растений семейства Астровые (Asteraceae): астра однолетняя (*Callistephus chinensis*), тагетес отклонённый (*Tagetes patula*), георгина гибридная (*Dahlia × hortensis*) в условиях водного дефицита



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Возможность повышения стрессоустойчивости растений в условиях изменяющегося климата лежит в основе усовершенствования современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Знание об участии микро- и макроэлементов в процессах роста и развития растений обеспечивает возможность регулирования устойчивости к различным стрессам, среди которых одним из важнейших является водный дефицит. Многолетние мировые исследования выявили стрессопротекторную функцию селена, подтверждают большое значение этого элемента в повышении жизненных функций организмов и высокой эффективности при выживании растений в условиях стресса. Вместе с тем, сведения об особенностях воздействия селена на различные виды растений, формы селеносодержащих препаратов и удобрений, их концентрации, разнятся. В связи с этим, исследования, направленные на выявление влияния селеносодержащего препарата на рост растений семейства Астровые (Asteraceae) в условиях водного дефицита, являются актуальными.

Методы. Опыт по изучению влияния селеносодержащего препарата на рост растений наибольее распространённых видов семейства Астровые: астра однолетняя (*Callistephus chinensis*); тагетес отклонённый (*Tagetes patula*); георгина гибридная (*Dahlia × hortensis*) в условиях водного дефицита поставлен в контролируемых условиях. У изучаемых растений оценивали биометрические показатели: высоту побегов (см); количество листьев (шт.), площадь листовых пластин (см²), которые влияют на декоративность. Измерения проводили на 7 сутки после стресса.

Результаты. Выявлены специфические реакции растений изучаемых видов семейства Астровые на воздействие селеносодержащего препарата в условиях водного стресса. Выявлено, что применение изучаемого препарата в период засухи способствует росту побегов у растений Асты однолетней, Тагетеса отклонённого и Георгин гибридной, сохранению имеющихся и росту новых листьев на растениях Асты однолетней и Георгин гибридной, увеличению площади листьев у растений Асты однолетней, что в целом сказывалось на большей жизнеспособности растений, скорейшему восстановлению после засухи и сохранению декоративности. Отмечено, что среди изучаемых видов растений семейства Астровые наибольшую устойчивость к воздействию водного стресса проявил Тагетес отклонённый.

Заключение. Применение селеносодержащего препарата оказало положительное влияние на рост растений у изучаемых видов семейства Астровые (Asteraceae): астра однолетняя (*Callistephus chinensis*); тагетес отклонённый (*Tagetes patula*); георгина гибридная (*Dahlia × hortensis*) в условиях водного дефицита, способствуя сохранению жизнеспособности и декоративности.

Ключевые слова: селен, водный дефицит, стресс, стрессопротектор, повышение декоративности, астра однолетняя, тагетес отклонённый, георгина гибридная

The influence of selenium-containing preparations on the growth of Asteraceae family: Annual aster (*Callistephus chinensis*), *Tagetes patula* (*Tagetes patula*) and Hybrid dahlias (*Dahlia × hortensis*) plants under conditions of water deficit

ABSTRACT

Relevance. The potential to enhance the stress resistance of plants in a changing climate underpins the improvement of modern agricultural technologies. Understanding the role of micro- and macroelements in the growth and development processes of plants allows for the regulation of their resilience to various stresses, among which water deficit is one of the most significant. Long-term global research has identified the stress-protective function of selenium, confirming the importance of this element in enhancing the life functions of organisms and its high effectiveness in plant survival under stress conditions. However, information regarding the effects of selenium on different plant species, the forms of selenium-containing preparations and fertilizers, and their concentrations varies. Consequently, research aimed at identifying the influence of selenium-containing preparations on the growth of plants in the Asteraceae family (Asteraceae) under conditions of water deficit is highly relevant.

Methods. An experiment was conducted to study the effect of a selenium-containing preparation on the growth of common species in the Asteraceae family: Annual aster (*Callistephus chinensis*), *Tagetes patula* (*Tagetes patula*), and Hybrid dahlias (*Dahlia × hortensis*) under water deficit conditions in a controlled environment. Biometric parameters were evaluated for the studied plants: stem height (cm), number of leaves (pieces), and leaf area (cm²), which affect their ornamental quality. Measurements were taken on the 7th day after stress exposure.

Results. Specific reactions of the studied species of Asteraceae family plants to the effect of a selenium-containing preparation under conditions of water stress were revealed. It was found that the use of the studied preparation during the drought period promotes the growth of shoots in Annual aster, *Tagetes patula*, and Hybrid dahlias plants, the preservation of existing leaves and the growth of new leaves in Annual aster and Hybrid dahlias plants, and the increase in leaf area in Annual aster plants, which generally affected the greater vitality of the plants, their faster recovery after drought, and the preservation of their decorative properties. It was noted that *Tagetes patula* showed the highest resistance to water stress among the studied species of the Asteraceae family.

Conclusion. The use of the selenium-containing drug had a positive effect on plant growth in the studied species of the Asteraceae family (Asteraceae): Annual aster (*Callistephus chinensis*), *Tagetes patula* (*Tagetes patula*), and Hybrid dahlias (*Dahlia × hortensis*) in conditions of water scarcity, contributing to the preservation of vitality and decorative properties.

KEYWORDS:

selenium, water deficiency, stress, stress protector, increased ornamental value, Annual aster, *Tagetes patula*, Hybrid dahlias

Введение

Современный уровень развития технологий, глобальное изменение климата, стремление к повышению качества жизни обращают внимание исследователей всего мира на изучение процессов, происходящих в растениях под влиянием микроэлементов. Особое значение при этом уделяется возможности повышения защитных механизмов сельскохозяйственных растений в ответ на стресс.

Известно, что абиотические стрессы, такие как засоленность, засуха, высокие и низкие температуры, повышенное содержание в почве и воде тяжелых металлов, оказывают существенное влияние на рост и развитие растений. Эти факторы нарушают важнейшие физиологические процессы, включая фотосинтез, поглощение воды и элементов питания, ионный баланс, целостность мембран и метаболизм в целом. Такие нарушения приводят к дисбалансу питательных веществ, окислительному стрессу, замедлению роста, снижению урожайности и гибели растений [1].

Широко известна роль селена в повышении устойчивости различных сельскохозяйственных культур к изменяющимся климатическим и почвенным условиям [1-2]. Селен (Se) признан элементом, способствующим росту растений, усиливающим их развитие и повышающим устойчивость к абиотическим стрессам [3].

Вместе с тем, влияние элемента неоднозначно. В относительно высоких концентрациях селен может негативно сказываться на росте корней и побегов, снижая тем самым урожайность сельскохозяйственных растений [4].

Уменьшение биомассы у различных культур под воздействием высоких концентраций Se исследователи связывают с подавлением жизнеспособности клеток, выражающимся в понижении содержания хлорофилла и повреждении структуры хлоропласта, что приводит к нарушению фотосинтеза и снижению его эффективности [5-6].

Низкие концентрации селена, напротив, усиливают различные биохимические и молекулярные процессы в растениях, обеспечивают повышение скорости фотосинтеза, стабильности мембранных антиоксидантных систем, поглощение воды и питательных веществ, а также экспрессию генов, связанных со стрессом [7-8].

Селен в низких концентрациях усиливает фотосинтез, увеличивая содержание хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и общего хлорофилла [9] и помогает в восстановлении поврежденных клеточных мембран и клеточных структур [10].

Выявлено, что Se способствует выработке органических и неорганических осмопротекторов, способствуя лучшему удержанию воды в растениях пшеницы [11-12].

Andrade F.R. et al. (2018) установили, что растения риса, обработанные Se, имели более высокие показатели чистого фотосинтеза, эффективности использования воды и антиоксидантной системы, что подтверждает протекторную функцию элемента при водном дефиците [13].

Положительное влияние внесения Se как в условиях нормального водоснабжения, так и при водном дефиците было отмечено у растений оливы [14].

В связи с установленными фактами положительного воздействия селена на растения, испытывающие влияние стресса, была определена цель исследований – изучить влияние сelenосодержащего препарата на рост растений семейства Астровые (*Asteraceae*) в условиях водного дефицита.

Материалы и методы

Опыты проводили в контролируемых условиях на базе УНПЦ Садоводства и овощеводства им. В.И. Эдельштейна. К данным условиям относятся: субстрат (верховой торф, известковый материал, некоторые примеси: $(\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-) \sim 150 \text{ мг/л}$; $\text{P}_2\text{O}_5 \sim 140 \text{ мг/л}$; $\text{K}_2\text{O} \sim 220 \text{ мг/л}$), погодные условия (от 20°C до 30°C), влажность почвы (от 70% до 40%).

В качестве объектов исследований выбраны наиболее распространённые в декоративном садоводстве виды семейства Астровых: Астра однолетняя (*Callistephus chinensis*); Тагетес отклонённый (*Tagetes patula*); Георгиана гибридная (*Dahlia × hortensis*).

Опыт заложен в двух вариантах, в трёхкратной повторности по 30 растений в каждой.

Опытные растения подвергали воздействию водного стресса (засухе) на протяжении 3-х суток. Впоследствии согласно схеме опыта, растения одного варианта опыта выращивались с поливом, второго варианта опыта – с поливом и внесением сelenосодержащего препарата.

У изучаемых растений оценивали биометрические показатели: высоту побегов (см); количество листьев (шт.), площадь листовых пластин (cm^2). Измерения проводили в момент начала засухи и на 7 сутки после стресса.

Препарат сelenосодержащий относится к ноу-хау «Способ применения сelenосодержащего препарата при проращивании семян декоративных культур семейства Астровые» №2024020 от 01.11.2024, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Массовая доля веществ в препарате ($W(E) = m(E) / m$ (вещества)): селен 26,22%, калий 25,96%, кислород 37,18%, азот 9,30%, водород 1,34%, форма препарата – водорастворимый порошок – смесь неорганических соединений 99,9% чистоты. Препарат применяли в разведении 0,4 мг/л.

Содержание хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов в листьях определяли спектрофотометрически. Пигменты экстрагировали 100% ацетоном с добавлением NH_4OH для предотвращения разрушения. Оптическую плотность экстракта измеряли при длинах волн 662, 644 и 440,5 нм. Количественное содержание рассчитывали по формулам Ветштейна и Хольма и выражали в мг/г сырой массы [15].

$$\text{Схла, мг/л} = 9,784 \cdot D662 - 0,990 \cdot D644$$

$$\text{Схл}b, \text{мг/л} = 21,426 \cdot D644 - 4,650 \cdot D662$$

$$\text{Схла+хл}b, \text{мг/л} = 5,134 \cdot D662 + 20,436 \cdot D644$$

$$\text{Скар, мг/л} = 4,695 \cdot D440,5 - 0,268 \cdot \text{Схла+хл}b$$

Содержание аскорбиновой кислоты в листьях определяли фотометрическим методом по Чупахиной с 2% метафосфорной кислотой. Количественное содержание рассчитывали по калибровочному графику и выражали в мг/100 г сырой массы. [16].

Результаты

Моделирование условий засухи с последующим восстановлением растений Астры однолетней позволили выявить влияние сelenосодержащего препарата на ряд их изучаемых биометрических параметров (табл. 1).

Растения астры однолетней после перенесения засухи возобновили рост побегов в обоих вариантах опыта. В варианте с применением сelenосодержащего препарата высота побегов увеличилась в среднем на 4,08 см, в варианте без применения сelenосодержащего препарата – на 1,51 см. Эти различия внутри каждого изучаемого варианта были

существенными. Вместе с тем, значимых различий по высоте побегов астры однолетней между вариантами как до, так и после засухи не выявлено (табл. 1).

По количеству листьев, сохранившихся после воздействия водного стресса, существенное превосходство выявлено в варианте с применением селеносодержащего препарата. В обоих вариантах после засухи количество листьев на растениях уменьшилось. При этом селеносодержащий препаратоказал защитное действие, что сказалось на сохранении листьев у растений в период засухи, а также на дальнейшем росте новых листьев, в отличие от варианта без применения изучаемого препарата. И если до воздействия водного стресса существенных различий между изучаемыми вариантами по количеству листьев на растениях не выявлено, то после – существенное превосходство по количеству листьев выявлено в варианте с применением селеносодержащего препарата (табл. 1).

Анализ площади листовой пластины у растений астры однолетней существенных различий в изучаемых вариантах до и после воздействия засухи не выявил. Некоторое снижение показателей по изучаемому параметру в обоих вариантах опыта после засухи связано с частичным усыханием листьев. Вместе с тем, при сравнении площади листовой пластины между вариантами опыта выявлено превосходство варианта с применением селеносодержащего препарата после воздействия на растения засухи. В этом варианте площадь листовой поверхности сохранялась существенно больше, чем в варианте без применения испытуемого препарата (табл. 1).

Таким образом, можно заключить, что селеносодержащий препарат оказывал существенное положительное влияние на состояние растений при воздействии на них водного стресса: способствовал дальнейшему росту побегов, сохранению листьев на растениях и площади их поверхности, что сказывалось на большей жизнеспособности растений Астры однолетней, восстановлению после засухи и сохранению декоративности.

При изучении влияния селеносодержащего препарата на рост растений тагетеса отклонённого (*Tagetes patula*) в условиях воздействия водного стресса существенные различия выявлены только по высоте побегов в варианте с применением препарата (табл. 2).

Практически все изучаемые биометрические параметры растений до и после водного стресса в сравниваемых вариантах имели различия в пределах ошибки опыта (табл. 2). Очевидно, что растения Тагетеса отклонённого оказались наиболее устойчивыми к воздействию засухи.

Анализ изменения биометрических параметров роста растений Георгины гибридной (*Dahlia × hortensis*) до и после воздействия водного стресса в изучаемых вариантах опыта позволил выявить ряд существенных различий (табл. 3).

Так, значимые изменения установлены по высоте побегов растений георгины гибридной до и после засухи в варианте с применением селеносодержащего препарата. До воздействия водного стресса существенное превосходство по высоте побегов имели растения в варианте без применения изучаемого препарата (20,53 см). Однако, при наступлении засухи, это превосходство было утрачено: побеги выросли незначительно (на 0,38 см). В это же время в варианте с применением селеносодержащего препарата высота побегов увеличилась на 3,1 см, что подтверждает протекторную функцию изучаемого препарата (табл. 3).

Существенные различия выявлены и по количеству листьев у растений Георгины гибридной. В варианте с применением селеносодержащего препарата несмотря на воздействие водного стресса количество листьев увеличилось и имело значительное превосходство как внутри опыта, так и в сравнении с вариантом без применения изучаемого препарата (табл. 3).

Изменение параметров площади листовой пластины в изучаемых вариантах до и после наступления засухи находилось в пределах ошибки опыта (табл. 3).

Таким образом, применение селеносодержащего препарата оказало существенное положительное влияние на рост побегов и количество листьев у растений георгины гибридной.

Таблица 1. Влияние селеносодержащего препарата на рост растений Астры однолетней (*Callistephus chinensis*) в условиях влияния водного стресса
Table 1. The Effect of Selenium-containing Preparation on the Growth of Annual Aster (*Callistephus chinensis*) Under Water Stress Conditions

Вариант опыта	Биометрические параметры роста растений								
	высота побега, см			количество листьев, шт.			площадь листовой пластины, см ²		
	до воздействия водного стресса	после воздействия водного стресса	HCP ₀₅	до воздействия водного стресса	после воздействия водного стресса	HCP ₀₅	до воздействия водного стресса	после воздействия водного стресса	HCP ₀₅
С применением селеносодержащего препарата	18,59	22,67	1,85	11,10	14,47	1,25	15,06	14,73	1,31
Без применения селеносодержащего препарата	19,14	20,65	1,83	11,13	12,20	1,69	13,75	12,71	1,27
HCP ₀₅	1,47	2,14	-	1,06	1,81	-	1,36	1,22	-

Таблица 2. Влияние селеносодержащего препарата на рост растений Тагетеса отклонённого (*Tagetes patula*) в условиях влияния водного стресса

Table 2. The Effect of a Selenium-containing Preparation on the Growth of *Tagetes patula* (*Tagetespatula*) under Water Stress Conditions

Вариант опыта	Биометрические параметры роста растений								
	высота побега, см		количество листьев, шт.		площадь листовой пластины, см ²				
	до воздействия водного стресса	после воздействия водного стресса	HCP ₀₅	до воздействия водного стресса	после воздействия водного стресса	HCP ₀₅	до воздействия водного стресса	после воздействия водного стресса	
с применением селеносодержащего препарата	15,85	16,57	0,53	9,53	9,50	0,85	11,60	12,27	0,86
без применения селеносодержащего препарата	15,77	16,18	0,39	9,67	9,53	0,82	11,67	12,20	0,65
HCP ₀₅	0,48	0,45	-	0,82	0,85	-	0,79	0,74	-

Обработка селеносодержащим препаратом оказывает положительное влияние на аккумуляцию аскорбиновой кислоты в листьях декоративных растений, причем наиболее выраженный стимулирующий эффект (в процентах) наблюдается у вида с изначально низким базовым содержанием витамина С (георгины) (табл. 4).

У астры применение селеносодержащего препарата вызвало увеличение содержания витамина С на 20% (с 10,38 до 12,47 мг/100 г). У тагетеса эффект от обработки составил увеличение содержания витамина С на 24% (с 4,39 до 5,44 мг/100 г). Наибольший эффект достигнут у растений георгины – относительное увеличение витамина С на 41% (с 1,63 до 2,29 мг/100 г) (табл.4).

Реакция на обработку селеном кардинально различается у трех изучаемых видов по содержанию хлорофилла и каротиноида (табл. 5).

Очевидно, что физиологический ответ сильно зависит от генетических особенностей растений. У астры селен вызывал мощный синтез хлорофиллов, особенно типа b, но подавил синтез каротиноидов, недостаток которых может сделать растение более уязвимым к фотоокислительному стрессу, особенно при ярком свете. У тагетеса наблюдали наиболее благоприятный и сбалансированный ответ. Растение не столько наращивает фотосинтетический аппарат, сколько перестраивает его для большей эффективности и защиты. Для георгины применяемая концентрация селена оказалась избыточной. Селен мог блокировать ферменты биосинтеза хлорофилла или вызывать разрушение уже существующих пигментов. Резкое изменение соотношения a/b (с 0,63 до 1,28) говорит о повреждении светособирающих комплексов (антенн), где сосредоточен хлорофилл b.

Таблица 3. Влияние селеносодержащего препарата на рост растений георгины гибридной (*Dahlia × hortensis*) в условиях влияния водного стресса

Table 3. The effect of a selenium-containing preparation on the growth of Hybrid dahlias (*Dahlia × hortensis*) under conditions of water stress

Вариант опыта	Биометрические параметры роста растений								
	высота побега, см		количество листьев, шт.		площадь листовой пластины, см ²				
	до воздействия водного стресса	после воздействия водного стресса	HCP ₀₅	до воздействия водного стресса	после воздействия водного стресса	HCP ₀₅	до воздействия водного стресса	после воздействия водного стресса	
с применением селеносодержащего препарата	18,18	21,28	2,08	22,87	27,67	2,68	9,87	13,79	4,9
без применения селеносодержащего препарата	20,53	20,91	1,84	22,73	22,87	3,34	8,98	9,31	1,98
HCP ₀₅	1,71	2,19	-	3,12	2,93	-	1,84	4,98	-

Таблица 4. Влияние селеносодержащего препарата на содержание аскорбиновой кислоты в листьях астры однолетней (*Callistephus chinensis*), тагетеса отклонённого (*Tagetes patula*), георгины гибридной (*Dahlia × hortensis*)
Table 4. The effect of a selenium-containing drug on the ascorbic acid content in the leaves of annual Aster (*Callistephus chinensis*), *Tagetes patula*, Hybrid Dahlia (*Dahlia × hortensis*)

Вариант	мг/100 г	HCP ₀₅
Георгина +Se	2,2941	0,131
Георгина контроль	1,6318	0,153
Тагетес +Se	5,4406	0,046
Тагетес контроль	4,3851	0,122
Астра +Se	12,474	0,730
Астра контроль	10,384	0,695

Обсуждение

В результате проведённых исследований установлено положительное влияние селеносодержащего препарата на растения семейства Астровые (Asteraceae): в условиях водного дефицита.

Выявлено, что применение селеносодержащего препарата в период засухи способствует росту побегов у растений Астры однолетней, Тагетеса отклонённого и Георгины гибридной, сохранению имеющихся и росту новых листьев на растениях Астры однолетней и Георгины гибридной, увеличению площади листьев у растений Астры однолетней, что в целом сказывалось на большей жизнеспособности растений, скорейшему восстановлению после засухи и сохранению декоративности.

Отмечено, что среди изучаемых видов растений семейства Астровые наибольшую устойчивость к воздействию водного стресса проявил тагетес отклонённый (*Tagetes patula*).

Селен в использованной концентрации оказал различное влияние на синтез хлорофилла, однако в синтезе аскорбиновой кислоты оказал положительный эффект для растений всех изучаемых видов. Он может оказы-

вать как положительное влияние (в опыте с тагетесом), так и приводить к нарушению некоторых функций синтеза хлорофилла *b* (в опыте с Георгиной), либо вызывать дисбаланс отношения хлорофилла и каротиноидов (в опыте с Астрой). Тагетес, по-видимому, обладает более эффективными механизмами детоксикации и использования селена, что делает его более устойчивым к воздействию избыточного количества селена.

Различия в реакции изучаемых растений на водный стресс при применении селеносодержащего препарата свидетельствуют о индивидуальных реакциях и необходимости дальнейшего изучения вопроса.

Заключение

Применение селеносодержащего препарата оказалось положительное влияние на рост растений у изучаемых видов семейства Астровые (Asteraceae): астра однолетняя (*Callistephus chinensis*); тагетес отклонённый (*Tagetes patula*); георгина гибридная (*Dahlia × hortensis*) в условиях водного дефицита, способствуя сохранению жизнеспособности и декоративности.

Таблица 5. Влияние селеносодержащего препарата на содержание хлорофилла и каротиноидов в листьях астры однолетней (*Callistephus chinensis*), тагетеса отклонённого (*Tagetes patula*), георгины гибридной (*Dahlia × hortensis*)
Table 5. Effect of selenium-containing preparation on the content of chlorophyll and carotenoids in the leaves of annual Aster (*Callistephus chinensis*), *Tagetes patula*, Hybrid Dahlia (*Dahlia × hortensis*)

Вариант	Содержание хлорофилла и каротина, мкг/мг сырой массы					Отношение	
	хлорофилл <i>a</i>	хлорофилл <i>b</i>	хлорофилл (<i>a+b</i>)	каротиноиды	хлорофилла <i>a</i> и <i>b</i>	общего хлорофилла к каротиноидам	
Тагетес Se+	1,34	0,69	2,03	0,57	1,95	3,56	
Тагетес контроль	1,07	0,90	1,97	0,40	1,19	4,87	
Георгина Se+	0,65	0,50	1,15	0,18	1,28	6,33	
Георгина контроль	0,71	1,13	1,83	0,18	0,63	10,44	
Астра Se+	1,77	1,75	3,51	0,15	1,01	23,95	
Астра контроль	1,66	0,96	2,63	0,49	1,73	5,36	

• Литература

1. Omar A.A., Heikal Y.M., Zayed E.M., Shamseldin S.A. M., Salama Y.E., Amer K.E., Basuoni M.M., Abd Ellatif S., & Mohamed A.H. Conferring of Drought and Heat Stress Tolerance in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes and Their Response to Selenium Nanoparticles Application. *Nanomaterials*. 2023;13(6). 998. <https://doi.org/10.3390/nano13060998>
2. Аладина О.Н., Акимова С.В., Лебедева С.Ю., Полянская А.Е., Скоробогатова И.В., Никиточкин Д.Н. Роль субстратов и некорневых обработок регуляторами роста в укоренении зеленых черенков крыжовника в пластиковых ячейках *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2008;(1):111-122. <https://elibrary.ru/isdlvd>
3. Ni G., Shi G., Hu C., Wang X., Nie M., Cai M., Cheng Q., Zhao X. Selenium improved the combined remediation efficiency of *Pseudomonas aeruginosa* and ryegrass on cadmium-nonylphenol co-contaminated soil. *Environ Pollut*. 2021;287:117552. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117552>
4. Molnár A., Kolbert Z., Kéri K., Feigl G., A. Ördög A., Szöllösi R., Erdei L. Selenite-induced nitro-oxidative stress processes in *Arabidopsis thaliana* and *Brassica juncea*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2018;148:664-674. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.11.035>
5. Chen J., Huang T., Zeng C., Xing Y., Pan L., Liao Q., ... & Liu Y. Physiological Responses of Pak Choi to Exogenous Foliar Salicylic Acid Under Soil Se Stress. *Water, Air, & Soil Pollution*. 2021;232(9):374. <https://doi.org/10.1007/s11270-021-05319-5>
6. da Cruz Ferreira R.L., de Mello Prado R., de Souza Junior J.P., Gratao P.L., Tezotto T., & Cruz F.J.R. Oxidative stress, nutritional disorders, and gas exchange in lettuce plants subjected to two selenium sources. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2020;(20):1215-1228. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00206-0>
7. Ashraf M.A., Akbar A., Parveen A., Rasheed R., Hussain I., Iqbal M., Phenological application of selenium differentially improves growth, oxidative defense and ion homeostasis in maize under salinity stress. *Plant Physiol. Biochem.* 2018;(123):268–280. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.12.023>
8. Zahedi S.M., Abdelrahman M., Hosseini M.S., Hoveizeh N.F., Tran L.-S.P., Alleviation of the effect of salinity on growth and yield of strawberry by foliar spray of selenium-nanoparticles. *Environ. Pollut.* 2019;(253):246–258. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.04.078>
9. Sardar R., Ahmed S., Shah A. A. & Yasin N. A. Selenium nanoparticles reduced cadmium uptake, regulated nutritional homeostasis and antioxidative system in *Coriandrum sativum* grown in cadmium toxic conditions. *Chemosphere*. 2022;(287):132332. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132332>
10. Ismael M.A., Elyamine A.M., Moussa M.G., Cai M., Zhao X., & Hu C. Cadmium in plants: uptake, toxicity, and its interactions with selenium fertilizers. *Metalloomsics*. 2019;11(2):255-277. <https://doi.org/10.1039/c8mt00247a>
11. Nawaz F., Ahmad R., Ashraf M.Y., Waraich E.A., Khan S.Z. Effect of selenium foliar spray on physiological and biochemical processes and chemical constituents of wheat under drought stress *Ecotoxicol. Environ.* 2015;(113):191-200. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.12.003>
12. Sattar A., Cheema M. A., Sher A., Ijaz M., Ul-Allah S., Nawaz A., & Ali Q. Physiological and biochemical attributes of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings are influenced by foliar application of silicon and selenium under water deficit. *Acta Physiologae Plantarum*. 2019;(41):1-11. <https://doi.org/10.1007/s11738-019-2938-2>
13. Andrade F.R., Nascimento da Silva G., Guimarães K.C., Barreto H.B.F., Dáazio de Souza K.R., Guilherme L.R.G., Faquin V., Rodrigues dos Reis A. Selenium protects rice plants from water deficit stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2018;164(30):562-570. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.08.022>
14. Proietti P., Nasini L., Del Buono D., D'Amato R., Tedeschini E., Businelli D. Selenium protects olive (*Olea europaea* L.) from drought stress *Sci. Hortic. (Amst.)*. 2013;(164):165-171. <https://doi.org/10.1016/j.scientia.2013.09.034>
15. Чупахина Г.Н. Физиологические и биохимические методы анализа растений. Калининград, 2000. 59 с.
16. Полевой В.В., Максимов Г.Б. Методы биохимического анализа растений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. 192 с.

• References

2. Aladina O.N., Akimova S.V., Lebedeva S.YU., Polyanskaya A.E., Skorobogatova I.V., Nikitochkin D.N. Role of substratum and leaf treatment in green gooseberry cuttings taking root in plastic cells. *Izvestiya of Timiryazev agricultural academy*. 2008;(1):111-122. (In Russ.) <https://elibrary.ru/isdlvd>
15. Chupakhina G.N. Physiological and biochemical methods of plant analysis. Kaliningrad, 2000. 59 p. (In Russ.)
16. Polevoy V.V., Maksimov G.B. Methods of biochemical analysis of plants. Leningrad: Leningrad State University Press, 1978. 192 p. (In Russ.)

Об авторах:

Людмила Александровна Марченко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры, SPIN-код: 8671-8187, <https://orcid.org/0000-0002-7247-9829>, Scopus ID: 57193568421, автор для переписки: l.marchenko@rgau-msha.ru
Николай Сергеевич Умнов – аспирант, ассистент кафедры ландшафтной архитектуры института Садоводства и ландшафтной архитектуры, SPIN-код: 7015-2591, <https://orcid.org/0000-0002-3955-4380>, n.umnov@rgau-msha.ru
Александр Валерьевич Соловьев – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой плодоводства, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры, <https://orcid.org/0000-0002-3186-9767>, Scopus ID: 57204731886, SPIN-код: 8245-2748, a.solovev@rgau-msha.ru
Александр Валерьевич Зубков – кандидат экономических наук, доцент кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры, <https://orcid.org/0000-0003-2410-152X>, Scopus ID: 57946823000, SPIN-код: 7829-0105, a.zubkov@rgau-msha.ru
Егор Григорьевич Самошченков – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры, SPIN-код: 6322-9264, plodovod2009@gmail.com
Александр Евгеньевич Буланов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры, SPIN-код: 1728-3643, bulanov@rgau-msha.ru

About the Authors:

Lidiymla A. Marchenko – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Institute of Horticulture and landscape architecture, <https://orcid.org/0000-0002-7247-9829>, Scopus ID: 57193568421; SPIN-code: 8671-8187, Correspondence Author: l.marchenko@rgau-msha.ru
Nikolay S. Umnov – Postgraduate Student, Assistant of the Department of Landscape Architecture, Institute of Horticulture and Landscape Architecture, <https://orcid.org/0000-0002-3955-4380>, SPIN-code: 7015-2591, n.umnov@rgau-msha.ru
Alexandr V. Solov'yev – Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking Institute of Horticulture and Landscape Architecture, <https://orcid.org/0000-0002-3186-9767>, Scopus ID: 57204731886, SPIN-code: 8245-2748, a.solovev@rgau-msha.ru
Alexandr V. Zubkov – Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the Department of fruit growing, viticulture and winemaking, Institute of Horticulture and landscape architecture, <https://orcid.org/0000-0003-2410-152X>, Scopus ID: 57946823000, SPIN-code: 7829-0105, a.zubkov@rgau-msha.ru
Egor G. Samoshchenkov – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Institute of Horticulture and Landscape Architecture, SPIN-code: 6322-9264, plodovod2009@gmail.com
Alexandr E. Bulanov – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of fruit growing, viticulture and winemaking, Institute of Horticulture and Landscape Architecture, SPIN-code: 1728-3643, bulanov@rgau-msha.ru

Оригинальная статья / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-86-95>
УДК: 633.88:631.535.4

И.В. Нечипоренко^{1,2*}, С.В. Акимова^{1*},
П.О. Казаков^{1,2}, Л.А. Марченко¹,
О.А. Колесникова², М.А. Севостянов²

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева 127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., 49

² Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Фитопатологии 143050, Россия, р.п. Большие Вязёмы, ул. Институт, ст. 5

*Авторы для переписки:
vannechiporenko@gmail.com,
akimova@rgau-misha.ru

Финансирование: Данное исследование не имеет внешнего финансирования.

Вклад авторов: Нечипоренко И.В.: проведение исследований, концептуализация; Нечипоренко И.В., Колесникова О.А., Казаков П.О.: сбор данных; Акимова С.В., Марченко Л.А.: методология; Нечипоренко И.В., Акимова С.В., Севостянов М.А.: администрирование данных; Колесникова О.А., Казаков П.О.: создание черновика рукописи; Нечипоренко И.В., Акимова С.В.: создание рукописи и её редактирование; Акимова С.В.: окончательное одобрение варианта рукописи для опубликования.

Конфликт интересов: Акимова С.В. является членом редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2023 года, но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.

Для цитирования: Нечипоренко И.В., Акимова С.В., Казаков П.О., Марченко Л.А., Колесникова О.А., Севостянов М.А. Особенности укоренения микрочеренков водяники чёрной (*Empetrum nigrum L.*) при адаптации. *Овощи России*. 2025;(5):86-95. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-86-95>

Поступила в редакцию: 03.09.2025

Принята к печати: 27.10.2025

Опубликована: 28.10.2025

I.V. Nechiporenko^{1,2*}, S.V. Akimova^{1*},
P.O. Kazakov^{1,2}, L.A. Marchenko¹,
O.A. Kolesnikova², M.A. Sevostyanov²

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya street, 49, Moscow, 127434, Russia

² All-Russian Phytopathology Research Institute, St. Institute, Big Vyazemsky 143050, Russia

***Correspondence Authors:**
vannechiporenko@gmail.com,
akimova@rgau-misha.ru

Funding. This research received no external funding.

Conflict of interest. Akimova S.V. has been a member of the editorial board of the Journal "Vegetable crops of Russia" since 2023, but had nothing to do with the decision to publish this manuscript. The manuscript passed the journal's peer review procedure. The authors declare no other conflicts of interest.

Authors' Contribution: Nechiporenko I.V.: conducting research, conceptualisation; Nechiporenko I.V., Kolesnikova O.A., Kazakov P.O.: data collection; Akimova S.V., Marchenko L.A.: methodology; Nechiporenko I.V., Akimova S.V., Sevostyanov M.A.: data administration; Kolesnikova O.A., Kazakov P.O.: drafting; Nechiporenko I.V., Akimova S.V.: writing and editing; Akimova S.V.: final approval of the manuscript for publication.

For citations: Nechiporenko I.V., Akimova S.V., Kazakov P.O., Marchenko L.A., Kolesnikova O.A., Sevostyanov M.A. Features of rooting microcuttings of black crowberry (*Empetrum nigrum L.*) during adaptation. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(5):86-95. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-86-95>

Received: 03.09.2025

Accepted for publication: 27.10.2025

Published: 28.10.2025

Check for updates

Особенности укоренения микрочеренков водяники чёрной (*Empetrum nigrum L.*) при адаптации



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Чёрная водяника (*E. nigrum L.*) является дикорастущим растением с высоким содержанием биологически активных веществ, к которому в настоящее время постоянно возрастает интерес как к ягодному и лекарственному растению. В связи с чем, чёрная водяника имеет перспективы введения в культуру для использования в качестве лекарственного растительного сырья, содержащего большое количество флавоноидов. Поэтому существует необходимость в разработке ускоренных способов вегетативного размножения, в том числе методом клonalного микроразмножения, одним из критических этапов которого является адаптация к нестерильным условиям. Поэтому целью наших исследований была разработка приёмов адаптации и ризогенеза *ex vitro* микрочеренков водяники чёрной (*E. nigrum L.*) сорта 'Irland' при культивировании на субстратах разного типа с использованием различных стимуляторов корнеобразования.

Методы. Объектами исследований служили неукоренённые микрочеренки растений водяники чёрной (*E. nigrum L.*) сорта 'Irland', полученные путём клonalного микроразмножения *in vitro*. Высадку микрочеренков водяники проводили в III декаде ноября в мини-парники в различные субстраты (торф верховой с $\text{pH}_{\text{KCl}} \leq 3.5-4.0$, мох-сфагnum и агроперлит), в которые по вариантам высаживали обработанные стимуляторами корнеобразования опытные микрорастения ('Радигрин зелёный', 'Микофренд', 'БиоКорень', 'КорнеWin Ультра', контроль без обработки). Мини-парники располагали под светодиодными фитосветильниками Zéma ZML-0160, где плотность потока фотосинтетических фотонов (PPFD) составила 120 $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ с на расстоянии от растений в 50 см с 16/8-часовым (день/ночь) фотопериодом на 45 дней. После адаптации к нестерильным условиям растения содержали в тепличных условиях (температура 22-30 °C, влажность воздуха 70-75%).

Результаты. На 45 сутки адаптации и укоренения микрочеренков водяники чёрной выявлено преимущество культивирования на неорганическом субстрате агроперлит и обработка базальной части микрочеренков мицелиообразующим препаратом 'Микофренд', при котором укореняемость составила 88,9%. Выявлены достоверные различия по морфометрическим показателям корневой системы: по количеству корней – 4.00 ± 0.41 шт., по сравнению с контролем – 2.52 ± 0.35 шт.; суммарная длина корней – 6.24 ± 0.83 см, по сравнению с контролем 2.71 ± 0.40 см. Максимальный суммарный прирост побегов получен в субстрате с кислым торфом с использованием мицелиообразующего препарата 'Микофренд' и составил 6.78 ± 0.88 см, по сравнению с контролем 3.97 ± 0.25 см.

Заключение. Сведения полезны в научном представлении об укореняемости *ex vitro* вечнозелёных растений на примере водяники чёрной сорта 'Irland' и получении качественного посадочного материала при коммерческом использовании для крупномасштабного производства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Empetrum, водяника чёрная, *ex vitro*, адаптация, укоренение, субстраты, стимуляторы корнеобразования

Features of rooting microcuttings of black crowberry (*Empetrum nigrum L.*) during adaptation

ABSTRACT

Relevance. Black crowberry (*E. nigrum L.*) is a wild plant that contains high levels of biologically active substances. It is currently attracting increasing interest as both a berry and a medicinal plant. Therefore, it has potential for cultivation as a source of medicinal plant material containing high amounts of flavonoids. There is therefore a need to develop accelerated methods of vegetative propagation, including clonal micropropagation. A critical step in this process is adapting the plant to non-sterile conditions. The aim of our research was therefore to develop methods for adapting and inducing rhizogenesis *ex vitro* of microcuttings of black crowberry (*E. nigrum L.*) cultivar 'Irland' grown on various substrates using different rooting stimulants.

Methods. The study focused on unrooted microcuttings of black crowberry (*E. nigrum L.*) plants of the 'Irland' variety, which were obtained through clonal micropropagation *in vitro*. The crowberry microcuttings were planted in the third ten-day period of November in mini-greenhouses in various substrates (high-moor peat with $\text{pH}_{\text{KCl}} \leq 3.5-4.0$, sphagnum moss, and agropelite). Experimental microplants treated with root formation stimulants ('Radygreen zelonyy', 'Mycofriend', 'BioKoren', 'KorneWin Ultra') were planted in these substrates. The control variant was a variant without treatment. The mini-greenhouses were located under Zéma ZML-0160 LED phytolamps, with a photosynthetic photon flux density (PPFD) of 120 $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ at a distance of 50 cm from the plants, with a 16/8-hour (light/dark) photoperiod for 45 days. After adaptation to non-sterile conditions, the plants were maintained in a greenhouse (temperature 22-30 °C, air humidity 70-75%).

Results. On the 45th day of adaptation and rooting process of the black crowberry microcuttings', the advantages of cultivating them on an inorganic substrate agropelite and treating the basal parts of the microcuttings with the mycorrhiza-forming preparation 'Mycofriend' was revealed. With a rooting of 88.9%. Significant differences were found in the morphometric indicators of the root system: in the number of roots – 4.00 ± 0.41 pcs., compared to the control 2.52 ± 0.35 pcs.; the total root length – 6.24 ± 0.83 cm, compared to the control – 2.71 ± 0.40 cm. The maximum total shoot growth was obtained in a substrate with acidic peat using the mycorrhiza-forming preparation 'Mycofriend' and amounted 6.78 ± 0.88 cm, compared to the control 3.97 ± 0.25 cm.

Conclusion. The information is useful in the scientific understanding of the rooting ability of evergreen plants *ex vitro*, using the black crowberry cultivar 'Irland' as an example. It could also help us to obtain high-quality planting material for large-scale commercial production.

KEYWORDS:

Empetrum, black crowberry, *ex vitro*, adaptation, rooting, substrates, rooting stimulants

Введение

Водяника (*Empetrum* sp.) – дикорастущая ягодная культура со сложной систематической принадлежностью, по разным сведениям относят как к самостоятельному семейству *Empetraceae*, так и к более известному семейству *Ericaceae*, отличается высоким содержанием биологически активных веществ (БАВ) [1, 2, 3]. Народы Скандинавии, России, Канады и Южной Кореи используют ягоды водяники в качестве сырья для производства различных заготовок (варенья, пасты, напитков), дополнительных ингредиентов в различные продукты [4, 5, 6, 7, 8, 9]. Также ягоды могут использоваться в качестве естественного красителя [10]. Поскольку это малоизвестное в садоводстве ягодное растение, то нет данных о существовании его промышленных насаждений.

Чёрная водяника (*Empetrum nigrum* L.), произрастающая в Северном полушарии Евразии умеренной и полярной зон является двудомным растением, реже можно также встретить обоеполую форму (*Empetrum nigrum* ssp. *hermafroditum*) [4, 7, 11]. Существуют и другие виды с различной окраской плодов, относящиеся к американским видам, и встречаются преимущественно на американском континенте [3].

Чёрная водяника – ползучий, вечнозелёный кустарничек с узкоэллиптическими листьями и невзрачными цветками, с плодами чёрного цвета с сизым налётом, размером 4–6 мм, водянистыми по консистенции. Является широко распространённым видом, ареал обитания которого связан как с лесным, так и безлесными горными и арктическими тундро-выми зонами [12, 13]. Чёрная водяника обладает высокой толерантностью к месту обитания, однако крайне негативно реагирует на загрязнение окружающей среды [14]. Водяника относится к группе ацидофитов, предпочитает бедный состав субстрата и кислые почвы с уровнем pH менее 6,7 (диапазон кислотности pH 4,0–6,0), на корнях имеет эрикоидную микоризы, которая при pH выше 7,5 погибает [15, 16, 17].

В городских агломерациях водяника имеет широкие перспективы введения в культуру при выращивании в качестве лекарственного растительного сырья, содержащего большое количество флавоноидов, широко используемых в фарминдустрии [18, 19, 20, 21]. Поэтому в настоящее время высок интерес к данному ягодному и лекарственному растению.

Традиционно *E. nigrum* размножается зелёными и одревесневшими черенками [22]. Однако, скорость размножения с помощью таких способов неэффективна для воспроизведения достаточного количества растительного материала. Семенной способ размножения используется в лесном питомниководстве для восстановления лесных экосистем

[23]. Однако при этом не сохраняются признаки исходного растения. Семенное размножение у водяники происходит медленнее, чем у схожих по морфологии растений семейства *Ericaceae*, таких как род *Calluna* и род *Erica* [16, 24]. Проблема длительного прорастания семян связана с отвердением эндокарпа, при этом в естественных условиях лишь незначительное число семян прорастает следующей весной после стратификации [13, 25].

Таким образом, в настоящее время существует недостаток в посадочном материале водяники чёрной (*E. nigrum* L.) и есть необходимость в разработке ускоренных способов вегетативного размножения. Для трудно-размножаемых растений самой эффективной технологией для ускоренного размножения является клonalное микроразмножение (*in vitro*) [26, 27, 28, 29, 30]. При использовании этой технологии *in vitro*, есть возможность размножать и получать генетически однородный качественный посадочный материал в необходимом количестве [31, 32, 33]. Однако культивирование растений *in vitro* способствует появлению ряда морфологических, анатомических и физиологических аномалий у микропобегов, затрудняющих перевод регенерантов в условия *ex vitro* [34]. Самый критический этап – адаптация, где может происходить укоренение в условиях *ex vitro*, а также акклиматизация к нестерильным условиям, когда существует большой риск гибели посадочного материала [35, 36].

Успех адаптации к нестерильным условиям значительно варьирует в зависимости от вида растений и применяемых методов [37, 38]. Для успешной адаптации в условиях *ex vitro* должно быть возобновление работы устьичного аппарата, поскольку растения находясь в условиях *in vitro*, находятся в условиях высокой влажности и у них постоянно открытые устьица, что создает доступ для внешней инфекции, которая может способствовать замедлению процессов метаболизма [35, 39, 40]. При этом, период адаптации включает в себя, несколько параллельно проходящих процесса: адаптацию ассимилирующего аппарата к пониженной влажности воздуха – листья, появившиеся при субкультивации в условиях *in vitro*, могут приобретать промежуточные характеристики между листьями, выращенными *in vitro*, и тепличными или полевыми листьями, а также – адаптацию и формирование придаточных корней, которые образуются в культуре *in vitro* анатомически отличаются от корней *ex vitro*, что может приводить к ослаблению поглотительной способности адаптированных микрорастений, что влечёт за собой сложности в адаптации к субстрату и почвенной микрофлоре [41].

Главной задачей на этапе адаптации является достижение функциональности корневой системы при сохранении влажности воздуха близкой к 100% в зоне надземной части при относительной стерильности субстрата, свободного от

патогенных микроорганизмов [42, 43]. Выживаемость и начало роста надземной системы, которые свидетельствует о функционировании и адаптации корневой системы к условиям нового субстрата, во время акклиматизации в значительной степени определяются физико-химическими свойствами среды для выращивания *ex vitro* растений [44].

Существует также другая проблема, которая заключается в том, что адаптируемый материал часто не имеет корней, так как растения водяники чёрной плохо укореняются в условиях *in vitro* и поэтому часто образование корней происходит в период адаптации к нестерильным условиям. Установлено, что у некоторых трудноукореняемых культур, требующих в начале ризогенеза для образования корней применения стимуляторов корнеобразования, длительное нахождение эксплантов на питательной среде с регуляторами роста ауксиновой природы может привести к ингибированию корней, хлорозу листьев и задержке роста побегов на стадии акклиматизации [30, 45]. Кроме этого, это позволяет упростить этап ризогенеза *in vitro* и одновременно получить растения, адаптированные к естественным условиям, что актуально для интенсификации технологии получения посадочного материала [46, 47, 48, 49]. Также имеются сведения, указывающие на большую устойчивость растений к стресс-факторам вовремя адаптации у микрочеренков, укоренённых в условиях *ex vitro* по сравнению с укоренением *in vitro* [50]. Немаловажным остаётся ещё и правильно подобранная интенсивность освещения в период адаптации. Известно, что для увеличения выживаемости растений, интенсивность света необходимо снизить до 66-130 мкмоль/м²/с, что позволит избежать светового шока [51, 52].

Для эффективного укоренения микрочеренков ягодных культур в условиях *ex vitro* большое значение имеет правильный выбор субстрата и стимулятора корнеобразования [38, 53, 54, 55]. Для устранения неблагоприятных факторов, лучшей укореняемости, приживаемости и стимулировании корневой системы, в субстрат можно вносить препараты – биологические агенты (споры микоризных грибов, бактерии, продукты – производные бактерий (белковые препараты), экстракты растений/водорослей), и синтетические аналоги на основе фитогормонов [36, 40, 56, 57, 58, 59].

Talla S.K. с соавт. (2022) и Sharma N. с соавт. (2023) было исследовано, что использование различных субстратов, полученных на основе природных источников, например, таких как верховой торф, кокосовое волокно, или мох-сфагнум, способствуют развитию корней и облегчают адаптацию растений благодаря их пористой структуре и высокой водоудерживающей способности [60, 61]. Однако органические материалы и имеют недостатками, такие как разрушение структуры и уплотнённость, аккумуляция солей, нестабильный pH или микробиологический дисбаланс, которые могут способствовать развитию патологии у растений [62]. Неорганические материалы (агроперлит, вермикулит, ионообменные смолы) способны обладать рядом преимуществ, включая снабжение минеральными питательными веществами, обеспечение подходящей физической структурой и химической стабильностью [63, 64].

Целью наших исследований была разработка приёмов адаптации и ризогенеза *ex vitro* микрочеренков водяники чёрной (*E. nigrum L.*) сорта 'Irland' при культивировании на субстратах разного типа с использованием различных стимуляторов корнеобразования.

Материалы и методы

Опыты проводили в 2023-2024 годах в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии» (ФГБНУ ВНИИФ) в Лаборатории оздоровления и исследования адаптационного потенциала культур и растений, и в УНПЦ садоводства и овощеводства имени В.И. Эдельштейна ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева по методикам А.В. Кильчевского и Е.Н. Седова [65, 66].

Объектами исследований служили неукоренённые микрочеренки растений водяники чёрной (*Empetrum nigrum L.*) сорта 'Irland', полученные путём клонального микрорамножения *in vitro*.

На этапе адаптации микрочеренки высаживали в сборные мини-парники с кассетами на 48 ячеек куполообразной формы с регулируемыми отверстиями (для вентиляции) от HobbyFarm (температура $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$, влажность воздуха 90%) по вариантам (Рис. 1) и располагались под светодиодными



Торф верховой



Мох-сфагнум



Агроперлит

Рис. 1. Микрочеренки водяники чёрной (*E. nigrum L.*) сорта 'Irland' на разных субстратах на укоренении при адаптации
Fig. 1. Microcuttings of black crowberry (*E. nigrum L.*) cv. 'Irland' on different substrates during rooting and adaptation

фитосветильниками Zéma ZML-0160, где плотность потока фотосинтетических фотонов (PPFD) составила 120 мкмоль/м²/с на расстоянии от растений в 50 см с 16/8-часовым (день/ночь) фотопериодом на 45 дней. После адаптации к нестерильным условиям растения содержали в тепличных условиях (температура 22-30 °C, влажность воздуха 70-75%).

Высадку микрочеренков водяники проводили в III декаде ноября в мини-парники в различные субстраты: в торф верховой ($\text{pH}_{\text{KCl}} \leq 3,5-4,0$), мох-сфагнум (из *Sphagnum* sp.) и агроперлит, в которые по вариантам высаживали обработанные стимуляторами корнеобразования опытные растения. Перед высадкой в субстрат базальную часть микрочеренков обрабатывали, путём опудривания. В качестве таких укоренителей использовали препараты 'Радигрин зелёный' – фитогель на основе экстракта ивы, 'Микофренд' – порошкообразный

микоризообразующий стимулятор корнеобразования на основе грибов рода *Glomus*, 'БиоКорень' – порошкообразный биопрепарат на основе растительных экстрактов морских водорослей и 'КорнеШин Ультра' – порошкообразный, содержащий синтезированные ауксины (индол-3-масляную кислоту и нафтилинускусную кислоту в концентрации 0,5% и 0,1%, соответственно). Контрольный вариант без обработки базальной части стимулятором корнеобразования.

По окончании этапа адаптации на 45 сутки культивирования в мини-парниках учитывали укореняемость (% от общего количества микрочеренков) при адаптации и морфометрические показатели развития адаптированных *ex vitro* растений: количество (шт.) и суммарную длину корней (см), количество (шт.) и суммарный прирост побегов (см).

Повторность опытов трёхкратная, по 9 микрочеренков в одной повторности. Статистическую обработку данных про-

Таблица 1. Морфометрические показатели развития корневой системы адаптируемых *ex vitro* микрорастений водяники чёрной (*E. nigrum L.*) сорта 'Ирланд'
Table 1. Morphometric indicators of the development of the root system of *ex vitro* adapted microplants of black crowberry (*E. nigrum L.*) cv. 'Irland'

Стимулятор корнеобразования (Фактор В)	Тип субстрата (Фактор А)			Среднее по фактору В
	Торф верховой	Мох-сфагнум	Агроперлит	
	Укореняемость микрочеренков, %			
Без обработки – контроль	74,1	66,7	70,4	70,4
Радигрин зелёный	33,3	55,6	37,0	42,0
Микофренд	74,1	81,5	88,9	81,5
БиоКорень	70,4	81,5	74,1	75,3
КорнеШин Ультра	25,9	88,9	55,6	56,8
Количество корней, шт.				HCP ₀₅ b = 0,88
Без обработки - контроль	2,89 ± 0,37	2,93 ± 0,43	2,52 ± 0,35	2,78
Радигрин зелёный	1,07 ± 0,35	2,33 ± 0,45 a	1,41 ± 0,40	1,60
Микофренд	3,22 ± 0,52	3,48 ± 0,38	4,00 ± 0,41 a, b	3,56
БиоКорень	2,67 ± 0,38	3,22 ± 0,32	2,56 ± 0,36	2,82
КорнеШин Ультра	0,85 ± 0,30	3,07 ± 0,35 a	2,26 ± 0,48 a	2,06
Среднее по фактору А HCP ₀₅ a = 0,58	2,14	3,01	2,55	x
HCP ₀₅ ab = F _e <F _t для сравнения частных случаев				
	Суммарная длина корней, см			HCP ₀₅ b = 1,42
Без обработки – контроль	2,73 ± 0,40	3,34 ± 0,48	2,71 ± 0,40	2,93
Радигрин зелёный	1,83 ± 0,68	3,09 ± 0,60	1,97 ± 0,63	2,30
Микофренд	6,06 ± 1,14 b	5,26 ± 0,77 b	6,24 ± 0,83 b	5,85
БиоКорень	3,71 ± 0,55	3,99 ± 0,44	3,09 ± 0,46	3,60
КорнеШин Ультра	1,18 ± 0,43	3,60 ± 0,56	3,05 ± 0,70	2,61
Среднее по фактору А HCP ₀₅ a = F _e <F _t	3,10	3,86	3,41	x
HCP ₀₅ ab = F _e <F _t для сравнения частных случаев				

HCP_{05} рассчитана при помощи двухфакторного дисперсионного анализа: результаты выражены как среднее значение (M) ± стандартная ошибка среднего (SEM); «a,b,ab» - разница между средними с контролем достоверна на основе сравнения разниц между средними с HCP на 5% уровне значимости: «a» - по фактору А (Тип субстрата), «b» - по фактору В (Стимулятор корнеобразования), «ab» - при взаимодействии факторов. $F_e < F_t$ – F эмпирическое < F теоретическое, не доказана разница между средними с HCP на 5% уровне значимости

водили при помощи двухфакторного дисперсионного анализа – тип субстрата (Фактор А) и стимулятор корнеобразования (Фактор В), по методикам В.Ф. Моисейченко и А.В. Исачкина [67, 68], с использованием компьютерных программ Microsoft Office Excel 2019 и PAST 4.03. Статистически значимые различия средних значений проверялись с помощью t-критерия ($P<0,05$). Данные представлены в виде средних значений и стандартной ошибки среднего ($M \pm SEM$).

Результаты исследований

На 45 сутки укоренения микрочеренков водяники чёрной сорта ‘Irland’ при адаптации в мини-парниках выявлено преимущество обработки базальных частей микрочеренков стимулятором корнеобразования ‘Микофренд’ перед высадкой

на укоренение. В варианте с укоренением на субстрате, состоящем из агроперлита, где укореняемость составила 88,9 % против 70,4% в контроле. Достоверные различия получены по фактору b (стимулятор корнеобразования) по числу корней ($4,00 \pm 0,41$ шт., по сравнению с контролем $2,52 \pm 0,35$ шт.) и суммарной длине корней ($6,24 \pm 0,83$ см, по сравнению с контролем $2,71 \pm 0,40$ см) (Табл. 1).

В вариантах с укоренением микрочеренков на субстратах, состоящих из верхового торфа и мха сфагнума также были выявлены достоверные различия с контролем по фактору b (стимулятор корнеобразования) по суммарной длине корней ($5,26 \pm 0,77$ – $6,06 \pm 1,14$ см, по сравнению с контролем $2,73 \pm 0,40$ – $3,34 \pm 0,48$ см), однако укореняемость в данных вариантах составила 74,1 и 81,5%.

Таблица 2. Морфометрические показатели развития надземной системы адаптируемых ex vitro микrorастений водяники чёрной (*E. nigrum L.*) сорта ‘Irland’

Table 2. Morphometric indicators of the development of the aboveground system of ex vitro adapted microplants of black crowberry (*E. nigrum L.*) cv. ‘Irland’

Стимулятор корнеобразования (Фактор В)	Тип субстрата (Фактор А)			Среднее по фактору В $HCP_{05} b = 0,28$
	торф верховой	мох-сфагнум	агроперлит	
	Количество побегов, шт.			
Без обработки – контроль	$1,41 \pm 0,11$	$1,37 \pm 0,12$	$1,33 \pm 0,11$	1,37
Радигрин зелёный	$1,33 \pm 0,13$	$1,48 \pm 0,15$	$1,15 \pm 0,09$	1,32
Микофренд	$1,48 \pm 0,17$	$1,30 \pm 0,14$	$1,44 \pm 0,16$	1,41
БиоКорень	$1,89 \pm 0,16$ b	$1,56 \pm 0,13$	$1,52 \pm 0,12$	1,66
КорнеШин Ультра	$1,07 \pm 0,05$	$1,26 \pm 0,11$	$1,11 \pm 0,06$	1,45
Среднее по фактору А $HCP_{05} a = Fe < Ft$	1,44	1,39	2,20	x
$HCP_{05} ab = Fe < Ft$ для сравнения частных случаев				
	Суммарный прирост побегов, см			$HCP_{05} b = 0,81$
Без обработки – контроль	$3,97 \pm 0,25$	$3,88 \pm 0,17$	$3,65 \pm 0,18$	3,83
Радигрин зелёный	$4,18 \pm 0,30$ a	$3,85 \pm 0,30$ a	$3,21 \pm 0,35$	3,75
Микофренд	$6,78 \pm 0,88$ a, b, ab	$4,73 \pm 0,42$ a, b	$3,78 \pm 0,35$	5,10
БиоКорень	$4,42 \pm 0,29$	$4,21 \pm 0,29$	$4,33 \pm 0,31$	4,32
КорнеШин Ультра	$3,47 \pm 0,25$	$3,07 \pm 0,27$	$3,09 \pm 0,33$	3,21
Среднее по фактору А $HCP_{05} a = 0,54$	4,56	3,95	3,61	x
$HCP_{05} ab = 1,57$ для сравнения частных случаев				

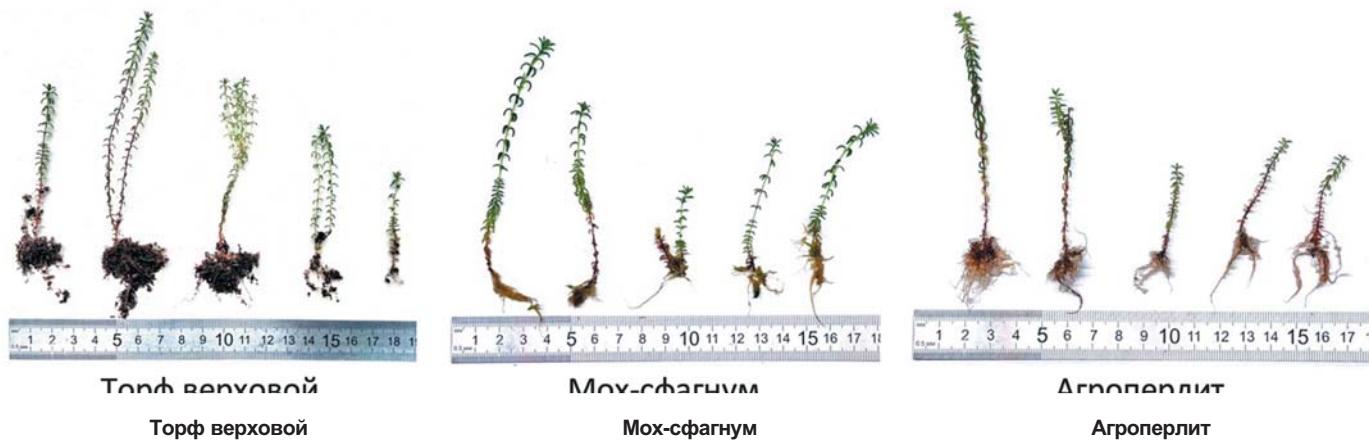


Рис. 2. Внешний вид опытных растений водяники чёрной (*E. nigrum L.*) культивируемых на разных субстратах в условиях *ex vitro*
Fig. 2. Appearance of experimental plants of black crowberry (*E. nigrum L.*) cultivated on different substrates under *ex vitro* conditions

Также лучшая укореняемость (88,9%) выявлена при обработке базальных частей микрочеренков стимулятором корнеобразования 'КорнеШин Ультра' на субстрате, состоящем из мха сфагнума, однако при учёте морфометрических показателей развития числа и суммарной длины не было выявлено достоверных различий с контролем по фактору *b* (стимулятор корнеобразования) (рис. 2).

При учётах и наблюдениях за показателями развития надземной системы опытных *ex vitro* растений водяники сорта 'Irland' достоверные различия с контролем по фактору *b* (стимулятор корнеобразования) получены в вариантах с укоренением микрочеренков на субстрате из верхового торфа с обработкой стимулятором корнеобразования 'БиоКорень', где число побегов составило $1,89 \pm 0,16$ шт. по сравнению с $1,41 \pm 0,11$ шт. в контроле (табл. 2).

Достоверные различия с контролем по фактору *a* (тип субстрата) получены в вариантах с укоренением микрочеренков на субстратах, состоящих из верхового торфа и мха сфагнума с обработкой перед высадкой стимулятором корнеобразования 'Радигрин зелёный', где суммарная длина побегов составила $3,85 \pm 0,30 - 4,18 \pm 0,30$ см по сравнению с $3,21 \pm 0,35$ см в контроле.

Лучшие результаты влияния типа субстрата (фактор *a*) и стимулятора корнеобразования (фактор *b*) получены при обработке микрочеренков микоризосодержащим стимулятором корнеобразования 'Микофренд', при применении которого суммарный прирост побегов составил $(4,73 \pm 0,42 - 6,78 \pm 0,88)$ см по сравнению с $3,78 \pm 0,35 - 3,97 \pm 0,25$ см в контролях без обработки) (рис. 2).

Обсуждение

Функционирование корневой системы часто имеет решающее значение для успеха микроразмножения, однако у вечнозелёных растений ризогенез *in vitro* обычно

затруднён и требует дополнительных приёмов культивирования [69].

В нашем исследовании мы обнаружили, что тип субстрата и вид стимулятора корнеобразования могут по-разному влиять на укоренение микрочеренков водяники чёрной (*E. nigrum L.*) сорта 'Irland'. Так как на показатели развития корневой системы в большей степени влияли используемые стимуляторы корнеобразования, а на показатели надземной части влияли фактор *a* (тип субстрата), фактор *b* (стимулятор корнеобразования) и их взаимодействие между собой (Табл. 1, 2).

Описывая корневую систему, стоит отметить, что на количество корней больше влиял тип субстрата, а на суммарную длину корней – укоренители. По суммарной длине корней самым лучшим стимулятором корнеобразования был микоризообразующий препарат 'Микофренд' на всех субстратах: от $5,26 \pm 0,77$ см до $6,24 \pm 0,83$ см, по сравнению с контролем – от $2,71 \pm 0,40$ см до $3,34 \pm 0,48$ см и с наибольшим средним % укореняемости по трём субстратам. Видимо, это обуславливается тем, что водяника – ацидофильное растение, которое в природных условиях обитает на бедных почвах, где корневая система находится в верхний слоях почвы и сконцентрирована в одном месте, а функцию поглощения питательных элементов, вместо корневых волосков, выполняют микоризные грибы. Однако при попадании в условия аэрированных и обогащённых питательными веществами субстратов (косвенно внесённых с микрочеренками), в течение периода адаптации и укоренения происходит корневое растяжение клеток и увеличивается длина корней [70].

Помимо этого, в состав препарата 'Микофренд' также входят гуминовые вещества, которые способны взаимодействовать с почвенными ферментами, способные активизировать иммунитет и развитие образования корней на микрочеренках [71]. Кроме этого, в состав входит *Trichoderma harzianum* – хорошо известный биологический агент, который в природе встречается повсеместно и является эндо-

фитным симбионтом [72, 73]. Как и *Trichoderma harzianum*, род бактерий *Bacillus* sp. считается полезным в сельском хозяйстве благодаря высокому уровню антагонизма по отношению к различным фитопатогенным микроорганизмам, а ещё *Pseudomonas fluorescens* – грамотрицательная бактерия, обладающая антибактериальным свойствами, привлекающая внимание исследователей как альтернатива химическим бактерицидным средствам [74, 75, 76, 77]. Новые исследования показывают, что не только симбиотические грибы, но и бактерии способны оказывать большое влияние развитие эрикоидных растений [78].

При использовании стимулятора корнеобразования 'КорнеШин Ультра' влияние на количество корней оказалось только фактором а – тип субстрата ($2,26 \pm 0,48 - 3,07 \pm 0,35$ шт., по сравнению с контролем $0,85 \pm 0,30$ шт.) для агроперлита и мха-сфагнума. Данные субстраты обладают большим количеством разрыхляющих элементов и их часто включают в состав сложных субстратов при традиционном черенковании различных культур [79]. Они достоверно влияли на образование новых корней на микрочеренках водяники и считаем их эффективными.

Описывая надземную систему, стоит отметить, что торф верховой оказывает более существенное влияние на показатели надземной системы, чем другие субстраты, поскольку обладает большей удерживающей способностью, благодаря своей пористости и буферной структуре, которая позволяет ему впитывать и аккумулировать большое количество влаги, солей и питательных веществ. Кроме этого, стоит отметить, что после образования корневой системы лучшее использование питательных веществ происходит именно в торфяном субстрате, поскольку после образования корней внесенная вместе с препаратом микрофлора стала оказывать существенное влияние на стимулирование надземной части, кроме того, эта флора развивалась в привычной для себя среде [78].

На количество побегов существенное влияние оказал биологический препарат 'БиоКорень' ($1,89 \pm 0,16$ шт., по сравнению с контролем $1,41 \pm 0,11$ шт.), состав которого составляет экстракты морских водорослей, обладающие протекторной

активностью, т.е. повышают устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам, способны выступать в качестве стимулятора роста и биоудобрений [80, 81, 82]. На суммарный прирост побегов существенное влияние оказали все факторы в варианте с кислым торфом с использованием стимулятора корнеобразования – микоризообразующего препарата 'Микофренд' и составила $6,78 \pm 0,88$ см по сравнению $3,97 \pm 0,25$ см в контроле. По всей видимости, образование новых корней способствует лучшему усвоению гуминовых веществ, а также взаимодействие корней с комплексом бактерий и грибов.

Заключение

Полученные нами результаты по адаптации способствовали лучшему представлению условий укоренения *ex vitro* микрочеренков водяники чёрной (*E. nigrum* L.) сорта 'Irland' при культивировании на различных типах субстратах (кислый торф, мох-сфагнум и агроперлит) и подбора оптимальных стимуляторов корнеобразования ('Радигрин зелёный', 'Микофренд', 'БиоКорень', 'КорнеШин Ультра' и без обработки – контроль).

Лучшие результаты были достигнуты при применении стимулятора корнеобразования 'Микофренд' для обработки базальной части микрочеренков водяники чёрной (*E. nigrum* L.) сорта 'Irland' перед высадкой на укоренение и адаптацию. При этом лучшие показатели развития корневой системы выявлены при укоренении в неорганическом субстрате агроперлит, при применении которого укореняемость составила 88,9%, количество корней в 1,6 раз, суммарная длина корней в 2,0 раза превысили показатели контроля без обработки стимулятором корнеобразования. Однако лучшие показатели развития надземной системы опытных растений выявлены при укоренении на субстратах, состоящих из верхового торфа и мха сфагнума, при применении которых суммарный прирост побегов 1,2-1,7 превысил показатели контроля, при укореняемости 74,1-81,5%.

Сведения могут быть полезны в научном представлении об укореняемости *ex vitro* древесных кустарников на примере водяники чёрной сорта 'Irland' и получении качественного посадочного материала при коммерческом использовании для крупномасштабного производства.

• Литература

- Muravnik L.E. Shavarda A.L. Leaf glandular trichomes in *Empetrum nigrum*: morphology, histochemistry, ultrastructure and secondary metabolites. *Nordic Journal of Botany*. 2012;30:470-481. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2011.01322.x>
- Hagerup O. Studies on the *Empetraceae*. *Biol. Meddr.* 1946;20:1-49.
- Lorion J., Small E. Crowberry (*Empetrum*): a chief arctic traditional indigenous fruit in need of economic and ecological management. *The Botanical Review*. 2021;87:259-310. <https://doi.org/10.1007/s12229-021-09248-0>
- Koskela A.K.J., Anttonen M.J., Soininen T.H., Saviranta N.M.M., Auriola S., Julkunen-Tiitto R., Karjalainen R.O. Variation in the anthocyanin concentration of wild populations of crowberries (*Empetrum nigrum* L. subsp. *hermafroditum*). *J. Agric. and Food Chem.* 2010;58(23):12286-12291. <https://doi.org/10.1021/jf1037695>
- Park S.Y., Lee E.S., Han S.H., Lee H.Y., Lee S. Antioxidative effects of two native berry species, *Empetrum nigrum* var. *japonicum* Koch and *Rubus buergeri* Miq., from the Jeju Island of Korea. *Journal of Food Biochemistry*. 2012;36(6):675-682. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2011.00582.x>
- Кочкин Р.А., Лобанов А.А., Андронов С.В., Костицын В.В., Попов А. И., Лобанова Л.П., Кобелькова И.В., Камбаров А.О. Эффективности шикши чёрной в коррекции холодового стресса. *Вестник новых медицинских технологий*. 2017;24(4):66-72.

- <https://www.elibrary.ru/zxajj>
https://doi.org/10.12737/article_5a38f3d06a2580.70516474
7. Manninen O.H., Peltola R. Effects of picking methods on the berry production of bilberry (*Vaccinium myrtillus*), lingonberry (*V. vitis-idaea*) and crowberry (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) in Northern Finland. *Silva Fennica*. 2013;47:1-12.
<https://doi.org/10.14214/sf.972>
8. Seeram N.P. Berry fruits: compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and disease. *J. Agric. Food Chem.* 2008;56:627-629.
<https://doi.org/10.1021/jf071988k>
9. Svanberg I., Ægisson S. Edible wild plant use in the Faroe Islands and Iceland. *Acta Soc. Bot. Pol.* 2012;81:233-238.
<https://doi.org/10.5586/asbp.2012.035>
10. Jurikova T., Mlcek J., Skrovankova S., Balla S., Sochor J., Baron M., Sumczynski D. Black crowberry (*Empetrum nigrum* L.) flavonoids and their health promoting activity. *Molecules*. 2016;21:1685.
<https://doi.org/10.3390/molecules21121685>
11. Sulavik J., Auestad I., Boudreau S., Halvorsen R., Rydgren, K. Population re-establishment and spatial dynamics of crowberry (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*), a foundation species in restored alpine ecosystems. *Ecology and Evolution*. 2024;14:e70242. <https://doi.org/10.1002/ece3.70242>
12. Мазуренко М.Т. Вересковые кустарнички Дальнего Востока. М.: «Наука»; 1982. 184 с.
13. Bell J.N., Tallis J.H. *Empetrum nigrum* L. *Journal of Ecology*. 1973;61:289-305. <https://doi.org/10.2307/2258934>
14. Zverev V.E., Zvereva, E.L., Kozlov, M.V. Slow growth of *Empetrum nigrum* in industrial barrens: combined effect of pollution and age of explant plants. *Environmental Pollution*. 2008;156:454-460. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2008.01.025>
15. Parkinson L.V., Mulder C.P.H., Putman M., Ruggles A., Sousa E.E., Spellman K.V. Crowberry in a changing climate: threats and opportunities. Berries in Alaska's changing environment Series: *Empetrum nigrum*. Institute of Arctic Biology and International Arctic Research Center, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, Alaska, USA., p. 1-19.
16. Tybirk K., Nilsson M.-C., Michelsen A., Kristensen H.L., Shevtsova A., Strandberg M.T., Johansson M., Nielsen K.E., Riis-Nielsen T., Strandberg B., Johnsen I. Nordic *Empetrum* dominated ecosystems: function and susceptibility to environmental changes. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*. 2000;29:90-97.
<https://doi.org/10.1579/0044-7447-29.2.90>
17. Ruotsalainen A.L., Markkola A.M., Kozlov M.V. Birch effect on root fungal colonisation of crowberry are uniform along different environmental gradients. *Basic and Applied Ecology*. 2010;11:459-467.
<https://doi.org/10.1016/j.baae.2010.05.002>
18. Исаева М.А., Буракова М.А., Дудецкая Н.А. Разработка технологии сухого экстракта водяники черной травы. *Молодая фармацевтика – потенциал будущего* 2022. Материалы конференции. 2022. С. 709-712. <https://www.elibrary.ru/axsmjg>
19. Bezverkhniaia E.A., Povet'eva T.N., Kadyrova T.V., Suslov N.I., Nesterova Y.V., Afanaseva O.G., Kul'pin P.V., Yusova Y.G., Ermilova E.V., Miroshnichenko A.G., Brazovskii K.S., Belousov M.V. Screening study for anticonvulsive activity of lipophilic fractions from *Empetrum nigrum* L. *Research Results in Pharmacology*. 2020;6:67-73. <https://doi.org/10.3897/rrpharmacology.6.55015>
20. Bae H.-S., Kim H.J., Kang J.H., Kudo R., Hosoya T., Kumazawa S., Jun M., Kim O.-Y., Ahn M.-R. Anthocyanin profile and antioxidant activity of various berries cultivated in Korea. *Natural Product Communications*. 2015;10(6):963-968.
<https://doi.org/10.1177/1934578X1501000>
21. Wollenweber E., Dörr M., Stelzer R., Arriaga-Giner F.A. Lepophilic phenolics from the leaves of *Empetrum nigrum* – chemical structures and exudate localization. *Bot. Acta*. 1992;105:300-305.
<https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1992.tb00302.x>
22. Hagen D. Propagation of native Arctic and alpine species with a restoration potential. *Polar Research*. 2002;21:37-47.
<https://doi.org/10.3402/polar.v21i1.6472>
23. Szmidt A.E., Nilsson M.-C., Briceño E., Zackrisson O., Wang X.-R. Establishment and genetic structure of *Empetrum hermaphroditum* populations in northern Sweden. *Journal of Vegetation Science*. 2002;13:627-634.
<https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02090.x>
24. Pons T.L. Dormancy, germination and mortality of seeds in heathland and inland sand dunes. *Acta Bot. Neerl.* 1989;38(3):327-335. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1989.tb01356.x>
25. Baskin C.C., Zackrisson O., Baskin J.M. Role of warm stratification in promoting germination of seeds of *Empetrum hermaphroditum* (*Empetraceae*), a circumboreal species with a stony endocarp. *American Journal of Botany*. 2002;89:486-493.
<https://doi.org/10.3732/ajb.89.3.486>
26. Qarachoboghi A.F., Alijanpour A., Hosseini B., Shafiei A.B. Efficient and reliable propagation and rooting of foetid juniper (*Juniperus foetidissima* Willd.), as an endangered plant under *in vitro* condition. *In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant.* 2022;58:399-406.
<https://doi.org/10.1007/s11627-021-10239-4>
27. Li Q., Yu P., Lai J., Gu M. Micropropagation of the potential blueberry rootstock – *Vaccinium arboreum* through axillary shoot proliferation. *Scientia Horticulturae*. 2021;280:109908.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.109908>
28. Wang Y., Zhang X., Jiang Z., Yang X., Liu X., Ou X., Su W., Chen R. Establishment and optimization of micropropagation system for southern highbush blueberry. *Horticulturae*. 2023;9:893.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae9080893>
29. Hanus-Fajerska E., Wiszniewska A., Czaicki P. Effectiveness of *Daphne* L. (*Thymelaeaceae*) *in vitro* propagation, rooting of microshoots and acclimatization of plants. *ACTA AGROBOTANICA*. 2012;65:21-28. <https://doi.org/10.5586/aa.2012.039>
30. Park S.-Y., Kim Y.-W., Moon H.-K. Practical factors controlling *in vitro* multiplication and rooting in *Empetrum nigrum* var. *japonicum*, an endangered woody species. *Korean J. Plant Res.* 2012;25(6):739-744.
<https://doi.org/10.7732/kjpr.2012.25.6.739>
31. Wei X., Chen J., Zhang C., Wang Z. *In vitro* shoot culture of *Rhododendron fortunei*: an important plant for bioactive phytochemicals. *Industrial Crops & Products*. 2018;126:456-465.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.10.037>
32. Samridha V., Chandra S. In-vitro propagation to conserve medicinally important plants: insight, procedures, and opportunities. In: Kumar, L., Bharadvaja, N., Singh, R., Anand, R. (eds) Medicinal and Aromatic Plants. Sustainable Landscape Planning and Natural Resources Management. Springer, Cham; 2024:13-25.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-60117-0_2
33. Han M.-S., Park S.-Y., Moon H.-K., Kang Y.-J. Micropropagation of a rare tree species, *Empetrum nigrum* var. *japonicum* K. Koch via axillary bud culture. *Jour. Korean For. Soc.* 2010;99(4):568-572.
34. Зайцева Ю.Г., Амброс Е.В., Новикова Т.И. Укоренение и адаптация регенерантов морозоустойчивых представителей рода *Rhododendron* к условиям *ex vitro*. *Turczaninowia*. 2018;21(1):144-152. <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.21.1.13>
<https://www.elibrary.ru/yuaixi>
35. Акимова С.В., Раджабов А.К., Бухтин Д.А., Киркаки В.В., Аладина О.А., Деменко В.И., Белошапкина О.О. Адаптация к нестерильным условиям растений винограда укорененных *in vitro* на питательной среде, обогащенной кремнийорганическими соединениями. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2019;(5):34-53. <https://doi.org/10.34677/0021-3420-2019-5-34-53> <https://www.elibrary.ru/wbtouq>
36. Pospišilová J., Tichá I., Kadlec P., Haisel D., Plzáková Š. Acclimation of micropropagated plants to *ex vitro* conditions. *BIOLOGIA PLANTARUM*. 1999;42(4):481-497.
<https://doi.org/10.1023/A:1002688208758>
37. Chandra S., Bandopadhyay R., Kumar V., Chandra R. Acclimation of tissue cultured plantlets: from laboratory to land. *Biotechnol Lett.* 2010;32:1199-1205. <https://doi.org/10.1007/s10529-010-0290-0>
38. Рундя А.П., Викс Т.Н., Кухарчик Н.В. Влияние субстрата на адаптацию сортов вишни *ex vitro*. *Плодоводство*. 2018;30:99-103. <https://www.elibrary.ru/pdbmys>
39. Preece J.E., Sutter, E.G. Acclimation of micropropagated plants to the greenhouse and field. In *Micropropagation. Technology and Application*; Debergh, P.C., Zimmerman, R.H., Eds.: Kluwer Academic Publishers, 1991:71-93. https://doi.org/10.1007/978-94-009-2075-0_5
40. Shiwani K., Sharma D., Kumar A. Improvement of plant survival and expediting acclimatization process. In *Commercial Scale Tissue Culture for Horticulture and Plantation Crops*; Gupta, S., Chaturvedi,

- P., Eds., Springer: Singapore, 2022: 227-291.
https://doi.org/10.1007/978-981-19-0055-6_12.
41. Гашенко О.А., Кухарчик Н.В. Влияние субстратов на ризогенез и адаптацию *ex vitro* растений-регенерантов ежевики. *Плодовоодство*. 2020;32:134-138. <https://www.elibrary.ru/vmpri>
42. Корнацкий С.А. Культура тканей как модель изучения адаптивных процессов в онтогенезе плодовых и ягодных растений. *Плодовоодство и ягодоводство России*. 1996;3:84-89.
43. Sutter E.G., Hutzell M. Use of humidity tents and antitranspirants in the acclimatization of tissue-cultured plants to the greenhouse. *Scientia Horticulturae*. 1984;23(4):303-312.
[https://doi.org/10.1016/0304-4238\(84\)90026-8](https://doi.org/10.1016/0304-4238(84)90026-8)
44. Yazar K. Evaluation of the effects of chitosan application and growing media on the adaptation process of fercal grape rootstock. *BMC Plant Biology*. 2025;25:1152.
45. Maynard C.A., Kavanagh K., Fuernkranz H., Drew A.P. Black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.). In: Y.P.S. Bajaj (Ed.), Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 16. Trees III. Springer, Berlin; 1991:3-22. https://doi.org/10.1007/978-3-662-13231-9_1
46. Nin S., Carla Benelli C., Petrucci W.A., Turchi A., Pecchioli S., Gori M. Giordani E. *In vitro* propagation and conservation of wild bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) genotypes collected in the Tuscan Apennines (Italy). *Journal of Berry Research*. 2019;9:411-430.
<https://doi.org/10.3233/JBR-180379>
47. Кухарчик Н.В., Кастроцкая М.С., Семенас С.Э., Колбанова Е.В., Красинская Т.А., Волосевич Н.Н., Соловей О.В., Змушко А.А., Божидай Т.Н., Рудня А.П., Малиновская А.М. Размножение плодовых растений в культуре *in vitro*. Минск: Беларусская наука; 2016. 208 с.
48. Debergh P. C., Maene L. J. A scheme for commercial propagation of ornamental plants by tissue culture. *Sci. Hort.* 1981;14(4):335345. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(81\)90047-9](https://doi.org/10.1016/0304-4238(81)90047-9)
49. Singh A., Agarwal P.K. Enhanced micropagation protocol of *ex vitro* rooting of a commercially important crop plant *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider. *Journal of Forest Science*. 2016;62(3):107-115. <https://doi.org/10.17221/80/2015-JFS>
50. McClelland M.T., Smith M.A.L., Carothers Z.B. The effects of *in vitro* and *ex vitro* root initiation on subsequent microcutting root quality in three woody plants. *Plant Cell Tiss Organ Cult*. 1990;23:115-123. <https://doi.org/10.1007/BF00035831>
51. Bonga J.M., Von Aderkas P. *In vitro* culture of trees. *Forestry sciences*, volume 38; 1992: 238.
52. Koza T. Acclimatization of micropagated plants. In: Bajaj Y.P.S. (eds) High-Tech and Micropagation I. Biotechnology in Agriculture and Forestry, vol 17. Springer, Berlin, Heidelberg; 1991:127-141. https://doi.org/10.1007/978-3-642-76415-8_8
53. Sato-Yamauchi M., Tsuda H., Araki K., Uchida A., Yasuda K., Tetsumura T., Komatsu H., Kunitake H. Clonal propagation system using plant tissue culture and *ex vitro* rooting in Japanese wild *Vaccinium* and blueberry cultivars. *園学研 (Hort. Res. (Japan))*. 2012;11(1):13-19. <https://doi.org/10.2503/hrj.11.13>
54. Nawandish F., Dumanoğlu H., Sarıkamış G. Novel approaches to improve rooting of microshoots, acclimatization and plant growth of Pyrodwarf pear rootstock. *Plant Cell Tiss. Organ Cult*. 2024;157:58. <https://doi.org/10.1007/s11240-024-02781-x>
55. Pelizza T.R., Damiani C.R., Rufato A. de R., de Souza A.L.K., Ribeiro M. de F., Schuch M.W. Microcutting in blueberry using branch from different positions and substrates. *Bragantia*. 2011;70(2):319-324.
<https://doi.org/10.1590/S0006-87052011000200010>
56. Villarreal-Ruiz L., Neri-Luna C., Anderson I.C., Alexander I.J. *In vitro* interactions between ectomycorrhizal fungi and ericaceous plants. *Symbiosis*. 2012;56:67-75. <https://doi.org/10.1007/s13199-012-0161-7>
57. Wei X., Chen J., Zhang C., Liu H., Zheng X., Mu J. Ericoid mycorrhizal fungus enhances microcutting rooting of *Rhododendron fortunei* and subsequent growth. *Horticulture Research*. 2020;7:140.
<https://doi.org/10.1038/s41438-020-00361-6>
58. Song G.Q. Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). In *Agrobacterium Protocols: Methods in Molecular Biology*, vol. 1224; Wang, K. Eds., Springer, New York, NY, 2015: 121-132.
https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1658-0_11
59. Шуплецова О.Н., Товстик Е.В., Попыванов Д.В. Адаптация к почве стерильных растений пшеницы в условиях прикорневой обработки экзометаболитами базидиальных грибов. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2024;25(6):1028-1037.
<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.6.1028-1037>
<https://www.elibrary.ru/bhxpde>
60. Talli S.K., Bagari P., Manga S., Aileni M., Mamidala P. Comparative study of micropropagated plants of grand Naine banana during *in vitro* regeneration and *ex vitro* acclimatization. *Biocatal Agric Biotechnol*. 2022;42:102325.
<https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102325>
61. Sharma N., Kumar N., James J., Kalia S., Joshi S. Strategies for successful acclimatization and hardening of *in vitro* regenerated plants: challenges and innovations in micropagation techniques. *Plant Sci Today*. 2023;10:90-7. <https://doi.org/10.14719/pst.2376>
62. Pascual J.A., Ceglie F., Tuzel Y., Koller M., Koren A., Hitchings R., Tittarelli F. Organic substrate for transplant production in organic nurseries. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 2018;38:35.
<https://doi.org/10.1007/s13593-018-0508-4>
63. Hoang N.N., Kitaya Y., Shibuya T., Endo R. Effects of supporting materials in *in vitro* acclimatization stage on *ex vitro* growth of *Wasabi* plants. *Sci Hortic*. 2020;261:109042.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109042>
64. Цыдендамбаев А.Д. Тепличный практикум: «Полив. Питание. Субстраты» (дайджест журнала «Мир Теплиц»). М., 2019. 306 с.
65. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генетические основы селекции растений. В 4 т. Т. 3. Биотехнология в селекции растений. Клеточная инженерия; под науч. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. Минск: Беларусь. наука, 2012. 489 с.
66. Седов Е.Н., Огольцова Т.П. Программа и методика сортознечения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с. <https://www.elibrary.ru/yhaozt>
67. Моисейченко В.Ф., А.Х. Заверюха, М.Ф. Трифонова. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве. М.: Колос, 1994. 383 с.
68. Исачкин А.В., Крючкова В.А. Основы научных исследований в садоводстве: учебник для вузов. Санкт-Петербург: Лань; 2020. 420 с.
69. Nowakowska K., Nongdam P., Samsurizal N.A., Pacholczak A. An efficient micropagation protocol for the endangered european shrub february daphne (*Daphne Mezereum* L.) and identification of bacteria in culture. *Agriculture*. 2023;13(9):1692.
<https://doi.org/10.3390/agriculture13091692>
70. Korcak R.F. Nutrition of blueberry and other calcifuges. In: Janick J. (Ed.). Horticultural Reviews, vol. 10. Timber Press, Portland, Oregon; 1988:183-227. <https://doi.org/10.1002/9781118060834.ch6>
71. Maffia A., Oliva M., Marra F., Mallamaci C., Nardi S., Muscolo A. Humic substances: bridging ecology and agriculture for a greener future. *Agronomy*. 2025;15:410. <https://doi.org/10.3390/agronomy15020410>
72. Geng Y., Chen S., Lv P., Li Y., Li J., Jiang F., Wu Z., Shen Q., Zhou R. Positive role of *Trichoderma harzianum* in increasing plant tolerance to abiotic stresses: a review. *Antioxidants*. 2025; 14(7):807.
<https://doi.org/10.3390/antiox14070807>
73. Yao X., Guo H., Zhang K., Zhao M., Ruan J., Chen J. *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. *Front. Microbiol*. 2023;14:1160551.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1160551>
74. Sagar A., Yadav S.S., Sayyed R.Z., Sharma S., Ramteke P.W. *Bacillus subtilis*: a multifarious plant growth promoter, bio-control agent, and bioalleviator of abiotic stress. In *Bacilli in Climate Resilient Agriculture and Bioprospecting*; Islam M.T., Rahman M., Pandey P. Eds., Springer, Cham., 2022: 561-580.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-85465-2_24
75. Ortiz A., Sansinenea E. 5 – *Bacillus* sp. as biofertilizers applied in horticultural crops. *Bio-Inoculants in Horticultural Crops. Advances in Bio-Inoculant Sciences*, Volume 3; Rakshit A., Meena V.S., Fraceto L.F., Parihar M., Mendon A.B., Singh H.B., Eds., Elsevier Inc., 2024: 97-108.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-96005-2.00007-6>
76. Taylor T.B., Silby M.W., Jackson R.W. *Pseudomonas fluorescens*. *Trends in Microbiology*. 2025;33:250-251.
<https://doi.org/10.1016/j.tim.2024.11.005>
77. Mohan V., Wibisono R., Chalke S., Fletcher G., Leroi F. The anti-listeria activity of *Pseudomonas fluorescens* isolated from the horticultural environment in New Zealand. *Pathogens*. 2023;12:349.

- <https://doi.org/10.3390/pathogens12020349>
78. Fuentes-Quiroz A., Herrera H., Alvarado R., Sagredo-Saez C., Isabel-Mujica M., Vohník M., Rolli E. Cultivable root-symbiotic bacteria of a pioneer ericaceous dwarf shrub colonizing volcanic deposits and their potential to promote host fitness. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 2024;24:3355-3363. <https://doi.org/10.1007/s42729-024-01758-1>
79. Krein S., Svensson M., Rumpunen K. Rooting of clematis microshoots and stem cuttings in different substrates. *Scientia Horticulturae.* 2002;96(1-4):351-357. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(02\)00126-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00126-7)
80. Nguyen A.Q., Khan A.L., Ray R.L., Shan X., Balan V. Potential of algae as fertilizers and plant stimulants for sustainable and eco-friendly agriculture. *Algal Research.* 2025;91:104337
<https://doi.org/10.1016/j.algal.2025.104337>
81. Yu J., Luo B., Yang Y., Ren S., Xu L., Wang L., Jia X., Zhu Y., Yi K. Polyphosphate-enriched algae fertilizer as a slow-release phosphorus resource can improve plant growth and soil health. *Journal of Integrative Agriculture.* 2025;24(9):3656-3670.
<https://doi.org/10.1016/j.jia.2025.02.004>
82. Chojnacka K., Saeid A., Witkowska Z., Tuhy L. Biologically active compounds in seaweed extracts – the prospects for the application. *The Open Conference Proceedings Journal.* 2012;3:20-28.
<https://doi.org/10.2174/1876326X01203020020>
- References**
6. Kochkin R.A.; Lobanov A.A.; Andronov S.V.; Kostricin V.V.; Popov A.A.; Lobanova, L.P.; Kobelkova, I.V.; Kambarov, A.O. Efficiency of black crowberry (*Empetrum nigrum* L.) in correction of cold stress. *Journal of new medical technologies.* 2017;24(4):66-72. (In Russ.)
<https://www.elibrary.ru/zxaij>
https://doi.org/10.12737/article_5a38f3d06a2580.70516474
12. Mazurenko M.T. *Ericaceous shrubs of the Far East (structure and morphogenesis).* Khokhryakov, A.P., Ed.; Nauka: Moscow, Russia, 1982. P. 184. (In Russ.)
18. Isaeva M.A., Burakova M.A., Dudetskaya N.A. Development of technology for dry extract of the black crowberry herb. *Young pharmacy – potential of the future 2022. Conference abstract.* 2022. P. 709-712. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/axsmjg>
34. Zaytseva Y.G., Ambros E.V., Novikova T.I. Rooting and acclimatization to ex vitro conditions of regenerants of frost-resistant members of *Rhododendron*. *Turczaninowia.* 2018;21(1):144-152. (In Russ.) <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.21.1.13>
35. Akimova S.V., Radzhabov A.K., Buktin D.A., Kirkach V.V., Aladina O.N., Demenko V.I., Beloshapkina O.O. Adaptation to non-sterile conditions of grape plants rooted *in vitro* in a nutrient media enriched by organosilicon compounds. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy.* 2019;(5):34-53. (In Russ.)
<https://doi.org/10.34677/0021-3420-2019-5-34-53>
38. Ryndia H.P., Vicks T.N., Kykharchyk N.V. Substrate influence on ex vitro adaptation of cherry cultivars. *Plodovodstvo.* 2018;30:99-103. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/pdbmvs>
41. Hashenka V.A., Kukharchyk N.V. Substrates influence on rhizogenesis and adaptation ex vitro of blackberry microplants. *Plodovodstvo.* 2020;32:134-138. (In Russ.)
<https://www.elibrary.ru/vmpri>
42. Kornatsky S.A. Tissue culture as a model for studying adaptation processes in the ontogenesis of fruit and berry plants. *Fruit and berry growing in Russia.* 1996;3:84-89. (In Russ.)
47. Kukharchik N.V., Kastritskaya M.S., Semenas S.E., Kolbanova E.V., Krasinskaya T.A., Volosevich N.N., Solovey O.V., Zmushko A.A., Bozhidai T.N., Rudnia A.P., Malinovskaya A.M. Propagation of fruit plants in culture *in vitro*. Minsk: Belaruskaya navuka; 2016. 208 p. (In Russ.)
59. Shupletsova O.N., Tovstik E.V., Popyvanov D.V. Adaptation of sterile wheat plants to soil under conditions of root treatment with exometabolites of basidiomycetes. *Agricultural Science Euro-North-East.* 2024;25(6):1028-1037. (In Russ.)
<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.6.1028-1037>
64. Tsydendambaaev A.D. *Greenhouse Workshop: 'Watering. Nutrition. Substrates'* (digest of the Journal Mir Teplits). Moscow, 2019. 306 p. (In Russ.)
65. Kilchevsky A.V., Khotyleva L.V. Genetic foundations of plant breeding. In 4 vols. Vol. 3. Biotechnology in plant breeding. Cell engineering. Sci. Minsk: Belarusian Science; 2012. 489 p. (In Russ.)
66. Sedov E.N., Ogoltsova T.P. Program and methods of studying varieties of fruit, berry and nut crop breeding. Orel: VNIISPK; 1999. 606 p. (In Russ.)
67. Moiseyichenko V.F. *Fundamentals of Scientific Research in Fruit Growing, Vegetable Growing and Viticulture.* Moscow: Kolos; 1994. 383 p. (In Russ.)
68. Isachkin A.V., Kryuchkova V.A. *Fundamentals of scientific research of horticulture: textbook for universities.* Saint Petersburg: Lan; 2020. 420 p. (In Russ.).

Об авторах:

Иван Владиславович Нечипоренко – аспирант кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, младший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИФ, SPIN-код 2977-7349, <https://orcid.org/0000-0002-1904-2695>, Scopus ID: 57946985700, Researcher ID: HHS-2436-2022; автор для переписки, vannechiporenko@gmail.com

Светлана Владимировна Акимова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, SPIN-код 1786-0008, <https://orcid.org/0000-0002-7267-1220>, Scopus ID: 56872788000; автор для переписки, akimova@rgau-msha.ru

Павел Олегович Казаков – аспирант кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия, института Садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, младший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИФ, SPIN-код 6777-1099, <https://orcid.org/0000-0001-9387-9015>; paulkazako@gmail.com

Людмила Александровна Марченко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры, SPIN-код: 8671-8187, <https://orcid.org/0000-0002-7247-9829>, Scopus ID: 57193568421; l.marchenko@rgau-msha.ru

Ольга Алексеевна Колесникова – младший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИФ, SPIN-код 7635-7490; <https://orcid.org/0009-0002-6250-248X>; tihonkin49@gmail.com

Михаил Анатольевич Севостянов – кандидат технических наук, руководитель Отдела безопасности и продуктивности агроэкосистем ФГБНУ ВНИИФ, SPIN-код 3786-0419; <https://orcid.org/0000-0003-2652-8711>, Scopus ID: 6602727850, Researcher ID: P-7529-2018; cmakp@mail.ru

About the Authors:

Ivan V. Nechiporenko – PhD Student of the Department of fruit growing, viticulture and winemaking, Institute of Horticulture and landscape architecture, Junior scientist at the Federal State Budgetary Scientific Establishment the All-Russian Scientific Research Institute of a Phytopathology, SPIN-code 2977-7349, <https://orcid.org/0000-0002-1904-2695>, Scopus ID: 57946985700, Researcher ID: HHS-2436-2022; Correspondence Author, vannechiporenko@gmail.com

Svetlana V. Akimova – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of fruit growing, viticulture and winemaking, Institute of Horticulture and landscape architecture, SPIN-code 1786-0008, <https://orcid.org/0000-0002-7267-1220>, Scopus ID: 56872788000; Correspondence Author, akimova@rgau-msha.ru

Pavel O. Kazakov – PhD Student of the Department of fruit growing, viticulture and winemaking, Institute of Horticulture and landscape architecture, Junior scientist at the Federal State Budgetary Scientific Establishment the All-Russian Scientific Research Institute of a Phytopathology, SPIN-code 6777-1099, <https://orcid.org/0000-0001-9387-9015>; paulkazako@gmail.com

Liudmila A. Marchenko – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Institute of Horticulture and Landscape Architecture, SPIN-code: 8671-8187, <https://orcid.org/0000-0002-7247-9829>, Scopus ID: 57193568421; l.marchenko@rgau-msha.ru

Olga A. Kolesnikova – Junior scientist at the Federal State Budgetary Scientific Establishment the All-Russian Scientific Research Institute of a Phytopathology, SPIN-code 7635-7490; <https://orcid.org/0009-0002-6250-248X>; tihonkin49@gmail.com

Mikhail A. Sevostyanov – Cand. Sci. (Technology), head of the Department of Agroecosystem Security and Productivity at the Federal State Budgetary Scientific Establishment the All-Russian Scientific Research Institute of a Phytopathology, SPIN-code 3786-0419, <https://orcid.org/0000-0003-2652-8711>, Scopus ID: 6602727850, Researcher ID: P-7529-2018; cmakp@mail.ru

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-96-104>
УДК:635.21:632.488(048)

К.С. Трошин¹, Р.И. Тараканов^{1*},
П.В. Евсеев², С.И. Чебаненко¹,
Ф.С.-У. Джалилов¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева) 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» (РНИМУ им. Н.И. Пирогова) 117513, Российская Федерация, г. Москва, улица Островитянова, 1, стр. 7

*Автор для переписки:
r.tarakanov@rgau-msha.ru

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-76-00014, <https://rscf.ru/project/25-76-00014>.

Вклад авторов: Трошин К.С.: сбор литературных данных, написание черновика, генерирование таблиц; Тараканов Р.И.: идея, рисунки, написание черновика; Евсеев П.В.: методология, концептуализация, верификация и администрирование данных; Чебаненко С.И.: написание аннотации и выводов; Джалилов Ф.С.-У.: научное руководство исследованием, методология, верификация и администрирование данных, финальное редактирование рукописи. Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Трошин К.С., Тараканов Р.И., Евсеев П.В., Чебаненко С.И.. Джалилов Ф.С.-У. Особенности патогенеза анtrakноза картофеля (*Colletotrichum coccodes*) и меры защиты (обзор). *Овощи России*. 2025;(5):96-104. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-96-104>

Поступила в редакцию: 27.09.2025

Принята к печати: 24.10.2025

Опубликована: 28.10.2025

Konstantin S. Troshin¹,
Rashit I. Tarakanov^{1*}, Peter V. Evseev²,
Svetlana I. Chebanenko¹,
Fevzi S.-U. Dzhalilov¹

¹Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy
Timiryazevskaya Str., 49, Moscow, 127434, Russia

²Pirogov Russian National
Research Medical University,
Ostrovityanova 1, Moscow, 117997, Russia

***Correspondence Author:**
r.tarakanov@rgau-msha.ru

Funding. This research was funded by Russian Science Foundation grant number 25-76-00014, <https://rscf.ru/project/25-76-00014>/

Authors' Contribution: Трошин К.С.: collecting literary data, writing a draft, generating tables; Тараканов Р.И.: idea, drawings, writing a draft; Евсеев П.В.: methodology, conceptualization, verification and administration of data; Чебаненко С.И.: writing annotations and conclusions; Джалилов Ф.С.-У.: scientific guidance of research, methodology, verification and data administration, final editing of the manuscript.

Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

For citation: Трошин К.С., Тараканов Р.И., Евсеев П.В., Чебаненко С.И., Джалилов Ф.С.-У. Особенности патогенеза анtrakноза картофеля (*Colletotrichum coccodes*) и меры защиты (обзор). *Овощи России*. 2025;(5):96-104. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-96-104>

Received: 27.09.2025

Accepted for publication: 24.10.2025

Published: 28.10.2025

Особенности патогенеза анtrakноза картофеля (*Colletotrichum coccodes*) и меры защиты (обзор)





РЕЗЮМЕ

Цель. Настоящий обзор посвящён систематизации современных данных о возбудителе анtrakноза картофеля *Colletotrichum coccodes*, его патогенезе, эпидемиологии и мерах защиты. Повышение значимости болезни в последние десятилетия связано с ростом требований к товарному виду мытого и фасованного картофеля, что обусловило необходимость комплексного анализа накопленных знаний.

Методология. В основу обзора положен анализ отечественных и зарубежных публикаций последних лет, включая результаты микологических, молекулярно-генетических и эпидемиологических исследований. Использованы сведения о симптомах болезни, источниках и путях распространения инфекции, методах диагностики (микологические, ПЦР-ориентированные, цифровые), а также данных по агротехническим, химическим и интегрированным стратегиям защиты картофеля.

Результаты. Показано, что *Colletotrichum coccodes* имеет широкий круг хозяев, включая более 50 видов культурных и сорных растений, что существенно осложняет контроль болезни. Основным источником инфекции служат склероции в почве и на растительных остатках, сохраняющиеся до 8–13 лет. Наиболее вредоносные проявления связаны с ухудшением товарного качества клубней, особенно при длительном хранении. Диагностика в полевых условиях затруднена сходством симптомов с серебристой паршой, однако современные ПЦР-тесты обеспечивают высокую точность. Химические fungициды обладают ограниченной эффективностью, при этом наибольшие результаты достигаются при их профилактическом применении в сочетании с агротехническими мерами. Перспективным направлением является интегрированная защита, включающая использование здорового посадочного материала, уничтожение сорняков-резервуаров инфекции, оптимизацию агротехники и мониторинг возбудителя.

Заключение. Анtrakноз картофеля остаётся значимой угрозой для картофелеводства, снижая урожайность и товарность клубней. Эффективная борьба возможна только при применении комплекса профилактических и интегрированных мероприятий. Дальнейшие исследования необходимы для разработки устойчивых сортов, новых fungицидов и цифровых систем мониторинга болезни.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

антракноз картофеля, *Colletotrichum coccodes*, картофель, диагностика, fungициды, агротехника, интегрированная защита растений.

Features of the pathogenesis of potato anthracnose (*Colletotrichum coccodes*) and protective measures (review)

ABSTRACT

Relevance. This review is devoted to the systematization of modern data on the potato anthracnose pathogen *Colletotrichum coccodes*, its pathogenesis, epidemiology and protective measures. The increasing importance of the disease in recent decades has been associated with increasing requirements for the presentation of washed and packaged potatoes, which necessitated a comprehensive analysis of the accumulated knowledge.

Methodology. The review is based on an analysis of domestic and foreign publications of recent years, including the results of mycological, molecular genetics and epidemiological studies. Information on the symptoms of the disease, sources and ways of spreading the infection, diagnostic methods (mycological, PCR-oriented, digital), as well as data on agrotechnical, chemical and integrated potato protection strategies were used.

Results. It has been shown that *Colletotrichum coccodes* has a wide range of hosts, including more than 50 species of cultivated and weedy plants, which significantly complicates disease control. The main source of infection is sclerotia in the soil and on plant remains, which persist up to 8–13 years. The most harmful manifestations are associated with a deterioration in the marketable quality of tubers, especially during prolonged storage. Diagnosis in the field is difficult due to the similarity of symptoms with silver scab, but modern PCR tests provide high accuracy. Chemical fungicides have limited effectiveness, while the greatest results are achieved with their preventive use in combination with agrotechnical measures. A promising area is integrated protection, including the use of healthy planting material, the destruction of weeds, reservoirs of infection, optimization of agricultural machinery and monitoring of the pathogen.

Conclusion. Potato anthracnose remains a significant threat to potato production, reducing the yield and marketability of tubers. Effective control is possible only with the use of a set of preventive and integrated measures. Further research is needed to develop resistant varieties, new fungicides, and digital disease monitoring systems.

KEYWORDS:

potato anthracnose, *Colletotrichum coccodes*, potato, diagnostics, fungicides, agrotechnics, integrated pest management

Введение

Colletotrichum coccodes (Wallr.) S. Hughes – фитопатогенный гриб, вызывающий антракноз или черную точечность (англ. black dot) картофеля [1]. *Colletotrichum coccodes* (далее по тексту – Cc) принадлежит к отделу Ascomycota. Ранее данная болезнь считалась менее значимой и практически не затрагивалась в исследованиях. Однако с течением времени антракноз картофеля стал всё более распространенным и актуальным заболеванием, в том числе на территории России, вызывая значительный интерес [2, 3]. В настоящее время антракноз картофеля представляет серьёзную проблему и требует разработки эффективных мер мониторинга и контроля. В связи с этим целью настоящего обзора являлась систематизация данных об особенностях биологии и стратегиях снижения вредоносности антракноза картофеля.

Материалы и методы

Поиск источников осуществляли в базах данных PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>), eLIBRARY.RU (<https://www.elibrary.ru>), ResearchGate (<https://www.researchgate.net>) и Google Scholar (<https://scholar.google.com>).

Результаты и обсуждение

Симптомы. Cc может колонизировать все подземные части (дочерние клубни, столоны и корни), стебли [4, 5] и листья [6] картофеля (рис. 1).

Симптомы антракноза на клубне проявляются обычно в виде расслоения эпидермиса и серовато-бурых пятен, похо-

жих на серебристую паршу, вызываемую несовершенным грибом *Helminthosporium solani* Dur. Et Mont, однако, в отличие от серебристой парши на пораженных антракнозом частях клубня хорошо заметны черные точки склероциев и конидиом гриба.

Симптомы обычно наблюдаются на столонном конце клубня, в месте прикрепления к столону, и поражения могут выглядеть в виде тёмноокрашенных пятен, с плохо очерченными краями. Поражения серебристой паршой, напротив, серебристые, с четко очерченными краями. В прошлом частота обнаружения и серьезность антракноза могли недооцениваться, поскольку симптомы на клубнях часто принимались за поражения *Helminthosporium solani*. Для подтверждения идентификации этих двух заболеваний требуется осмотр клубней с помощью лупы или бинокуляра для обнаружения характерных черных микросклероций антракноза или конидиеносцев *H. solani* [7] или инкубация клубней во влажной камере в течение 14-ти дней с последующим осмотром [8]. В отличие от серебристой парши, при антракнозе на поверхности поражённых участков отчётливо видны многочисленные чёрные точки – микросклероции гриба.

Расслоение кожуры и микросклероции (0,1–0,5 мм), вредоносны не только тем, что приводят к потере влаги при хранении, но и сильным ухудшением внешнего товарного вида клубня [9].

Симптомы заболевания, вызванного Cc, на листьях картофеля обычно связаны с механическими повреждениями почвой и, в особенности, песком, нанесенными сильным ветром, за которым следует период влажной погоды более 12 часов. Первоначально симптомы проявляются в виде

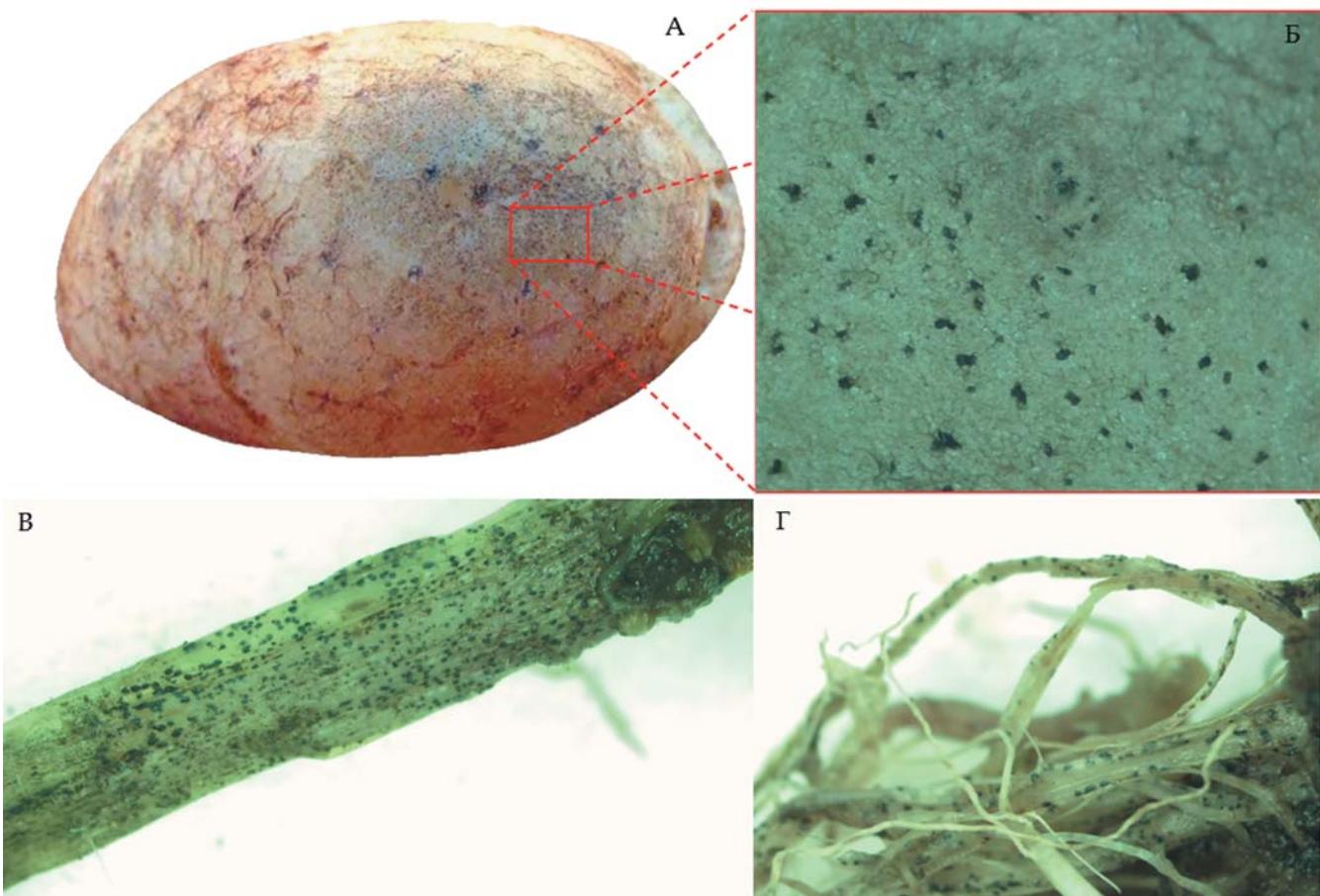


Рис. 1. Симптомы антракноза на стеблях и клубнях картофеля (ориг., фото Трошина К.). А – общий вид пораженного клубня; Б – склероции на эпидермисе пораженного клубня; В и Г – склероции на пораженном стебле и корнях соответственно
Fig. 1. Symptoms of anthracnose on potato stems and tubers (original photo by K. Troshin). A – general view of the affected tuber; B – sclerotia on the epidermis of the affected tuber; C and D – sclerotia on the affected stem and roots, respectively

мокнущих пятен, диаметром 0,3–0,7 мм, которые впоследствии становятся темно-коричневыми или черными, напоминая симптомы *Alternaria solani*, но без концентрических кругов [10]. Хлороз и опадание нижних листьев происходит из-за поражения листьев, либо подземных участков стебля и корней. Корни являются наиболее восприимчивым к инфекции органом растения.

Cc также может вызывать раннюю гибель картофеля, подобную другим заболеваниям, таким как вертициллезное увядание, вызываемое *Verticillium dahliae* и *V. albo-atrum* [11]. Таким образом, спектр симптомов антракноза широк: от скрытого (латентного) поражения корней до некрозов на клубнях и листьях. Диагностика затруднена сходством с другими болезнями, поэтому нужна инструментальная идентификация возбудителя при подозрении на наличие антракноза.

Идентификация и диагностика. Диагностика *Cc* включает полевую дифференциацию симптомов, традиционные микологические методы и современные лабораторные тесты. Визуальная диагностика в поле затруднена, так как симптомы на клубнях напоминают другие болезни (серебристую паршу, чёрную паршу). Тем не менее, использование лупы для поиска микросклероций на подозрительных пятнах клубня – простой способ предположить наличие антракноза. Если чёрные точки-склероции обнаружены на кожуре, это является характерным признаком наличия *Cc*. Для подтверждения иногда прибегают к инкубационному тесту: клубни с подозрительными пятнами моют, затем помещают во влажную камеру (полиэтиленовый пакет или контейнер с высокой влажностью) при комнатной температуре на 10–14 дней. За это время на поражённых участках при антракнозе развивается чёрный налёт склероциев или спородохиев патогена, тогда как при серебристой парше проявляются конидиеносцы *H. solani* серо-голубого цвета. Этот простейший метод

позволяет различить два схожих заболевания. На листьях и стеблях визуально идентифицировать *Cc* сложно, так как его симптомы неспецифичны. В полевых условиях наличие антракноза на ботве нередко остаётся незамеченным или списывается на старение растений.

Однако основными методами, используемыми для оценки наличия патогена, являются инструментальные. К примеру, для выделения патогена из почвы разработана селективная среда с антибиотиками и факторами роста [12]. Platt & Bollen использовали селективную среду pectate-NPX на основе натриевой соли полигалактуроновой кислоты с добавлением тербитола NPX для выделения грибов рода *Verticillium*, а также *Cc* [13]. Также известен метод использования растений-приманок и микроклубней для детекции патогена в почве, отличающийся своей чувствительностью даже при небольших концентрациях инокулюма [14]. В целом культуральные методы и биопробы обеспечивают выявление возбудителя, но требуют длительного времени (дни и недели) и глубоких микологических навыков.

В последние годы разработан ряд ДНК-ориентированных подходов для детекции *Cc* в растениях и почве, позволяющих с высокой специфичностью и скоростью количественно оценивать содержание патогена в почве и семенных клубнях. Созданы протоколы ПЦР на основе участков рибосомальной ДНК (ITS-региона), в. т. ч. для гнездовой (nested) ПЦР [15] и диагностикумы с чувствительностью на уровне фемтограммов (10^{-15} грамма) в образцах почвы [1, 16]. В России также разработана ПЦР-тест-система для одновременного выявления *Cc* и возбудителя серебристой парши *H. solani* в пробах, что актуально для дифференциальной диагностики двух схожих по симптомам болезней [17].

Источники инфекции и условия развития заболевания. Первичными и основными источниками инфекции болезни являются склероции в почве, на зараженных клуб-

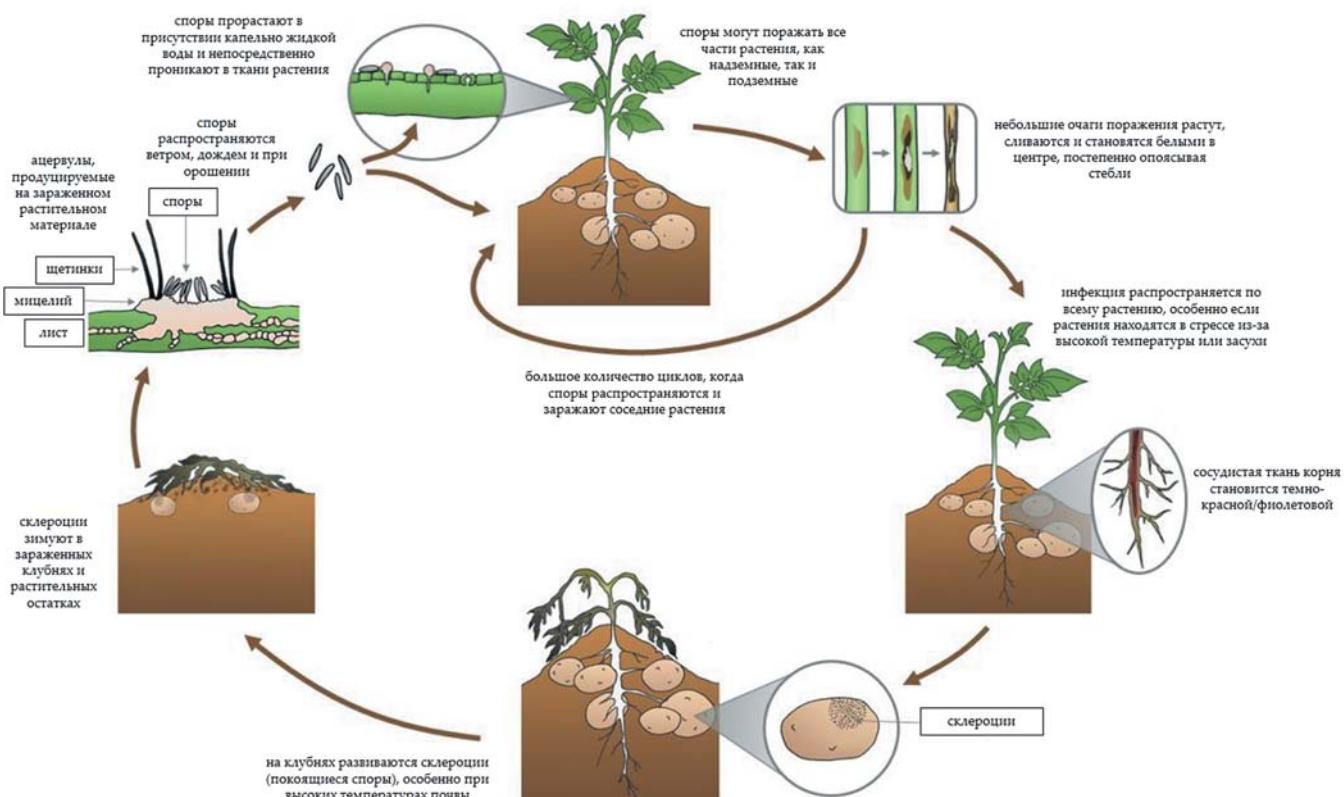
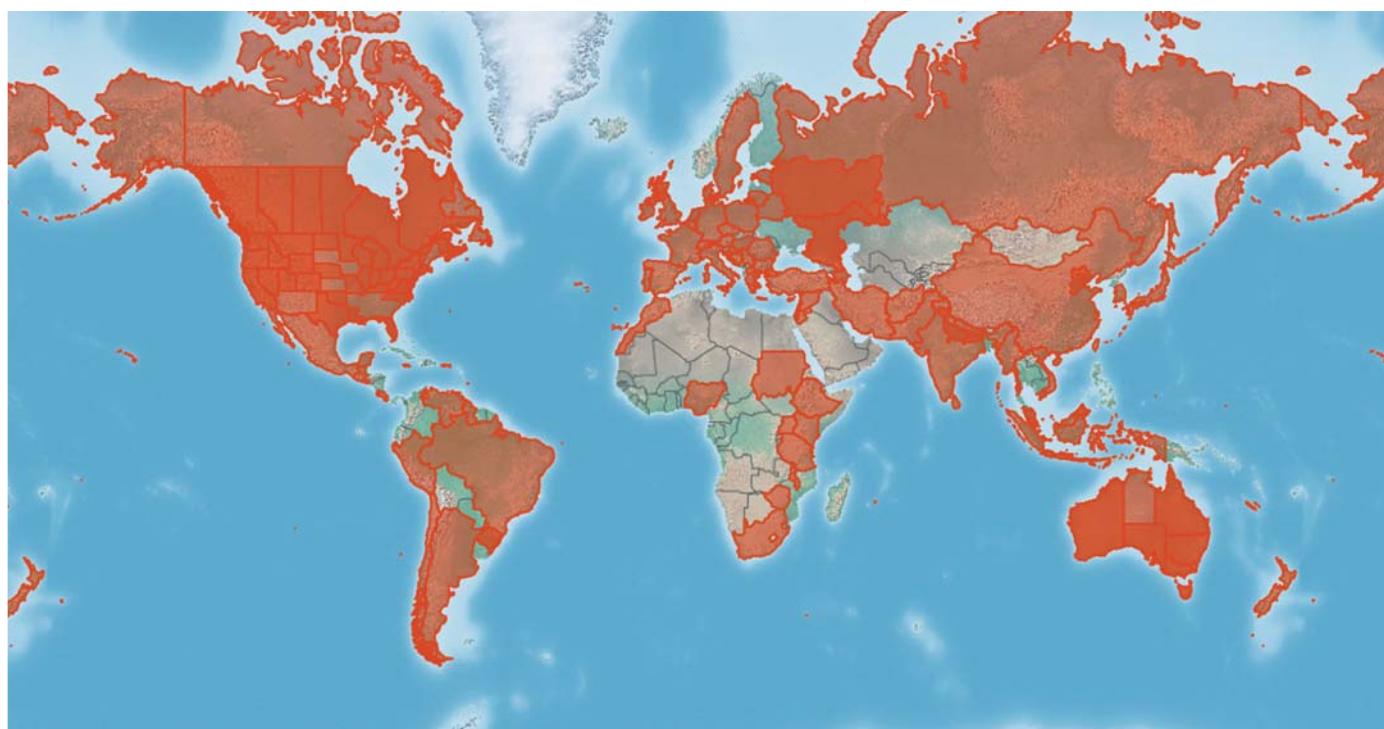


Рис. 2. Цикл развития *Colletotrichum coccodes* (переведено с сайта [https://static1.squarespace.com/\[55\]](https://static1.squarespace.com/[55]))
Fig. 2. Cycle of *Colletotrichum coccodes* ([https://static1.squarespace.com/\[55\]](https://static1.squarespace.com/[55]))



CABI, 2025. *Colletotrichum coccodes*. In: CABI Compendium. Wallingford, UK: CAB International.

 CABI Summary Data

Рис. 3. Карта распространения *Colletotrichum coccodes* в мире (источник: <https://plantwiseplusknowledgebank.org/>)
Fig. 3. Map of the distribution of *Colletotrichum coccodes* in the world (source: <https://plantwiseplusknowledgebank.org/>)

нях и растительных остатках [5, 18] (рис. 2). Известно, что патоген может распространяться конидиями воздушно-капельным путем [19]. В почве гриб может существовать либо в виде склероциев, либо в виде конидий. Ранее исследователи предполагали, что склероции сохраняются в почве более четырех лет, в настоящее время есть данные о продолжительности этого периода до 8–13 лет [20].

Весной склероции прорастают и многократно заражают растения в течение сезона, распространяясь влагой, ветром и насекомыми [5, 21–22]. Подземные органы заражаются рано – в начале вегетации, но симптомы часто проявляются лишь к концу вегетации, когда склероции заметны на корнях и стеблях [21, 23–24].

Относительная роль почвенного и клубневого инокулюма обсуждается: одни исследования не выявили различий [25], другие отмечают более высокую роль почвенной инфекции [26–27], что подтверждают и современные данные [23].

Почвенно-климатические факторы существенно влияют на развитие болезни. Так, для патогена оптимальными температурами являются 22...25°C, высокая влажность [28], а факторами, усиливающими колонизацию и образование склероциев, являются переувлажнение, дефицит или избыток элементов питания и механические повреждения [26, 29]. Например, в жарком климате (Израиль, Южная Америка) потери урожая от патогена выше, а в умеренных зонах болезнь активнее в годы с повышенными температурами [4, 30]. Осенью поражённость патогеном обычно существенно возрастает, что связывают с коротким днём и увеличением стресса растений [31, 32–33].

Нарушения минерального питания (N, K, P) увеличивают поражаемость корней, тогда как сбалансированные дозы удобрений снижают развитие болезни [34]. Фитотоксичность гербицидов (например, метрибузина) также может повышать вредоносность анtrakноза, особенно у ослабленных растений.

Распространенность и вредоносность. До середины XX века анtrakноз картофеля встречался редко, однако вследствие его распространённость значительно возросла. Сегодня болезнь является серьёзной экономической проблемой в Северной Америке, Европе, Австралии и Южной Африке [1] (рис. 3). В Великобритании в 1989–1990 годах анtrakноз выявлен на 75% обследованных полей, в Израиле — до 34% партий импортного картофеля (1998 год) [1]. В России поражённость варьировала от 3 до 65% (Московская область, 2011–2019), случаи зафиксированы также в Костромской, Владимирской областях, Приморском крае и Марий-Эл [17, 35].

Вредоносность выражается снижением урожайности и качества клубней. В США потеря урожая составляет в среднем 7–12% [6], при искусственном заражении — 22–30% в зависимости от сорта [31]. Инфекция снижает долю крупных клубней и вызывает потери при хранении (5–10% массы за 4,5 месяца). Кроме того, на клубнях формируются вдавленные пятна, резко ухудшающие товарный вид, что особенно критично для рынка мытого фасованного картофеля. Таким образом, ущерб складывается как из прямых потерь урожая, так и из снижения его товарной ценности.

Круг растений хозяев. Основным хозяином Сс является картофель (*Solanum tuberosum*), однако патоген имеет весьма широкий круг других растений-хозяев, который продолжает расширяться по мере появления новых исследований [10, 36–37]. Помимо картофеля Сс поражает другие культуры семейства Solanaceae, в том числе томат (*Solanum lycopersicum*), баклажан (*Solanum melongena*), перец (*Capsicum annuum*, *C. frutescens*) и некоторые дикорастущие паслёновые (например, паслён чёрный (*Solanum nigrum*) и восточный паслён (*Solanum ptychanthrum*)) [38–39]. Многие из этих альтернативных хозяев могут переносить инфекцию бессимптомно или с минимальными признаками, являясь резервуаром инокулюма для картофеля и томата. Круг хозяев Сс не ограничен паслёновыми:

известно более 50 видов из 17 семейств, восприимчивых к этому грибу. Среди них – некоторые овощные и технические культуры (например, тыква, кабачок, свёкла, соя), растения других семейств (лук репчатый, земляника, шпинат, мятя перечная) и ряд сорняков (таких как канатник Теофраста, галинсога, амброзия) [21]. Ниже приведена обобщённая таблица известных растений-хозяев *Cc* с указанием семейства, статуса (основной/второстепенный/неуточнённый) и литературных источников (табл. 1).

Как видно из таблицы, *Cc* отличается необычайно широким спектром хозяев. Важно отметить, что многие из перечисленных растений (особенно сорняки) могут быть заражены бессимптомно или со слабо выраженным признаками [21]. Например, восточный паслён (*Solanum ptychanthum*) и канатник Теофраста (*Abutilon theophrasti*) при искусственном заражении не показывают видимых симптомов, но служат резервуаром инокулюма [21]. То же касается паслёна чёрного, который часто растёт как сорняк на полях. Его своеобраз-

менное уничтожение рассматривается как мера борьбы, препятствующая накоплению инокулюма *Cc*. Широкий круг хозяев осложняет контроль болезни, поскольку патоген способен сохраняться на различных культурах и в почве в отсутствие картофеля. Исследователи сходятся на мнении, что необходимы дальнейшие исследования для определения роли сорняков как хозяев и источников инокулюма.

Меры защиты. Агротехнические приёмы. Известно, что севооборот снижает уровень почвенной инфекции многих патогенов [46]. Для уменьшения вредоносности анtrakноза рекомендуют возвращение картофеля на поле не ранее чем через 5 лет, избегая посадки других паслёновых, тыквенных, бобовых, лука и земляники. Однако учитывая выживаемость склероциев до 8–13 лет, эффективность этого приёма ограничена. Среди методов обработки почвы результативна отвальная вспашка на 30 см, снижавшая заболеваемость по результатам четырёхлетних опытов на 34% и превосходившая глубокую вспашку на 60 см [47].

Таблица 1. Растения-хозяева *Colletotrichum coccodes*
Table 1. Host plants of *Colletotrichum coccodes*

Хозяин	Семейство	Статус хозяина	Источник
Культурные и медицинские растения			
Картофель, паслён клубненосный (<i>Solanum tuberosum</i>)	<i>Solanaceae</i>	Основной	[36]
Томат (<i>Solanum lycopersicum</i>)	<i>Solanaceae</i>	Основной	[40]
Перец стручковый (<i>Capsicum annuum</i>)	<i>Solanaceae</i>	Основной	[41]
Земляника садовая (<i>Fragaria × ananassa</i>)	<i>Rosaceae</i>	Основной	[38]
Баклажан (<i>Solanum melongena</i>)	<i>Solanaceae</i>	Альтернативный	[42]
Перец кайенский (чили) (<i>Capsicum frutescens</i>)	<i>Solanaceae</i>	Альтернативный	[42]
Тыква обыкновенная (<i>Cucurbita pepo</i>)	<i>Cucurbitaceae</i>	Альтернативный	[39]
Соя культурная (<i>Glycine max</i>)	<i>Fabaceae</i>	Альтернативный	[42]
Конопля посевная (<i>Cannabis sativa</i>)	<i>Cannabaceae</i>	Альтернативный	[42]
Свёкла обыкновенная (<i>Beta vulgaris</i>)	<i>Chenopodiaceae</i>	Альтернативный	[42]
Горох посевной (<i>Pisum sativum</i>)	<i>Fabaceae</i>	Альтернативный	[43]
Мята перечная (<i>Mentha piperita</i>)	<i>Lamiaceae</i>	Альтернативный	[42]
Овёс посевной (<i>Avena sativa</i>)	<i>Poaceae</i>	Альтернативный	[42]
Лук репчатый (<i>Allium cepa</i>)	<i>Liliaceae</i>	Альтернативный	[42]
Горчица сарептская (<i>Brassica juncea</i>)	<i>Brassicaceae</i>	Альтернативный	[21]
Рапс (<i>Brassica napus</i>)	<i>Brassicaceae</i>	Альтернативный	[21]
Люцерна изменчивая (<i>Medicago varia</i>)	<i>Fabaceae</i>	Альтернативный	[21]
Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i>)	<i>Poaceae</i>	Альтернативный	[21]
Портулак огородный (<i>Portulaca oleracea</i>)	<i>Portulacaceae</i>	Альтернативный	[2]
Кресс-салат (<i>Lepidium sativum</i>)	<i>Brassicaceae</i>	Альтернативный	[44]
Перец овощной (<i>Capsicum sp.</i>)	<i>Solanaceae</i>	Неизвестный	[41]
Фиалка Виттрока (<i>Viola wittrockiana</i>)	<i>Violaceae</i>	Неизвестный	[42]
Шпинат огородный (<i>Spinacia oleracea</i>)	<i>Chenopodiaceae</i>	Неизвестный	[42]
Шалфей Грэгга (<i>Salvia greggii</i>)	<i>Lamiaceae</i>	Неизвестный	[42]
Сальное дерево (<i>Allanblackia floribunda</i>)	<i>Clusiaceae</i>	Неизвестный	[42]
Ирис германский (<i>Iris germanica</i>)	<i>Iridaceae</i>	Неизвестный	[38]
Сорные растения			
Паслён чёрный (<i>Solanum nigrum</i>)	<i>Solanaceae</i>	Альтернативный	[21]
Паслён гулявниколистный (<i>Solanum sisymbriifolium</i>)	<i>Solanaceae</i>	Альтернативный	[42]
Восточный чёрный паслён (<i>Solanum ptychanthum</i>)	<i>Solanaceae</i>	Альтернативный	[42]
Галинсога мелкоцветковая (<i>Galinsoga parviflora</i>)	<i>Asteraceae</i>	Альтернативный	[2]
Амброзия полыннолистная (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	<i>Asteraceae</i>	Альтернативный	[2]
Канатник Теофраста (<i>Abutilon theophrasti</i>)	<i>Malvaceae</i>	Альтернативный	[45]
Гигантский лисохвост (<i>Setaria faberii</i>)	<i>Poaceae</i>	Неизвестный	[21]

Примечание: Основной статус означает ключевого хозяина, в тканях которого *Colletotrichum coccodes* активно развивается и замыкает жизненный цикл (для данного патогена – прежде всего картофель и некоторые паслёновые культуры). Альтернативный (второстепенный) – растение, на котором возбудитель способен существовать и распространяться, но которое обычно не является основной культурой-хозяином (часто сорные или промежуточные растения в севообороте). Неизвестный статус означает, что роль данного вида как полноценного хозяина не подтверждена или описана недостаточно (обнаружен возбудитель, но эпидемиологическая значимость не ясна).

Соляризация почвы, основанная на прогреве под полизиэтиленовой плёнкой, особенно эффективна в южных регионах мира. Опыт показывают, что 8-недельное укрытие пленкой снижает заболеваемость на 45% при нагреве верхнего слоя до 56°C [18]. Существенное значение имеет уничтожение сорняков, прежде всего паслёна чёрного, служащего резервуаром инфекции. Тем не менее роль сорной растительности как источника инокулюма требует уточнения. Так как развитие болезни совпадает со старением ботвы, ранняя уборка позволяет снизить инфицирование клубней. Так, задержка уборки увеличивала поражённость в полевых опытах [48].

Посадочный материал. Заражённые посадочные клубни остаются основным источником заноса патогена, что снижает эффективность агротехнических мер [49]. Поэтому важна диагностика *Cc* в клубнях и почве перед посадкой; в последние годы патоген выявлялся во многих партиях семенного картофеля в России [50]. Рекомендуется избегать партий с налипшей почвой и тары с заражённых полей. Обязательным приемом остается дезинфекция тары, хранилищ и техники для предотвращения переноса инфекции [14, 51].

Снижение стресса и оптимизация условий выращивания. Поскольку развитие болезни во многом зависит от физиологического состояния растений, агротехника должна быть направлена на поддержание здоровья картофеля. Практические рекомендации включают избегание переувлажнения почвы (не переливать при орошении), обеспечение достаточного, но не избыточного питания (особенно азотом и калием), чтобы растения не испытывали ни дефицита, ни переизбытка элементов [34]. Следует осторожно применять гербициды и другие СЗР, способные ослабить культуру; при необходимости их используют в минимально эффективных дозах и в ранние сроки, чтобы к концу вегетации, когда *Cc* активен, растения успели восстановиться.

Химическая защита. Специализированных фунгицидов, полностью искореняющих *Cc*, в настоящее время не существует. Патоген скрыто развивается внутри тканей и в почве, что затрудняет его достижение действующим веществом. Опыты показывают, что проправливание клубней

перед посадкой против антракноза малоэффективно [52]. Та же обработка почвы (внесение фунгицида в борозду) зачастую не дают значимого снижения инфекции [29]. Более оправдана обработка вегетирующих растений контактно-системными препаратами до того, как патоген проникнет в стебли, то есть профилактически.

Исследования в разных странах показали, что фунгициды из группы стробилуринов (QoI) при профилактическом применении способны уменьшить развитие антракноза. Особенно хорошо зарекомендовал себя азоксистробин: однократное опрыскивание растений в ранние фазы, непосредственно перед смыканием рядков, существенно снижает поражённость ботвы и дочерних клубней. Так, в опытах Cummings & Johnson одна обработка азоксистробином за 30–45 дней до уборки сократила количество стеблей со склероциями *Cc* и долю поражённых клубней в урожае по сравнению с необработанным контролем [53]. Другой представитель стробилуринов пираклостробин имеет аналогичный механизм действия и в полевых испытаниях также давал существенное снижение интенсивности поражения антракнозом при обработке в первую половину вегетации. В Великобритании было показано, что комбинированная схема (внесение азоксистробина в борозду при посадке и повторные опрыскивания во время вегетации) позволила заметно ограничить развитие антракноза [54]. Однако эффективность фунгицида резко падает, если обработка проводится после инфицирования растений (т.е. по проявившимся симптомам) и в таком случае снижение заражения незначительно [53]. В связи с этим, критически важно упреждающее (профилактическое) применение. Сравнительный анализ эффективности химических фунгицидов приведён в таблице 2.

В России в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов» по состоянию на август 2025 года для борьбы с антракнозом картофеля разрешено применение всего 9 фунгицидов для обработки клубней перед закладкой на хранение, во время посадки и обработки почвы. Представлено 3 одно- и 6 двухкомпонентных фунгицида с 5 механизмами действия согласно классификации FRAC (Комитета по предотвращению резистентности к фунгицидам) (табл. 3).

Таблица 2. Фунгициды для защиты от антракноза картофеля и их сравнительная эффективность (по литературным данным)
Table 2. Fungicides for protection against potato anthracnose and their comparative effectiveness (according to literature data)

Действующее вещество, концентрация	Код д.в. по FRAC	Класс (группа)	Эффективность по данным литературы	Источник
Азоксистробин 250 г/л	11	Метоксиакрилаты (стробилурини; QoI)	единовременная профилактическая обработка в начале сезона сокращает заражённость на 20–50%	[29, 53]
Флуазинам 500 г/л	29	2,6-динитро-анилины	косвенно снижает развитие антракноза за счёт защиты от фитофторы (зарегистрирован против фитофтороза): уменьшение заболеваемости на 20–30%	
Манкоцеб 800 г/кг	M 03	дитиокарбаматы	не снижает поражённость в полевых испытаниях)	[52]
Хлороталонил 500 г/л	M 05	хлорнитрилы		
Прохлораз 450 г/л	3	имидазолы (DMI)	обработка семенных клубней снижает развитие на клубнях (опыт в IOAP)	[27]

Примечание: приводятся примеры действующих веществ; эффективность указана ориентировочно по данным отдельных исследований. Реальные результаты могут варьировать в зависимости от условий и степени заражения.

Таблица 3. Фунгициды, разрешенные для применения в борьбе с антракнозом на картофеле в РФ (на август 2025 года)
Table 3. Fungicides approved for use in the fight against anthracnose on potatoes in the Russian Federation (as of August 2025)

Название фунгицида, препартивная форма	Действующее вещество(а)*	Код д.в. по FRAC	Класс (группа)	Способ применения
Флудимакс, КС	флудиоксонил	12	фенилпирролы	обработка клубней перед закладкой на хранение
Протект, КС				обработка клубней до и во время посадки
Синклер, СК				
Триптих, КС	дифеноконазол + флудиоксонил	3+12	триазолы + фенилпирролы	обработка клубней
Селест Топ, КС				предпосадочная обработка клубней
Шансометокс Трио, КС				
Грифон, КС	ипродион + дифеноконазол	2+3	дикарбоксамиды + триазолы	обработка клубней при посадке
Идикум, СК				обработка клубней и дна борозды во время посадки.
Юниформ, СЭ	азоксистробин + мефеноксам	11+4	метокси-акрилаты + ацилаланины	опрыскивание почвы при посадке картофеля

Примечание: в смесевых препаратах указан только фунгицидный компонент.

Таким образом, большинство фунгицидов, разрешенных для применения в отношении антракноза картофеля в стране, содержит в своем составе действующие вещества с механизмами действия I) ингибирование транспортно-ассоциированного фосфорилирования глюкозы (фенилпирролы; код по FRAC 12; 77% от всех фунгицидов); и II) действии на С14-деметилазу при синтезе стеролов (азолы; код по FRAC 3; 55% от всех приведенных в таблице фунгицидов). В связи с тем, что действующие вещества с этими механизмами действия относятся к группе со средним риском возникновения резистентных форм согласно методическим указаниям FRAC, необходимо правильное чередование данных фунгицидов для профилактики возникновения резистентных популяций гриба и поиск новых фунгицидов для контроля патогена.

Организационно-профилактические методы и интегрированные технологии защиты. Фунгициды обладают ограниченной эффективностью против Сс и не обеспечивают полного контроля, особенно при высоком инфекционном фоне. Наилучшие результаты достигаются при сочетании химической защиты с агротехническими приемами. Так, было показано, что ранняя уборка снижает заражение клубней: задержка на 2 недели повышала пораженность с 10 до 40% [55]. Рекомендуется также проводить просушку клубней после уборки и поддерживать оптимальные условия хранения (3°C, влажность 95%), это также сдерживает развитие не только Сс, но и сопутствующих патогенов.

Устойчивых сортов картофеля к антракнозу пока не создано. Однако исследования с применением метаболомики выявили потенциальные биомаркеры устойчивости, включая α-хаконин и амиды гидроксикоричной кислоты, которые могут быть использованы для маркер-ассоциированной селекции [56].

Наиболее перспективным является комплексный подход, включающий использование здорового посадочного материала, агротехнику, снижающую концентрацию инокулюма в почве и стресс для растений, мониторинг и профилактические фунгицидные обработки. Такой комплексный подход рекомендуют ведущие специалисты, подчеркивая, что управление антракнозом должно быть частью общей системы фитосанитарного контроля посадок картофеля [55].

Заключение

Антракноз картофеля остается растущей угрозой, вызывая снижение урожайности и товарного качества клубней. На основании анализа данных можно предложить следующие практические рекомендации.

1. Использование здорового посадочного материала. Высаживать только сертифицированные клубни без признаков заражения антракнозом, проводить фитосанитарную оценку семенных партий (ПЦР, биотест). Не допускать заноса инокулюма с почвой и тарой.

2. Севооборот и борьба с сорняками. Возвращать картофель на прежнее поле не ранее чем через 4–6 лет. Избегать выращивания восприимчивых культур, уничтожать сорняки семейства Solanaceae и падалицу, так как они служат резервуаром инфекции.

3. Снижение стрессов и профилактика. Поддерживать оптимальный водный и питательный режим, вносить сбалансированные дозы удобрений, особенно N и K. Минимизировать использование гербицидов (особенно метрибузина) на поздних стадиях, защищать посадки от фитофтороза и альтернариоза. При первых признаках увядания ботвы целесообразна более ранняя уборка, что снижает заражение клубней при хранении.

4. Фунгицидная защита. Эффективно профилактическое опрыскивание стробилуринами (азоксистробин, пираклостробин) в начале вегетации. В условиях высокого инфекционного фона оправдано внесение фунгицидов в почву при посадке. Максимальный эффект достигается при их интеграции использования фунгицидов с агротехническими и фитосанитарными мероприятиями.

Таким образом, ключевым в защите от антракноза остается предупреждение болезни: использование здорового посадочного материала, снижение запаса инфекции в почве и создание условий, неблагоприятных для развития патогена. Превентивные меры в сочетании с мониторингом и интегрированной защитой позволяют эффективно ограничивать антракноз и получать высококачественный урожай.

• Литература

1. Lees A.K., Hilton A.J. Black dot (*Colletotrichum coccodes*): an increasingly important disease of potato. *Plant Pathology*. 2003;52(1):3–12. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2003.00793.x>
2. Казарцев И.А., Гомжина М.М., Гасич Е.Л., Хлопунова Л.Б., Ганнибал Ф.Б. Разнообразие грибов рода *Colletotrichum* на некоторых дикорастущих и культурных растениях. *Микология и фитопатология*. 2022;56(2):127–139.
<https://doi.org/10.31857/S0026364822020064>
<https://elibrary.ru/kjrlwm>
3. Yarmeeva M., Kutuzova I., Kurchaev M., et al. *Colletotrichum* species on cultivated Solanaceae crops in Russia. *Agriculture*. 2023;13(3):511. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030511>
4. Andrivon D., Ramage K., Guérin C., Lucan M., Jouan B. Distribution and fungicide sensitivity of *Colletotrichum coccodes* in French potato-producing areas. *Plant Pathology*. 1997;46(5):722–728.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.1997.d01-60.x>
5. Andrivon D., Lucas J.M., Guérin C., Jouan B. Colonization of roots, stolons, tubers and stems of various potato (*Solanum tuberosum*) cultivars by the black dot fungus *Colletotrichum coccodes*. *Plant Pathology*. 2002;47(4):440–445.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.1998.00267.x>
6. Johnson D.A. Effect of foliar infection caused by *Colletotrichum coccodes* on yield of Russet Burbank potato. *Plant Disease*. 1994;78:1075–1078.
7. Errampalli D., Saunders J., Cullen D.W. A PCR-based method for detection of potato pathogen, *Helminthosporium solani*, in silver scurf infected tuber. *Journal of Microbiological Methods*. 2001;44(1):59–68. [https://doi.org/10.1016/S0167-7012\(00\)00240-2](https://doi.org/10.1016/S0167-7012(00)00240-2)
8. Hamm P.B., Johnson D.A. Silver scurf and black dot development on fresh marketed Russet Norkotah tubers in storage. *Potato Progress*. 2012;12(17):4.
9. Sanzo-Miró M., Medina A., Terry L.A., Alamar M.C. Elucidating the impact of environmental factors on the growth of *Colletotrichum coccodes* strains isolated from potato tubers in Great Britain. *International Journal of Food Microbiology*. 2024;423:110843.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110843>
10. Johnson D.A., Geary B., Tsror L. Potato black dot – the elusive pathogen, disease development and management. *American Journal of Potato Research*. 2018;95(4):340–350.
<https://doi.org/10.1007/s12230-018-9633-5>
11. Tsror L., Hazanovsky M. Effect of coinoculation by *Verticillium dahliae* and *Colletotrichum coccodes* on disease symptoms and fungal colonization in four potato cultivars. *Plant Pathology*. 2001;50:483–488. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2001.00585.x>
12. Farley J.D. A selective medium for assay of *Colletotrichum coccodes* in soil. *Phytopathology*. 1972;62(11):1288.
13. Platt H.W., Bollen G.J. The influence of isolation procedure on recovery of *Verticillium* species and *Colletotrichum coccodes* from colonized potato stems. *Mycological Research*. 1995;99(8):942–944. [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)80753-3](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)80753-3)
14. Carnegie S.F., Choiseul J.W., Roberts A.M.I. Detection of *Colletotrichum coccodes* and *Helminthosporium solani* in soils by bioassay. *Plant Pathology*. 2003;52(1):13–21.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2003.00794.x>
15. Sreenivasaprasad S., Meehan B.M., Mills P.R., Brown A.E. Phylogeny and systematics of 18 *Colletotrichum* species based on ribosomal DNA spacer sequences. *Genome*. 1996;39(3):499–512. <https://doi.org/10.1139/g96-064>
16. Ryazantsev D.Y., Chudinova E.M., Kokaeva L.Y., et al. Detection of *Colletotrichum coccodes* by real-time PCR. *Biological Bulletin Reviews*. 2023;13(Suppl1):S108–S113.
<https://doi.org/10.1134/S2079086423070101>
17. Кутузова И.А. Внутривидовая вариабельность фитопатогенных грибов *Colletotrichum coccodes* и *Helminthosporium solani*: дис. ... канд. биол. наук. Москва: МГУ; 2018. 140 с.
18. Denner F.D.N., Millard C.P., Wehner F.C. The effect of seed- and soil-borne inoculum of *Colletotrichum coccodes* on the incidence of black dot on potato. *Potato Research*. 1998;41:51–56.
<https://doi.org/10.1007/BF02360261>
19. Nitzan N., Cummings T.F., Johnson D.A. Disease potential of soil- and tuberborne inocula of *Colletotrichum coccodes* and black dot severity on potato. *Plant Disease*. 2008;92(11):1497–1502. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-11-1497>
20. Pasche J.S., Taylor R.J., Gudmestad N.C. Colonization of potato by *Colletotrichum coccodes*: effect of soil infestation and seed tuber and foliar inoculation. *Plant Disease*. 2010;94(7):905–914.
<https://doi.org/10.1094/PDIS-94-7-0905>
21. Nitzan N., Evans M., Johnson D.A. Colonization of potato plants after aerial infection by *Colletotrichum coccodes*, causal agent of potato black dot. *Plant Disease*. 2006;90:999–1003.
<https://doi.org/10.1094/PD-90-0999>
22. Tsror L., Johnson D.A. *Colletotrichum coccodes* on potato. In: Prusky D., Freeman S., Dickman M.B. (eds.). *Colletotrichum – Host Specificity, Pathology and Host–Pathogen Interaction*. St. Paul MN: APS Press; 2000: 362–373.
23. Nitzan N., Cummings T.F., Johnson D.A. Effect of seed-tuber generation, soilborne inoculum, and azoxystrobin application on development of potato black dot caused by *Colletotrichum coccodes*. *Plant Disease*. 2005;89:1181–1185. <https://doi.org/10.1094/PD-89-1181>
24. Nitzan N., Lucas B.S., Christ B.J. Colonization of rotation crops and weeds by the potato black dot pathogen *Colletotrichum coccodes*. *American Journal of Potato Research*. 2006;83:503–507.
<https://doi.org/10.1007/BF02883511>
25. Dashwood E.P., Fox R.A., Perry D.A. Effect of inoculum source on root and tuber infection by potato blemish disease fungi. *Plant Pathology*. 1992;41:215–223.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1992.tb02340.x>
26. Read P.J., Hide G.A. Effect of inoculum source and irrigation on black dot disease of potato (*Colletotrichum coccodes*) and its development during storage. *Potato Research*. 1988;31:493–500.
<https://doi.org/10.1007/BF02357887>
27. Denner F.D.N., Millard C., Geldenhuys A., Wehner F.C. Treatment of seed potatoes with prochloraz for simultaneous control of silver scurf and black dot on progeny tubers. *Potato Research*. 1997;40:221–227.
<https://doi.org/10.1007/BF02358247>
28. Dillard H.R. Influence of temperature, pH, osmotic potential, and fungicide sensitivity on germination of conidia and growth from sclerotia of *Colletotrichum coccodes* *in vitro*. *Phytopathology*. 1988;78:1357–1361.
29. Brierley J.L., Stewart J.A., Lees A.K., Hilton A.J., Wale S.J., Gladders P. Factors affecting the development and control of black dot on potato tubers. *Plant Pathology*. 2015;64(1):167–177.
<https://doi.org/10.1111/ppa.12238>
30. Buonauro R. Occurrence of black dot of potato caused by *Colletotrichum coccodes* in central Italy. *Plant Disease*. 2002;86(5):562. <https://doi.org/10.1094/pdis.2002.86.5.562c>
31. Tsror L., Erlich O., Hazanovsky M. Effect of *Colletotrichum coccodes* on potato yield, tuber quality and stem colonization during spring and autumn. *Plant Disease*. 1999;83:561–565.
<https://doi.org/10.1007/BF02358247>
32. Tsror L. Effect of light duration on severity of black dot caused by *Colletotrichum coccodes* on potato. *Plant Pathology*. 2004;53:288–293.
<https://doi.org/10.1111/j.0032-0862.2004.01011.x>
33. Krikun J., Orion D. Verticillium wilt of potato: importance and control. *Phytoparasitica*. 1979;7:107–116.
34. Blaisdell B., Geary B., Morton J., Kearns M., Johnson D.A. Available nitrogen levels influence *Colletotrichum coccodes* infection severity of Russet Burbank potato roots. *Phytopathology*. 2009;99(6):12.
35. Кузнецова М.А., Денисенков И.А., Рогожин А.Н., Сметанина Т.И. Антракноз – вредоносное заболевание картофеля. *Картофель и овощи*. 2020;(6):20–23. <https://elibrary.ru/hxmlqi>
36. Belov G.L., Belosokhov A.F., Kutuzova I.A., et al. *Colletotrichum coccodes* in potato and tomato leaves in Russia. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2018;125:311–317.
<https://doi.org/10.1007/s41348-017-0138-0>
37. Tyvaert L., Everaert E., Lippens L., et al. Interaction of *Colletotrichum coccodes* and *Verticillium dahliae* in pepper plants.

- European Journal of Plant Pathology.* 2019;155:1303–1317.
<https://doi.org/10.1007/s10658-019-01857-1>
38. Shivas R.G., Tan Y.P., Edwards J., Dinh Q., et al. *Colletotrichum* species in Australia. *Australasian Plant Pathology.* 2016;45:447–464.
<https://doi.org/10.1007/s13313-016-0443-2>
39. Liu F., Cai L., Crous P.W., Damm U. Circumscription of the anthracnose pathogens *Colletotrichum lindemuthianum* and *C. nigrum*. *Mycologia.* 2013;105:844–860. <https://doi.org/10.3852/12-315>
40. Sucianto E.T., Abbas M., Purwati E.S. Anthracnose disease on vegetable crops in Serang village, District of Karangreja, Purbalingga Regency. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education.* 2020;12(1):50–56. <http://dx.doi.org/10.15294/biosaintifika.v12i1.21818>
41. Rodeva R., Karov I., Stoyanova Z., Kovacevik B., Manova V., Georgieva R. *Phomopsis capsici* and *Colletotrichum coccodes* infecting pepper in Macedonia. In: Marisavljevic D. (ed.) *Proceedings of the International Symposium on Current Trends in Plant Protection.* Belgrade: Institute for Plant Protection and Environment; 2012: 257–263.
42. Chakradhar M. *Colletotrichum coccodes* (black dot of potato). *CABI Compendium.* 2022. doi:10.1079/cabicompendium.14894
43. Bellé C., Ramos R.F., Moccellin R., Farias C.R.J. Detection of *Colletotrichum coccodes* causing leaf anthracnose on *Pisum sativum* in southern Brazil. *Journal of Plant Pathology.* 2020;102(1):255. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00392-6>
44. Chesters C.G.C., Hornby D. Studies on *Colletotrichum coccodes*: II. Alternative host tests and tomato fruit inoculations using a typical tomato root isolate. *Transactions of the British Mycological Society.* 1965;48(4):583–596.
45. Ditomaso A., Watson A.K. Impact of a fungal pathogen, *Colletotrichum coccodes*, on growth and competitive ability of *Abutilon theophrasti*. *New Phytologist.* 1995;131(1):51–60.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1995.tb03054.x>
46. Honeycutt C.W., Clapham W.M., Leach S.S. Crop rotation and N fertilization effects on growth, yield, and disease incidence in potato. *American Potato Journal.* 1996;73(2):45–61.
<https://doi.org/10.1007/BF02854760>
47. Denner F.D.N., Millard C.P., Wehner F.C. Effect of soil solarization and mouldboard ploughing on black dot of potato, caused by *Colletotrichum coccodes*. *Potato Research.* 2000;43:195–201.
<https://doi.org/10.1007/BF02358079>
48. Peters J.C., Harper G., Brierley J.L., Lees A.K., Wale S.J., Hilton A.J., Gladders P., Boonham N., Cunningham A.C. The effect of post-harvest storage conditions on the development of black dot (*Colletotrichum coccodes*) on potato. *Plant Pathology.* 2016;65:1484–1491.
<https://doi.org/10.1111/ppa.12535>
49. Komm D.A., Stevenson W.R. Tuber-borne infection of *Solanum tuberosum* ‘Superior’ by *Colletotrichum coccodes*. *Plant Disease Reporter.* 1978; 62(8): 682–687.
50. Belov D.A., Khiutti A.V. Modern phytopathogenic complex of potato diseases and measures to prevent their spread in Russia. *Potato and Vegetables.* 2022;5:18–24.
<https://doi.org/10.25630/PAV.2022.52.94.003>
51. Brierley J.L., Stewart J.A., Lees A.K. Quantifying potato pathogen DNA in soil. *Applied Soil Ecology.* 2009;41:234–238.
<https://doi.org/10.1016/J.APSoIL.2008.11.004>
52. Kuznetsova M.A., Statsyuk N.V., Demidova V.N., Semenik I.N., et al. Complex approach to control black dot disease in potato. *Agronomy.* 2024;14(7):1373. <https://doi.org/10.3390/agronomy14071373>
53. Cummings T.F., Johnson D.A. Effectiveness of early-season, single applications of azoxystrobin for the control of potato black dot as evaluated by three assessment methods. *American Journal of Potato Research.* 2008;85:422–431.
<https://doi.org/10.1007/s12230-008-9040-4>
54. Ingram J., Cummings T.F., Johnson D.A. Response of *Colletotrichum coccodes* to selected fungicides using a plant inoculation assay and efficacy of azoxystrobin applied by chemigation. *American Journal of Potato Research.* 2011;88(4):309–317.
<https://doi.org/10.1007/s12230-011-9195-2>
55. Black dot (*Colletotrichum coccodes*) the elusive disease. 2022. [Электронный ресурс]
<https://static1.squarespace.com/static/6046dbe313fcb01afb282298/t/62f34d1c5eec2b12a327907e/1660112158422/Black+Dot.pdf>
56. Massana-Codina J., Schnee S., Allard P.M., Rutz A., et al. Insights on the structural and metabolic resistance of potato (*Solanum tuberosum*) cultivars to tuber black dot (*Colletotrichum coccodes*). *Frontiers in Plant Science.* 2020;11:1287. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01287>

• References (in Russ.)

2. Kazartsev I.A., Gomzhina M.M., Gasich E.L., Khlopunova L.B., Gannibal F.B. Diversity of fungi of the genus *Colletotrichum* on some wild and cultivated plants. *Mycology and Phytopathology.* 2022;56(2):127–139. (in Russ.)
<https://doi.org/10.31857/S0026364822020064>
<https://elibrary.ru/kjrlwm>
17. Kutuzova I.A. Intraspecific variability of phytopathogenic fungi *Colletotrichum coccodes* and *Helminthosporium solani*: diss. ... Cand. of Biological Sciences. Moscow: Moscow State University; 2018. 140 p. (in Russ.)
35. Kuznetsova M.A., Denisenkov I.A., Rogozhin A.N., Smetanina T.I. Anthracnose – a harmful potato disease. *Potato and Vegetables.* 2020;(6):20–23. (in Russ.) <https://elibrary.ru/hxmlqi>

Об авторах:

Константин Сергеевич Трошин – аспирант,
 ассистент кафедры защиты растений,
<https://orcid.org/0009-0004-5018-1265>,
 SPIN-код: 6032-4313, konstantinetr@gmail.com

Рашит Исламович Тараканов – кандидат биол. наук,
 доцент кафедры защиты растений,
<https://orcid.org/0000-0002-3235-8467>,
 SPIN-код: 9049-7157, автор для переписки r.tarakanov@rgau-msha.ru

Петр Владимирович Евсеев – кандидат биол. наук,
 заведующий лабораторией молекулярной микробиологии,
<https://orcid.org/0000-0002-1646-9802>,
 SPIN-код: 4275-9187, petevseev@gmail.com

Светлана Ивановна Чебаненко – кандидат с.-х. наук,
 доцент кафедры защиты растений,
<https://orcid.org/0000-0002-6128-1948>,
 SPIN-код: 8044-0727, svchebanenko@rgau-msha.ru

Февзи Сейд-Умерович Джалилов – доктор биол. наук,
 заведующий кафедрой защиты растений,
<https://orcid.org/0000-0002-5014-8375>,
 SPIN-код: 3033-3991, dzhalilov@rgau-msha.ru

About the Authors:

Konstantin S. Troshin – Postgraduate student,
 Assistant of the Department of Plant Protection,
<https://orcid.org/0009-0004-5018-1265>,
 SPIN-code: 6032-4313, konstantinetr@gmail.com

Rashit I. Tarakanov – Cand. Sci. (Biology),
 Associate Professor of the Department of Plant Protection,
<https://orcid.org/0000-0002-3235-8467>,
 SPIN-code: 9049-7157,
 the author for correspondence, r.tarakanov@rgau-msha.ru

Peter V. Evseev – Cand. Sci. (Biology), Head of the Laboratory of Molecular Microbiology, <https://orcid.org/0000-0002-1646-9802>,
 SPIN-code: 4275-9187, petevseev@gmail.com

Svetlana I. Chebanenko – Cand. Sci. (Agriculture),
 Associate Professor of the Department of Plant Protection,
<https://orcid.org/0000-0002-6128-1948>,
 SPIN-code: 8044-0727, svchebanenko@rgau-msha.ru

Fevzi S.-U. Dzhalilov – Dr. Sci. (Biology),
 Head of the Department of Plant Protection,
<https://orcid.org/0000-0002-5014-8375>,
 SPIN-code: 3033-3991, dzhalilov@rgau-msha.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-105-113>
УДК: 635.64:631.531:632.937.15

И.Н. Писарева^{1*}, О.О. Белошапкина²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр карантинных растений» (ФГБУ «ВНИИКР»)
140150, Россия, Московская область,
м.о. Раменский, р.п. Быково, ул. Пограничная, 32

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)
127434, Россия, г. Москва,
ул. Тимирязевская, 49

*Автор для переписки: iruru@yandex.ru

Вклад авторов: Писарева И.Н.: разработка методики проведения опытов, проведение лабораторных исследований, обработка и анализ полученных данных, написание рукописи. Белошапкина О.О.: научное руководство исследованиями, методология и редактирование рукописи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Писарева И.Н., Белошапкина О.О. Культивируемые бактерии, ассоциированные с семенами томата. Овощи России. 2025;(5):105-113.

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-105-113>

Поступила в редакцию: 16.07.2025

Принята к печати: 22.08.2025

Опубликована: 28.10.2025

Irina N. Pisareva^{1*}, Olga O. Beloshapkina²

¹All-Russian Plant Quarantine Center
32, Pogranichnaya st., Bykovo,
municipal district Ramensky,
Moscow region, Russia, 140150

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (RSAU-MTAA)
49, Timiryazevskaya st.,
Moscow, Russia, 127434

*Corresponding Author: iruru@yandex.ru

Authors' Contribution: Pisareva I.N.: development of experimental methodology, conducting laboratory research, processing and analyzing the data obtained, and writing a manuscript. Beloshapkina O.O.: scientific supervision of research, methodology and editing of the manuscript.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Pisareva I.N., Beloshapkina O.O. Cultivated bacteria associated with tomato seeds. Vegetable crops of Russia. 2025;(5):105-113. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-105-113>

Received: 16.07.2025

Accepted for publication: 22.09.2025

Published: 28.10.2025



Культивируемые бактерии, ассоциированные с семенами томата



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Болезни бактериальной этиологии, снижающие урожайность томата и в открытом, и в защищенном грунте, занимают особое место по вредоносности, интенсивности передачи в агроценозе и трудности лечения. Широкое распространение в мире бактериальных фитопатогенов на помидоре обусловлено тем, что они долгое время сохраняют жизнеспособность на поверхности и внутри семян. Цель данного исследования – уточнение состава культивируемых бактерий, ассоциированных с семенами томата разных гибридов и сортов, и выявление патогенных видов.

Материал и методика. Работу выполняли в отделе бактериологии Всероссийского центра карантинных растений (Московская область, р.п. Быково). Для изучения состава культивируемых бактерий использовали семена 24 гибридов и сортов томата. Посев пробы из семян проводили на питательную среду YDC в двукратной повторности методом Дригальского. Чашки Петри инкубировали при 27°C. Выделение ДНК из чистой культуры бактерий проводили методом кипячения. Идентифицировали изолятами методом секвенирования по Сэнгеру. Для тестирования на патогенность из двухдневной чистой культуры изолятов *Pseudomonas* sp. и *Curtobacterium* sp. готовили бактериальную суспензию в стерильной дистиллированной воде в концентрации 10⁶ КОЕ/мл. Выращивали рассаду томата из семян 3 гибридов. Искусственное заражение растений проводили после появления 2-3 настоящих листьев методом инъекций в стебель между семядолями и первым настоящим листом в трехкратной повторности.

Результаты и обсуждение. При фитоэкспертизе полученного семенного материала томата были выделены изолятами бактерий, относящиеся к 10 родам: *Sphingomonas*, *Micrococcus*, *Phyllobacterium*, *Ralstonia*, *Frigeribacterium*, *Arthrobacter*, *Devasia*, *Agrococcus*, *Pseudomonas*, *Curtobacterium*. Методом искусственного заражения рассады томата доказано, что патогенные для растений томата были представители родов *Pseudomonas* и *Curtobacterium*. Наиболее восприимчивыми к заражению бактериями рода *Pseudomonas* были растения гибрида Беллиозо F₁, некрозы на листьях которых были более многочисленные и крупнее, чем на Калланзо F₁ и особенно – Сенсерно F₁. Бактерии рода *Curtobacterium* оказались менее агрессивными и вызванные ими некрозы на листьях были мельче, чем при инокуляции бактериями рода *Pseudomonas*. Отмечено значительное угнетение роста испытуемых гибридов. При инокуляции *Pseudomonas* sp. растения отставали в росте от контроля на 40-50%, при заражении *Curtobacterium* sp. – на 44-54% в зависимости от гибрида. Таким образом, качественная и своевременная диагностика фитопатогенных возбудителей бактериальных заболеваний и выбраковка или дезинфекция семян являются эффективным способом снижения потерь урожая и повышения рентабельности производства томата.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

томат, фитопатогенные бактерии, симптомы бактериоза, тест на патогенность, микробиом растений

Cultivated bacteria associated with tomato seeds

ABSTRACT

Relevance. Bacterial diseases that reduce tomato yield in both open and protected ground occupy a special place due to their harmfulness, intensity of transmission in agrocenosis, and difficulty of treatment. The widespread distribution of bacterial phytopathogens on tomatoes worldwide is due to their ability to remain viable for a long time on the surface and inside seeds. The aim of this study is to clarify the composition of cultivated bacteria associated with seeds of different tomato varieties and to identify pathogenic species.

Material and Methodology. The work was conducted in the Bacteriology Department of the All-Russian Plant Quarantine Center (Moscow Region, town of Bykovo). To study the composition of cultivated bacteria, seeds from 24 varieties and hybrids of tomatoes were used. Seed samples were inoculated onto YDC nutrient medium in duplicate using the Drigalski method. Petri dishes were incubated at 27°C. DNA extraction from pure bacterial cultures was performed using the boiling method. Isolates were identified using Sanger sequencing. For pathogenicity testing, a bacterial suspension of isolates *Pseudomonas* sp. and *Curtobacterium* sp. was prepared from a two-day pure culture in sterile distilled water at a concentration of 10⁶ CFU/ml. Tomato seedlings were grown from seeds of three hybrids. Artificial infection of the plants was conducted after the appearance of 2-3 true leaves by injecting into the stem between the cotyledons and the first true leaf in triplicate.

Results and Discussion. During the phytosanitary examination of the obtained tomato seed material, bacterial isolates belonging to 10 genera were identified: *Sphingomonas*, *Micrococcus*, *Phyllobacterium*, *Ralstonia*, *Frigeribacterium*, *Arthrobacter*, *Devasia*, *Agrococcus*, *Pseudomonas*, and *Curtobacterium*. Using artificial infection of tomato seedlings, it was demonstrated that representatives of the genus *Pseudomonas* and *Curtobacterium* were pathogenic to tomato plants. It was found that plants of the Bellioso F₁ hybrid are most susceptible to infection with *Pseudomonas* bacteria, with more numerous and large necrosis on the leaves compared with the Callanzo F₁ hybrid and especially with the Senserno F₁ hybrid. The bacteria of the genus *Curtobacterium* were less aggressive, and the necroses they caused on the leaves were smaller than those caused by *Pseudomonas* bacteria. Significant growth inhibition of the tested varieties was noted. Upon inoculation with *Pseudomonas* sp., the plants lagged behind the control by 40-50%, while infection with *Curtobacterium* sp. resulted in a growth delay of 44-54%, depending on the hybrid. Thus, qualitative and timely diagnosis of phytopathogenic agents of bacterial diseases, along with the culling or disinfection of seeds, is an effective way to reduce yield losses and increase the profitability of tomato production.

KEYWORDS: tomato, phytopathogenic bacteria, symptoms of bacterial disease, pathogenicity test, plant microbiome

Введение

Исследование состава культивируемых бактерий, ассоциированных с растениями, представляет собой одну из важнейших задач современного микробиологического и экологического исследования, поскольку она способствует глубокому пониманию взаимосвязей в агробиосистемах и открывает новые перспективы для развития устойчивых агротехнологий [1–4]. В частности, бактерии, ассоциированные с семенами, играют ключевую роль в формировании микробиома растений [5, 6]. Изучение их состава помогает понять, как эти микроорганизмы влияют на здоровье и развитие растений. Некоторые бактерии могут действовать как биологические агенты, защищая растения от патогенов [7–9]. Понимание их состава может помочь в разработке методов и средств борьбы с заболеваниями растений. Определенные бактерии могут способствовать лучшему усвоению питательных веществ и росту растений. Изучение их взаимодействия с семенами может привести к повышению урожайности. Знание о полезных бактериях может помочь в создании эффективных биологических удобрений и средств для стимуляции роста, что является более экологически чистой альтернативой химическим минеральным удобрениям [7, 10–12]. Исследование состава бактерий способствует получению новых знаний о том, как растения адаптируются к различным условиям, включая стрессовые факторы, такие как засуха или высокие температуры. Иммунологический аспект изучения бактерий, ассоциированных с семенами важен для селекционной работы на устойчивость к патогенам и изменениям климата, может помочь в сохранении и улучшении генетического разнообразия сортов сельскохозяйственных культур. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации агрономических практик, таких как обработка семян, для более эффективного и устойчивого сельского хозяйства [1, 7, 13]. Немаловажный методический аспект при разработке или совершенствовании способов фитосанитарного мониторинга болезней посевов и семян. Также очень важно иметь коллекцию сопутствующей бактериальной микробиоты при определении аналитической специфичности тест-систем для выявления и идентификации возбудителей бактериальных заболеваний растений. Аналитическая специфичность, наряду с аналитической чувствительностью, является очень важным параметром при валидации методов ПЦР [14, 15]. Высокая аналитическая специфичность обеспечивает возможность точного определения целевых последовательностей ДНК, что крайне важно для диагностики инфекционных заболеваний. Если метод имеет низкую специфичность, он может давать ложноположительные результаты, что приводит к неправильной интерпретации данных, ненужным дополнительным тестам и увеличению сроков лабораторных исследований. Высокая специфичность ПЦР-тестов помогает гарантировать, что полученные результаты действительно отражают наличие или отсутствие целевого организма или генетической последовательности, что особенно важно в рутинной лабораторной практике. Специфичность позволяет сравнивать различные методы диагностики и их эффективность, что может быть важно при выборе наиболее подходящего теста для конкретной ситуации. Определение аналитической специфичности тестов является частью стандартов качества для аккредитованных лабораторий.

Таким образом, изучение состава бактерий, ассоциированных с растениями, имеет важное значение для защиты

растений, селекционной работы, экологии и в целом –устойчивого сельского хозяйства.

Среди болезней, снижающих урожайность томата и в открытом, и в защищенном грунте особое место по вредоносности, интенсивности передачи в агроценозе и по трудности лечения занимают болезни бактериальной этиологии. Наиболее опасными и распространёнными болезнями данной этиологии являются: бактериальный рак томата (*Clavibacter michiganensis* (Smith; Davis et al.) Li et al.); некроз сердцевины стебля (*Pseudomonas corrugata* Roberts & Scarlett); бактериальная крапчатость листьев (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe) Young, Dye & Wilkie); чёрная бактериальная пятнистость томата (*Xanthomonas euvesicatoria* pv. *euvesicatoria* (Jones et al.) Constantin et al., *X. vesicatoria* (Dodge) Vauterin et al., *X. hortorum* pv. *gardneri* (Jones et al.) Morinier et al., *X. euvesicatoria* pv. *perforans* (Jones et al., Constantin et al.) [16]. Симптомы этих заболеваний варьируют от пятнистостей на листьях до почти полной дефолиации, что негативно сказывается на фотосинтетической активности и продуктивности растений. В итоге плоды томата теряют товарный вид и ухудшаются их вкусовые качества. Широкое распространение в мире бактериальных фитопатогенов на этой культуре обусловлено тем, что, кроме как в растительных остатках, они долгое время сохраняют жизнеспособность на поверхности и внутри семян. Согласно данным [17] при благоприятных условиях для развития *C. michiganensis* достаточно 1 зараженного семени из 10000 для того, чтобы вызвать массовое поражение растений бактериальным раком томата. Патоген системно колонизирует ксилему, вызывая увядание листочек с одной стороны сложного листа, некроз краёв листовой пластинки, растрескивание стеблей и в конечном итоге приводит к увяданию и гибели всего растения. При эпифитотии гибнет от 46 до 93% растений, а средний вес плодов снижается примерно на 50%. Как правило, заражение семян томатов *C. michiganensis* происходит системно через сосудистую ткань. При раннем заражении плоды деформируются и приобретают уродливую форму. Семена таких плодов темнеют и теряют всхожесть. При более позднем внутреннем заражении плоды и семена сохраняют нормальный внешний вид, а всхожесть семян остается на высоком уровне. Благодаря своей устойчивости к высыханию, бактерия может сохраняться на семенах или внутри них в течение многих лет. После посадки рассады с латентной инфекцией симптомы на томатах могут проявиться только через 35–42 дня [18]. Таким образом, качественные здоровые семена играют критическую роль в обеспечении успешного выращивания томата, как и всех видов сельскохозяйственных культур. При прочих равных условиях применение семян высокого качества способствует увеличению урожайности на 18–20% [19]. В связи с этим, своевременная и качественная диагностика возбудителей бактериальных заболеваний и выбраковка или дезинфекция семян являются эффективным способом снижения потерь урожая и повышения рентабельности производства томата.

Цель данного исследования – уточнение состава культивируемых бактерий, ассоциированных с семенами томата разных гибридов и сортов, и выявление патогенных видов. Одной из задач была идентификация бактериальных изолятов методом секвенирования и последующее определение их патогенности.

Материал и методы проведения исследований

Для изучения состава культивируемых бактерий, колонизирующих семенной материал, использовали 24 гибрида/сорта томата: Манар F₁, Лоджейн F₁, Вернер F₁, Аксидиус F₁, Максимато F₁, Чери Блосэм F₁, Пинк Парадайз F₁, Димероза F₁, Пинк Мэджик F₁, Прунакс F₁, Пинк Пионер F₁, Кэти Роуз F₁, Де

Патогенность выделенных изолятов исследовали методом искусственного заражения растений в стадии рассады трех гибридов томата: Беллиозо F₁, КалланзоF₁ и Сенсерно F₁. Иникулировали 3х3 растения (3 блока по 3 растения). В таблице 1 представлена краткая характеристика гибридов.

Из двухдневной чистой культуры выделенных идентифици-

Таблица 1. Краткая характеристика гибридов
Table 1. Brief description of hybrids

Название гибрида	Направление использования/группа спелости	Тип растения/условия выращивания	Форма плода	Примечания
Беллиозо F ₁	салатный/среднеспелый	индетерминантное/светокультура	округлая	Для товарного производства. Гибрид устойчив к вертициллезу, фузариозному увяданию, а также к вирусу мозаики томата.
Калланзо F ₁	салатный/среднепоздний	индетерминантное/защищенный грунт	плоскоокруглая	Включён в Госреестр по 3-й световой зоне для выращивания в зимних теплицах в продлённом обороте.
Сенсерно F ₁	салатный/раннеспелый	индетерминантное/сад-огород для защищенного грунта	плоскоокруглая	Для ЛПХ. Гибрид устойчив к вертициллезу, фузариозному увяданию, а также к вирусу мозаики томата.

Барао розовый, Мануза F₁, Имран F₁, Агилис F₁, Усмань F₁, Томат Диаболик F₁, Волгоградский 5/95, Эрон F₁, Семко 2006 F₁, Амоурин F₁, Максеза F₁, Томат Энроза F₁.

Подготовку проб семян проводили модифицированным методом дробления (гомогенизации) [16]. Полученный в результате пробоподготовки экстракт из семян использовали для приготовления трех последовательных 10-кратных разведений. Затем 2-е и 3-е разведения высевали на декстрозно-дрожжевой карбонатный агар (YDC) в двукратной повторности по 100 мкл методом Дригальского.

Чашки Петри инкубировали при 27°C. Начиная с третьих суток, вели наблюдение за ростом бактерий и отсевали различающиеся по морфологии колонии на среду YDC. Закладывали чистую культуру выделенных изолятов в криопробирки и хранили их при температуре -80°C в виде суспензии в стерильном растворе 15%-го глицерина.

Выделение ДНК из чистой культуры бактериальных клеток проводили методом кипячения.

Для идентификации бактериальных изолятов использовали метод секвенирования по Сэнгеру с универсальными праймерами 8UA/519R на генетическом анализаторе Applied Biosystems 3500. Обработку генетических последовательностей проводили в программе BioEdit. Полученные последовательности сравнивали с последовательностями видов бактерий, представленными в GenBank при помощи приложения BLAST.

рованных изолятов бактерий родов *Pseudomonas* и *Curtobacterium* готовили бактериальную суспензию в стерильной дистиллированной воде в концентрации 106-107 КОЕ/мл. В качестве отрицательного контроля использовали стерильную дистиллированную воду. Рассаду томата из семян выращивали в течение 3-х недель. Искусственное заражение (инокуляцию) растений проводили после появления 2-3 настоящих листьев методом инъекции в трехкратной повторности. Для этого суспензию в объеме 1 мл набирали в шприц с иглой и вводили в растение путем укола в стебель между семядолями и первым настоящим листом. Растения не поливали за 1 день до заражения, чтобы повысить вероятность усвоения инокулята. После инокуляции рассаду поливали и укрывали полиэтиленовыми пакетами на 48 часов для поддержания высокой влажности. Далее рассаду выращивали в условиях комнатной температуры, естественном освещении при умеренном поливе. Начиная с третьего дня после искусственного заражения, растения ежедневно осматривали и фотографировали симптомы на листьях.

Результаты исследований

Проведенная начальная подготовка аналитических проб для исследования бактериальных патогенов была направлена на избавление, по возможности, от большей части нецелевой микробиоты. Таким образом, в нашем опыте с посевами на чашках Петри грибные колонии практически



Рис. 1. Разнообразие культивируемых бактерий на среде YDC, ассоциированных с семенами томата
Fig. 1. Diversity of cultivated bacteria on YDC medium associated with tomato seeds

Таблица 2. Результаты идентификации выделенных из семян томата бактериальных изолятов
Table 2. Results of the identification of bacterial isolates obtained from tomato seeds

Название гибрида/сорта	Название рода бактерии	Частота встречаемости, %	Название вида бактерии
Манар F ₁	<i>Sphingomonas</i> sp.	50,0	-
Лоджейн F ₁	<i>Ralstonia</i> sp. <i>Sphingomonas</i> sp.	8,3 50,0	<i>R. pickettii</i> -
Вернер F ₁	<i>Micrococcus</i> sp.	25,0	-
Аксидиус F ₁	<i>Sphingomonas</i> sp.	50,0	-
Максимато F ₁	<i>Sphingomonas</i> sp.	50,0	-
Чери Блосэм F ₁	<i>Micrococcus</i> sp.	25,0	-
Пинк Парадайз F ₁	<i>Pseudomonas</i> sp.	4,2	-
Димероза F ₁	<i>Sphingomonas</i> sp.	50,0	-, -
Пинк Мэджик F ₁	<i>Sphingomonas</i> sp. <i>Phyllobacterium</i> sp.	50,0 25,0	<i>P. myrsinacearum</i>
Прунакс F ₁	<i>Micrococcus</i> sp. <i>Sphingomonas</i> sp.	25,0 50,0	- -
Пинк Пионер F ₁	<i>Sphingomonas</i> sp.	50,0	-
Кэти Роуз F ₁	<i>Curtobacterium</i> sp. <i>Sphingomonas</i> sp.	4,2 50,0	<i>C. flaccumfaciens</i> -
Де Барао розовый	<i>Frigoribacterium</i> sp. <i>Sphingomonas</i> sp.	4,2 50,0	- -, -
Мануза F ₁	<i>Phyllobacterium</i> sp.	25,0	<i>P. myrsinacearum</i>
Имран F ₁	<i>Phyllobacterium</i> sp.	25,0	<i>P. myrsinacearum</i>
Агилис F ₁	<i>Micrococcus</i> sp.	25,0	-
Усмань F ₁	<i>Micrococcus</i> sp.	25,0	-
Диаболик F ₁	<i>Sphingomonas</i> sp.	50,0	-
Волгоградский 5/95	<i>Arthrobacter</i> sp. <i>Devsia</i> sp. <i>Agrococcus</i> sp.	4,2 4,2 4,2	- - -
Эрон F ₁	<i>Ralstonia</i> sp.	8,3	<i>R. pickettii</i>
Семко 2006 F ₁	<i>Phyllobacterium</i> sp.	25,0	<i>P. myrsinacearum</i>
Амоурин F ₁	<i>Phyllobacterium</i> sp.	25,0	<i>P. myrsinacearum</i>
Максеза F ₁	<i>Sphingomonas</i> sp. <i>Micrococcus</i> sp.	50,0 25,0	- -
Энроза F ₁	<i>Phyllobacterium</i> sp.	25,0	<i>P. myrsinacearum</i>

отсутствовали, при этом был отмечен рост бактериальных колоний разной морфологии (рис. 1).

Количество бактериальных колоний, отобранных нами для идентификации, составило 34 штуки. В таблице 2 представлены результаты их секвенирования.

В составе культивируемых бактерий, колонизирующих обследуемый семенной материал томата, были идентифицированы изоляты, относящиеся к 10 родам бактерий: *Sphingomonas*, *Micrococcus*, *Phyllobacterium*, *Ralstonia*, *Frigoribacterium*, *Arthrobacter*, *Devsia*, *Agrococcus*, *Pseudomonas*, *Curtobacterium*. Ниже приведена их краткая характеристика. Виды рода *Sphingomonas* широко распространены в природе, их выделяли из различных наземных

и водных местообитаний, а также с поверхности листьев, семян и цветков 26 видов растений, принадлежащих к 11 семействам [20]. Известно, что среди бактерий этого рода есть виды, участвующие в деградации металлоорганических соединений, некоторые виды улучшают рост растений в стрессовых условиях, таких как засуха, загрязнение тяжелыми металлами и засоление почв [21]. В нашем исследовании было выделено 14 изолятов *Sphingomonas* spp. из семян томата 12 гибридов и сортов. Было отмечено, что эти изоляты значительно отличались друг от друга по ряду морфологических признаков, в том числе цвет колоний варьировал от молочно-белого до оранжевого (рис. 2).

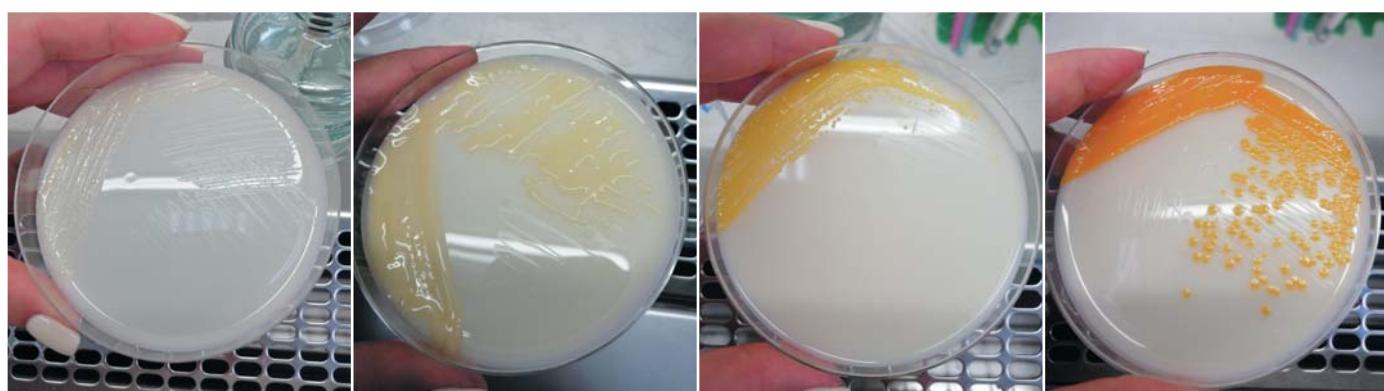


Рис. 2. Разнообразие окраски бактериальных изолятов, идентифицированных как *Sphingomonas* spp.
Fig. 2. Diversity of coloration of bacterial isolates identified as *Sphingomonas* spp.

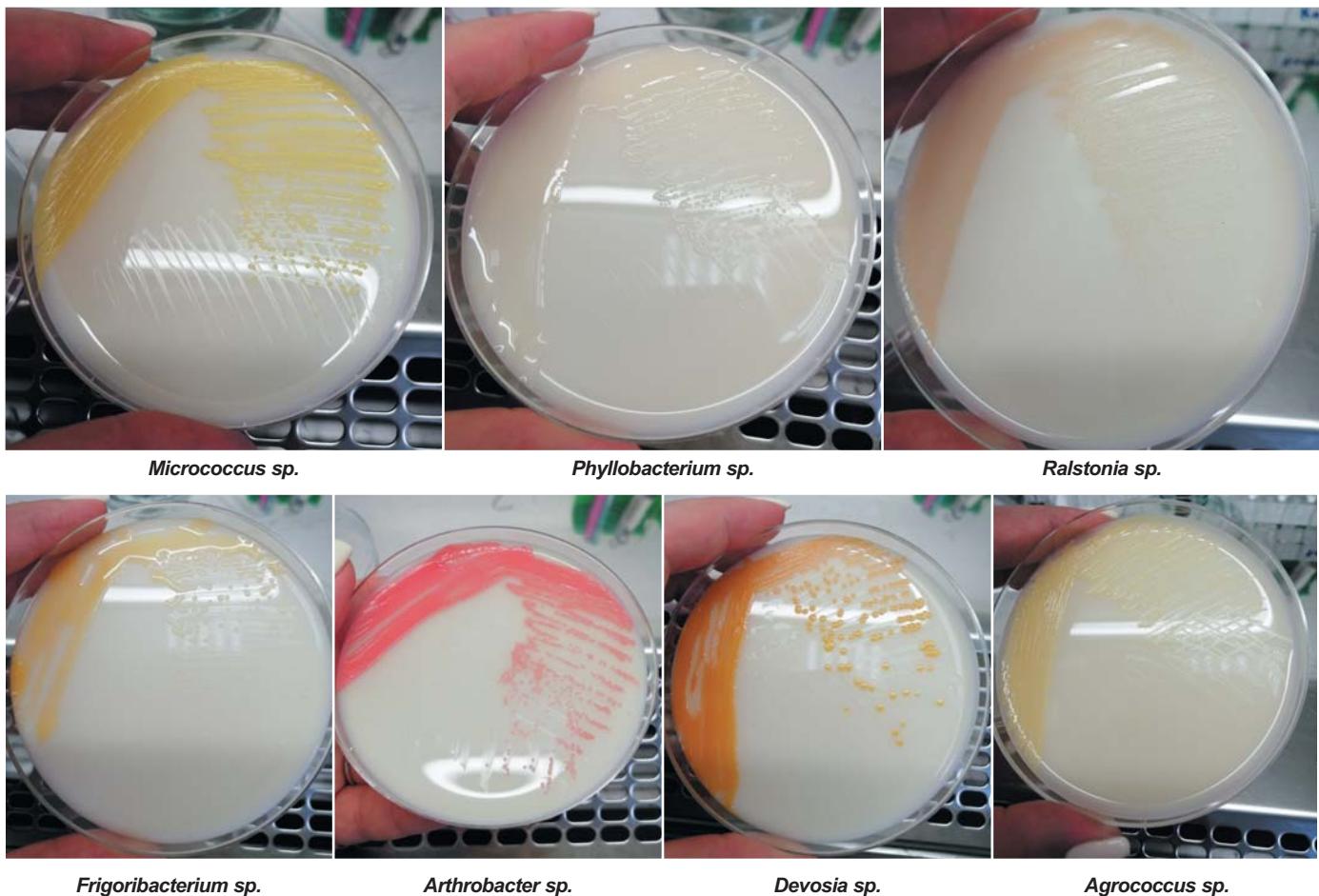


Рис. 3. Разнообразие бактериальных изолятов, выделенных с семян томата
Fig. 3. Diversity of bacterial isolates obtained from tomato seeds

Бактерии *Micrococcus* spp. являются облигатными аэробами, чаще сапротрофами, фитопатогенных видов нет. В окружающей среде распространены широко, их обнаруживают в почве, пыли, воде и воздухе [22].

Вид *Phyllobacterium myrsinacearum* – грамотрицательная бактерия, выделенная из корнеплодов сахарной свеклы [23].

Бактерии *Ralstonia picketii* выделяли из воды, почвы и растений, а также из образцов слюны здоровых людей [24].

Виды родов *Frigoribacterium*, *Arthrobacter* и *Devsia* – типичные представители почвенных бактерий [25–27].

Бактерии *Agrococcus* spp. широко распространены в окружающей среде, включая почву, растения, водоемы и пищевые продукты [28].

Колонии выделенных из семян томата изолятов, относящихся к вышеперечисленным родам представлены на рисунке 3.

Анализ литературы и опыт практической работы показал, что из выделенных нами с семян томата бактерий потенциально патогенными для растений томата могут быть представители родов *Pseudomonas* и *Curtobacterium* (рис. 4).

Наиболее широко распространен в природе род *Pseudomonas*. Эти грамотрицательные неспорообразующие бактерии обитают в почве, водоемах, филосфере и ризосфере растений, часть видов являются фитопатогенными представителями [29, 30]. Например, к патогенам растений томата относятся виды *Pseudomonas corrugata* (возбуди-



Pseudomonas sp.



Curtobacterium sp.

Рис. 4. Фитопатогенные изоляты родов *Pseudomonas* (слева) и *Curtobacterium* (справа)
Fig. 4. Phytopathogenic isolates of the genera *Pseudomonas* (on the left) and *Curtobacterium* (on the right)

Беллиозо F_1 Калланзо F_1 Сенсерно F_1

Рис. 5. Некрозы, вызванные *Pseudomonas* sp. при искусственном заражении
Fig. 5. Necroses caused by *Pseudomonas* sp. during artificial infection



Рис. 6. Общий вид растений гибрида Беллиозо F_1 спустя 3 недели после инокуляции *Pseudomonas* sp. (3 слева) и контрольные растения (2 справа)
Fig. 6. General appearance of Belliozo F_1 hybrid plants three weeks after inoculation with *Pseudomonas* sp. (3 on the left) and control plants (2 on the right)

тель некроза сердцевины стебля томата) и *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (возбудитель бактериальной крапчатости листьев томата) [16, 31].

По результатам проведенного искусственного заражения растений томата изолятом *Pseudomonas* sp., оказалось, что на листовых пластинках всех трех испытываемых гибридов образовались белесые и бело-желтые некрозы, наиболее крупные на Беллиозо F_1 (рис. 5).

Впоследствии через 3 недели после инокуляции, растения значительно отставали в росте и имели более светлую окраску листьев, по сравнению с контрольными растениями. Более восприимчивым к заражению оказался гибрид Беллиозо F_1 (рис. 6).

Отмечено отставание в развитии инокулированных растений. Растения томата Беллиозо F_1 и Калланзо F_1 формировали на 2 сложных листа меньше по сравнению с контрольными, а растения Сенсерно F_1 – на 1 лист меньше.

В таблице 3 представлены результаты измерения высоты опытных растений. Как можно заметить, зараженные растения отставали по высоте на 40-50% по отношению к контрольным. В частности, Беллиозо F_1 и Сенсерно F_1 были ниже контроля на 50 и 47%, соответственно, а Калланзо F_1 – на 40% ниже контрольных. Его можно условно считать более устойчивым, учитывая более мелкие хлоротичные некрозы и высоту зараженных растений. На основе проведенного анализа видно, что разница между средними значе-

Таблица 3. Результаты измерения высоты растений, инокулированных *Pseudomonas* sp. и контрольных образцов
Table 3. Results of measuring the height of plants inoculated with *Pseudomonas* sp. and control samples

Название гибрида	Блок	Высота растения, см / повторности								НСР (при $t = 0,05$)	Высота растений, в % к контролю
		1	2	3	ср.	1 К	2 К	3 К	ср.		
Беллиозо F_1	1	28,8	31,5	42,9	34,4	70,4	66,7	68,7	68,6	3,3	50
	2	30,1	34,9	36,2		71,4	67,3	66,8			
	3	32,8	34,5	37,9		67,2	67,6	71,3			
Калланзо F_1	1	33,6	38,3	47,0	39,6	61,3	69,6	66,5	65,8	3,7	60
	2	35,3	38,7	40,8		67,3	66,7	65,7			
	3	38,2	37,5	47,0		63,3	64,9	66,9			
Сенсерно F_1	1	31,0	31,6	34,1	32,2	64,1	57,7	61,1	61,0	2,0	53
	2	30,8	31,2	33,3		62,3	58,7	61,7			
	3	34,7	31,0	32,1		63,7	57,8	61,9			

Беллиозо F₁Калланзо F₁Сенсерно F₁

Рис. 7. Некрозы, вызванные *Curtobacterium* sp. при искусственном заражении
Fig. 7. Necroses caused by *Curtobacterium* sp. during artificial infection



Рис. 8. Общий вид растений гибрида Сенсерно F₁ спустя 3 недели после инокуляции *Curtobacterium* sp. (3 слева) и контрольные растения (2 справа)
Fig. 8. General appearance of Senserno hybrid plants three weeks after inoculation with *Curtobacterium* sp. (3 on the left) and control plants (2 on the right)

ниями показателей у зараженных и не зараженных растений значительно превышает критическую разницу (НСР). Поэтому можно заключить, что различия между зараженными и не зараженными растениями статистически существенны.

Ассоциированные с семенами томата бактерии *Curtobacterium flaccumfaciens* – являются возбудителями бактериального увядания ряда культурных растений, в том числе сои, фасоли, свеклы, тюльпанов и других [32–34].

Проведенное нами искусственное заражение рассады томата трех испытываемых гибридов выделенным бактериальным изолятом *Curtobacterium* sp. также подтвердило его патогенность. На листьях были отмечены эпинастии (изгибы листовых пластинок) и точечные хлоротичные некрозы, хорошо заметные на просвет. Наиболее восприимчивыми оказались растения томата Беллиозо F₁ с наиболее заметной симптоматикой (рис. 7).

Растения, инокулированные изолятом *Curtobacterium* sp., тоже значительно отставали в росте и имели более светлую окраску листьев, по сравнению с контрольными растениями. Также были отмечены признаки начального увядания растений. Более восприимчивым к заражению этими бактериями оказался гибрид Сенсерно F₁ (рис.8).

В таблице 4 представлены результаты измерения высоты опытных растений. Как видно из таблицы, зараженные растения отставали в росте на 44–54% по отношению к конт-

Таблица 4. Результаты измерения высоты растений, зараженных *Curtobacterium* sp. и контрольных образцов
Table 4. Results of measuring the height of plants infected with *Curtobacterium* sp. and control samples

Название гибрида	Блок	Высота растения, см / повторности								НСР (при $t = 0,05$)	Высота растений, в % к контролю
		1	2	3	ср.	1 К	2 К	3 К	ср.		
Беллиозо F ₁	1	43,6	32,8	37,5	37,9	70,4	66,7	68,7	68,6	3,2	55
	2	36,4	42,5	33,8		71,4	67,3	66,8			
	3	33,5	41,7	39,3		67,2	67,6	71,3			
Калланзо F ₁	1	39,8	34,2	37,0	37,0	61,3	69,6	66,5	65,8	2,1	56
	2	39,0	34,7	36,5		67,3	66,7	65,7			
	3	37,6	38,5	35,7		63,3	64,9	66,9			
Сенсерно F ₁	1	26,9	27,5	27,4	27,9	64,1	57,7	61,1	61,0	2,4	46
	2	31,9	25,9	27,0		62,3	58,7	61,7			
	3	26,8	25,6	32,1		63,7	57,8	61,9			

рольным растениям. В частности, растения томата Беллиозо F₁ и Калланзо F₁ были ниже контроля на 45 и 44%, соответственно. Гибрид Сенсерно F₁ оказался менее устойчивым, и высота растений была на 54% ниже контрольных растений. Различия между зараженными и не зараженными растениями существенны, так как фактическая разница между вариантами больше НСР.

Также отмечено отставание в развитии зараженных растений. Растения томата Беллиозо F₁ и Калланзо F₁ сформировали на 2 сложных листа меньше по сравнению с контролем, а растения Сенсерно F₁ – на 1 лист меньше.

Выходы

При фитоэкспертизе семенного материала томата 24 гибридов и сортов были выделены изоляты бактерий, по результатам проведенного секвенирования относящиеся к 10 родам: *Sphingomonas*, *Micrococcus*, *Phyllobacterium*, *Ralstonia*, *Frigoribacterium*, *Arthrobacter*, *Devasia*, *Agrococcus*, *Pseudomonas*, *Curtobacterium*.

• Литература

- Bulgarelli D., Rott M., Schlaepi K., Ver Loren van Themaat E., Ahmadinejad N., Assenza F., Schulze-Lefert P. Revealing structure and assembly cues for *Arabidopsis* root-inhabiting bacterial microbiota. *Nature*. 2012;488(7409):91-95. <https://doi.org/10.1038/nature11336>
- Mendes R., Garbeva P., Raaijmakers J. M. The rhizosphere microbiome: significance of plant beneficial, plant pathogenic, and human pathogenic microorganisms. *FEMS microbiology reviews*. 2013;37(5):634-663. <https://doi.org/10.1111/1574-6976.12028>
- Lundberg D.S., Lebeis S.L., Paredes S.H., Yourstone S., Gehring J., Malfatti S., Dangl J.L. Defining the core *Arabidopsis thaliana* root microbiome. *Nature*. 2012;488(7409):86-90. <https://doi.org/10.1038/nature11237>
- Van Der Heijden M.G., Bardgett R.D., Van Straalen N.M. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecology letters*. 2008;11(3):296-310. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01139.x>
- Nelson E.B. The seed microbiome: origins, interactions, and impacts. *Plant and Soil*. 2018;422:7-34. <https://doi.org/10.1007/s11104-017-3289-7>
- Muller D.B., Vogel C., Bai Y., Vorholt J.A. The plant microbiota: systems-level insights and perspectives. *Annual review of genetics*. 2016;50(1):211-234. <https://doi.org/10.1146/annurev-genet-120215-034952>
- Lugtenberg B., Kamilova F. Plant-growth-promoting rhizobacteria. *Annual review of microbiology*. 2009; 63(1):541-556. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.62.081307.162918>
- Haas D., Defago G. Biological control of soil-borne pathogens by fluorescent pseudomonads. *Nature reviews microbiology*. 2005;3(4):307-319. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1129>
- Berendsen R.L., Pieterse C.M., Bakker P.A. The rhizosphere microbiome and plant health. *Trends in plant science*. 2012;17(8):478-486. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2012.04.001>
- Comptant S., Clement C., Sessitsch A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo-and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. *Soil Biology and Biochemistry*. 2010;42(5):669-678. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.11.024>
- Glick B.R. Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. *Scientifica*. 2012;(1):963401. <https://doi.org/10.6064/2012/963401>
- Vessey J.K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and soil*. 2003;255:571-586. <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>
- Yang J., Kloepper J.W., Ryu C.M. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends in plant science*. 2009;14(1):1-4. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.10.004>
- Белошапкина О.О., Писарева И.Н. Определение аналитической чувствительности и специфичности методов ПЦР для диагностики черной бактериальной пятнистости томата. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2024;(3):78-94. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2024-3-78-94> <https://www.elibrary.ru/nefuxa>
- Оболенский Р.Р., Словарева О.Ю., Дорофеева Л.В. Оценка применимости ПЦР-теста в режиме «реального времени» для идентификации возбудителя желтого сплизистого бактериоза пшеницы *Rathayibacter tritici*. *Фитосанитария. Карантин растений*. 2025;1(22):26-39. <https://doi.org/10.69536/FKR.2025.85.45.003> <https://www.elibrary.ru/wiuyiq>
- Писарева И.Н., Белошапкина О.О. Современная диагностика бактериозов в семенах для защиты томата. *Известия ФНЦО*. 2024;(2):7-13. <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-7-13> <https://www.elibrary.ru/ehksoe>
- Xhemali B., Giovanardi D., Biondi E., Stefani E. Tomato and pepper seeds as pathways for the dissemination of phytopathogenic bacteria: A constant challenge for the seed industry and the sustainability of crop production. *Sustainability*. 2024;16(5):1808. <https://doi.org/10.3390/su16051808>
- Peritore-Galve F.C., Tancos M.A., Smart C.D. Bacterial canker of tomato: revisiting a global and economically damaging seedborne pathogen. *Plant Disease*. 2021;105(6):1581-1595. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-20-1732-FE>
- Gebeyaw M. Review on: Impact of seed-borne pathogens on seed quality. *American Journal of Plant Biology*, 2020;(5):77-81. <https://doi.org/10.11648/j.apjb.20200504.11>
- Kim H., Nishiyama M., Kunito T., Senoo K., Kawahara K., Murakami K., Oyaizu H. High population of *Sphingomonas* species on plant surface. *Journal of applied microbiology*. 1998;85(4):731-736.

Методом искусственного заражения рассады томата путем укола в стебель доказано, что патогенными для растений томата были представители родов *Pseudomonas* и *Curtobacterium*.

Наиболее восприимчивыми к заражению бактериями рода *Pseudomonas* были растения томата Беллиозо F₁, которые отставали в росте на 50% по отношению к контрольным растениям, при этом некрозы на листьях этого гибрида были более многочисленные и крупнее, чем на Калланзо F₁ и особенно – на Сенсерно F₁.

Бактерии рода *Curtobacterium* оказались менее агрессивными по проявлению симптоматики (некрозов на листьях). Однако зараженные растения отставали в росте на 44-54% по отношению к контрольным растениям. Наименее устойчивыми оказались растения гибрида Сенсерно F₁.

При инокуляции бактериями обоих родов выявлено достоверное снижение высоты растений и уменьшение числа листьев.

- <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1998.00586.x>
21. Asaf S., Numan M., Khan A.L., Al-Harrasi A. *Sphingomonas*: from diversity and genomics to functional role in environmental remediation and plant growth. *Critical Reviews in Biotechnology*. 2020;40(2):138-152. <https://doi.org/10.1080/07388551.2019.1709793>
22. Zhang J.Y., Liu X.Y., Liu S.J. *Agrococcus terreus* sp. nov. and *Micrococcus terreus* sp. nov., isolated from forest soil. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*. 2010; 60(8):1897-1903. <https://doi.org/10.1099/ijss.0.013235-0>
23. Mergaert J., Cnocaert M. C., Swings J. *Phyllobacterium myrsinacearum* (subjective synonym *Phyllobacterium rubiacearum*) emend. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2002;52(5):1821-1823. <https://doi.org/10.1099/00207713-52-5-1821>
24. Stelzmueller I., Biebl M., Wiesmayr S., Eller M., Hoeller E., Fille M., Bonatti H. *Ralstonia pickettii* – innocent bystander or a potential threat? *Clinical Microbiology and Infection*. 2006;12(2):99-101. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2005.01309.x>
25. Kong D., Guo X., Zhou S., Wang H., Wang Y., Zhu J. Ruan, Z. *Frigoribacterium salinisoli* sp. nov., isolated from saline soil, transfer of *Frigoribacterium mesophilum* to *Parafrigoribacterium* gen. nov. as *Parafrigoribacterium mesophilum* comb. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2016;66(12):5252-5259. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001504>
26. Busse H.J. Review of the taxonomy of the genus *Arthrobacter*, emendation of the genus *Arthrobacter* sensu lato, proposal to reclassify selected species of the genus *Arthrobacter* in the novel genera *Glutamicibacter* gen. nov., *Paeniglutamicibacter* gen. nov., *Pseudoglutamicibacter* gen. nov., *Paenarthrobacter* gen. nov. and *Pseudarthrobacter* gen. nov., and emended description of *Arthrobacter roseus*. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*. 2016;66(1):9-37. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.000702>
27. Yoon J.H., Kang S.J., Park S., Oh T.K. *Devosia insulae* sp. nov., isolated from soil, and emended description of the genus *Devosia*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2007;57(6):1310-1314. <https://doi.org/10.1099/ijss.0.65028-0>
28. White III R.A., Gavelis G., Soles S.A., Gosselin E., Slater G.F., Lim D.S., Suttle C.A. The complete genome and physiological analysis of the microbialite-dwelling *Agrococcus pavilionensis* sp. nov; reveals genetic promiscuity and predicted adaptations to environmental stress. *Frontiers in microbiology*. 2018;9:2180. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02180>
29. Lalucat J., Gomila M., Mulet M., Zaruma A., & Garcia-Valdes E. Past, present and future of the boundaries of the *Pseudomonas* genus: proposal of *Stutzerimonas* gen. nov. *Systematic and applied microbiology*. 2022; 45(1):126289. <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2021.126289>
30. Тараканов Р.И., Игнатьева И.М., Белошапкина О.О., Чебаненко С.И., Карапаева О. Г., Джалилов Ф.С. Выявление возбудителя бактериального ожога сои *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* в семенах методом ПЦР. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2024;(1):41-52. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2024-1-41-52> <https://www.elibrary.ru/bjixk>
31. Licciardello G., Bertani I., Steindler L., Bella P., Venturi V., Catara V. *Pseudomonas corrugata* contains a conserved N-acyl homoserine lactone quorum sensing system; its role in tomato pathogenicity and tobacco hypersensitivity response. *FEMS microbiology ecology*. 2007;61(2):222-234. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2007.00338.x>
32. Osdaghi E., Taghouti G., Dutrieux C., Taghavi S. M., Fazliarab A., Briand M., Jacques M. A. Whole Genome Resources of 17 *Curtobacterium flaccumfaciens* Strains Including Pathotypes of *C. flaccumfaciens* pv. *betae*, *C. flaccumfaciens* pv. *oortii*, and *C. flaccumfaciens* pv. *poinsettiae*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 2022;35(4):352-356. <https://doi.org/10.1094/MPMI-11-21-0282-A>
33. Tarakanov R.I., Lukianova A.A., Pilik R.I., Evseev P.V., Miroshnikov K.A., Dzhalilov F.S. U., Tesic S., Ignatov A.N. First report of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* causing bacterial tan spot of soybean in Russia. *Plant disease*. 2023;107(7):2211. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-22-1778-PDN>
34. Tokmakova A.D., Tarakanov R.I., Lukianova A.A., Evseev P.V., Dorofeeva L.V., Ignatov A.N., Dzhalilov F.S.U., Subbotin S.A., Miroshnikov K.A. Phytopathogenic *Curtobacterium flaccumfaciens* strains circulating on leguminous plants, alternative hosts and weeds in Russia. *Plants*. 2024;13(5):667. <https://doi.org/10.3390/plants13050667>

• References (in Russ.)

14. Белощапкина О.О., Писарева И.Н. Определение чувствительности и специфичности методов ПЦР для диагностики бактериального пятна томата. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2024;(3):78-94. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2024-3-78-94> [\(In Russ.\)](https://www.elibrary.ru/nefuxa)
15. Оболенский Р.Р., Словарева О.Ю., Дорофеева Л.В. Оценка реальной возможности применения метода ПЦР для идентификации болезни уха пшеницы *Rathayibacter tritici*. *Plant Health and Quarantine*. 2025;1(22):26-39. (In Russ.) <https://doi.org/10.69536/FKR.2025.85.45.003> [\(In Russ.\)](https://www.elibrary.ru/wiuyiq)
16. Писарева И.Н., Белощапкина О.О. Современная диагностика бактериозов семян томата для защиты растений. *News of FSVC*. 2024;(2):7-13. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2658-4832-2024-2-7-13> [\(In Russ.\)](https://www.elibrary.ru/ehksoe)
30. Тараканов Р.И., Игнатьева И.М., Белошапкина О.О., Чебаненко С.И., Карапаева О. Г., Джалилов Ф.С. Выявление возбудителя бактериального ожога сои *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* в семенах методом ПЦР. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2024;(1):41-52. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2024-1-41-52> <https://www.elibrary.ru/bjixk>

Об авторах:

Ирина Николаевна Писарева – научный сотрудник

научно-методического отдела бактериологии,

<https://orcid.org/0000-0002-3084-0591>, SPIN-код: 2588-4926,

автор для переписки, iruru@yandex.ru

Ольга Олеговна Белошапкина – доктор сельскохозяйственных наук,

профессор кафедры защиты растений,

<https://orcid.org/0000-0002-8564-8142>,

SPIN-код: 4482-1623, beloshapkina@rgau-msha.ru

About the Authors:

Irina N. Pisareva – Researcher of the Research

and Methodology Department of Bacteriology,

<https://orcid.org/0000-0002-3084-0591>,

SPIN-code: 2588-4926, Corresponding Author, iruru@yandex.ru

Olga O. Beloshapkina – Dr. Sci. (Agriculture),

Professor, Professor of the Department of Plant Protection,

<https://orcid.org/0000-0002-8564-8142>,

SPIN-code: 4482-1623, beloshapkina@rgau-msha.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-114-120>
УДК:635.21:631.526.32:632.938

Н.В. Мацишина*, М.В. Ермак,
П.В. Фисенко, И.В. Ким

ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий
Дальнего Востока им. А.К. Чайки»
692539, Россия, Приморский край, г. Уссурийск,
пос. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30

*Автор для переписки:
mnathalie134@gmail.com

Финансирование. Данная работа финансировалась за счет средств государственного задания № FNGW-2025-0008 «Разработка системы паспортизации отечественных генотипов картофеля с целью повышения эффективности процесса селекции и обеспечения продовольственной безопасности. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Вклад авторов: Н.В. Мацишина: концептуализация, методология, верификация данных, применение статистических методов для анализа данных исследования, проведение исследования, написание-рецензирование и редактирование рукописи. П.В. Фисенко: проведение исследования концептуализация, методология, написание-рецензирование и редактирование рукописи. М.В. Ермак: проведение исследования концептуализация, методология, написание-рецензирование и редактирование рукописи. И.В. Ким: концептуализация, методология, написание-рецензирование и редактирование рукописи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Мацишина Н.В., Ермак М.В., Фисенко П.В., Ким И.В. К вопросу об иммунологической оценке сорта картофеля Аскольд. *Овощи России*. 2025;(5):114-120.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-114-120>

Поступила в редакцию: 21.01.2025

Принята к печати: 25.04.2025

Опубликована: 28.10.2025

Natalia V. Matsishina*, Marina V. Ermak,
Peter V. Fisenko, Irina V. Kim

FSBSI "FSC of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaika"
Volozhenina st., 30, Timiryazevsky stl., Ussuriysk,
Primorsky kray, 692539, Russia

*Correspondence: mnathalie134@gmail.com

Funding. This work was funded by state contract No. FNGW-2025-0008, "Development of a system for certifying domestic potato genotypes to improve the efficiency of the breeding process and ensure food security." No additional grants were received for the conduct or management of this specific study.

Authors' Contribution: N.V. Matsishina: conceptualization, methodology, data verification, application of statistical methods for analyzing research data, conducting research, writing, reviewing, and editing of the manuscript. P.V. Fisenko: conducting research, conceptualization, methodology, writing, reviewing, and editing of the manuscript. M.V. Ermak: conducting research, conceptualization, methodology, writing and reviewing of the manuscript. I.V. Kim: conceptualization, methodology, writing, reviewing, and editing of the manuscript. Conflict of interest. The authors have no conflicts of interest to declare.

For citation: Matsishina N.V., Ermak M.V., Fisenko P.V., Kim I.V. On the immunological evaluation of potato variety "Askol'd". *Vegetable crops of Russia*. 2025;(5):114-120. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-114-120>

Received: 21.01.2025

Accepted for publication: 25.04.2025

Published: 28.10.2025

К вопросу об иммунологической оценке сорта картофеля Аскольд





РЕЗЮМЕ

Актуальность. Селекция на устойчивость к вредителям – наиболее радикальный и эффективный метод снижения огромных потерь, наносимых листогрызущими, сосущими и минирующими насекомыми. Паспортизация сортов картофеля является вос требованым инструментом для усовершенствования системы регистрации и сертификации, защиты прав селекционеров и контроля генетической однородности сортов. Описание сорта должно содержать сведения о его молекулярно-генетической и иммунологической оценке.

Цель работы – составление иммунологического паспорта перспективного сорта картофеля Аскольд.

Материалы и методы. Объектом исследования является сорт картофеля Аскольд. В работе по изучению содержания гликоалкалоидов в свежей ткани листьев картофеля, содержанию гормонов стресса, выражаемых в мг% adrenaline в теле насекомых и активности собственных протеаз вредителя и ингибиторов протеиназ в картофеле использовали методы по Шпирной с соавт. (2006), Ибрагимову с соавт. (2006), Тукало и Царик (1970). В молекулярно-генетических исследованиях использовали методы по Сайнаковой с соавт. (2018), Стрыгиной с соавт. (2019).

Результаты. Генотип по вариантам гена StAN1, в котором отсутствует основной функциональный вариант r1, при наличии всех остальных можно рассматривать как вариант паспортизации сорта Аскольд. По данным молекулярно-генетической оценки, сорт Аскольд имеет маркеры генов устойчивости к золотистой цистообразующей нематоде, раку картофеля (патотип 1) и фитофторозу. Сорт Аскольд обладает высокой степенью проявления иммунитета, о чем свидетельствует его биохимический профиль, а также наличие reparационных свойств клубней и реакция сверхчувствительности у листьев.

Заключение. Сорт Аскольд является высокоустойчивым к воздействию патогенами и вредителями, что делает его ценным образцом как для селекции, так и для хозяйственной деятельности. Возделывание устойчивых сортов нередко позволяет отказаться от применения пестицидов, что имеет важное значение для уменьшения опасности загрязнения урожая остаточными количествами и обеспечения безопасности для свободноживущих организмов, и естественных экосистем

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

сорт, картофель, паспортизация, селекция, устойчивость

On the immunological evaluation of potato variety "Askol'd"

ABSTRACT

Relevance. Plant breeding for resistance to pests is the most radical and effective method for decreasing the enormous yield loss caused by leaf-eating, sucking, and mining insects. Passportization of potato varieties is a popular tool for improving the system of registration and certification, intellectual property management, and the control over the genetic homogeneity of plant varieties. Description of a given variety should contain the results of its molecular-genetic and immunological evaluation.

Our **research goal** Compilation of immunological passport of the promising potato variety Askol'd.

Materials and Methods. Potato variety Askol'd was used as the research object. The methods of Shapiro et al. (2006), Ibragimov et al. (2006), and Tukalo and Zarik (1970) were employed to study the content of glycoalkaloids in fresh leaf tissue of potato plants, the content of stress hormones expressed as mg% of adrenaline in the bodies of insects, and the activity of the proteases of the pest and proteinase inhibitors in potato. The methods of Sainakova et al. (2018) and Strygina et al. (2019) were used in the molecular-genetic research.

Results. The genotype with variants of gene StAN1 lacking the main functional variant r1 can be viewed as a marker for the passportization of potato variety Askol'd if all the other are present. Based on the results of the conducted molecular and genetic evaluation, variety Askol'd had markers of the genes responsible for plant resistance to the golden cyst nematode, potato wart disease (pathotype 1), and Phytophthora blight. Variety Askol'd was observed to have strong immunity. This conclusion could be drawn from its biochemical profile, the reparative ability of tubers, and the response of hypersensitivity in leaves.

Conclusion. Potato variety Askol'd was found to be highly resistant to pathogens and pests. This quality makes the specimen valuable both for breeding and agricultural production. Growing resistant varieties often allows farmers to avoid using pesticides. This plays a significant role in minimizing the threat of product contamination with chemical residues and in preserving the natural ecosystems.

KEYWORDS:

variety, potato, passportization, breeding, resistance.

Введение

Селекция на устойчивость к вредителям – наиболее радикальный и эффективный метод снижения огромных потерь, наносимых листогрызущими, сосущими и минирующими насекомыми. Иммунитет растений к вредоносным организмам – это неповреждаемость их фитофагами и невосприимчивость к возбудителям инфекционных заболеваний. В его основе – иммуногенетические барьеры растений, особенности пищевой специализации консументов и характер их взаимоотношений друг с другом [1, 2, 3]. Степень выраженности иммунитета у растений в большей степени, чем у животных, может проявляться в виде разных градаций – от абсолютного или полного до самых слабых проявлений иммунитета [4,5,6].

Паспортизация сортов картофеля является востребованым инструментом для усовершенствования системы регистрации и сертификации, защиты прав селекционеров и контроля генетической однородности сортов [7]. По нашему мнению, описание сорта должно содержать сведения о его молекулярно-генетической и иммунологической оценке, тем более, что в настоящее время стало очевидным, что один из важнейших рычагов регулирования численности популяций вредных организмов и управление их адаптивной изменчивостью в агроэкосистемах является использование сельскохозяйственных культур, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессам [8,9]. В условиях адаптивной интенсификации растениеводства особое значение придается фитоценотическому направлению в селекции сельскохозяйственных культур, предполагающему конструирование генотипов, которые помимо высокой потенциальной продуктивности характеризуются конституциональной устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам и обладают высокой средообразующей производительностью [10]. Это и определило цель данного исследования.

Целью данного исследования является составление паспорта перспективного сорта картофеля Аскольд.

Материалы и методы

Объектом исследования является сорт картофеля Аскольд. Создан методом межсортовой гибридизации. Относится к роду Паслён *Solanum tuberosum* L. Селекционный номер При-15-7-16 Ирбитский × Аврора. Среднеранний (вегетационный период 98-100 дней), накопление ранней продуктивности (на 60-й день после посадки) – 500-600 г/куст. Назначение по использованию продукции – столовое. Средняя урожайность – 46,8-55,6 т/га. Товарный клубень – 120-150 г, содержание крахмала – 12,0-17,6%. Дегустационная оценка: вкус – 8,2-9,0 баллов; разваримость – умеренная; склонность к потемнению мякоти после варки – 7,0-8,0 баллов. Лежкость клубней во время длительного хранения (9 месяцев): 85,0-91,8%. Световые ростки: расположены одиночно по всему клубню. Куст: полупрямостоячий, компактный, средней высоты. Стебли: слабоветвистые; количество – среднее. В поперечном разрезе – угловатые. Цветение: обильное, продолжительное. Соцветие: компактное, многоцветковое. Ягодообразование: редкое. Клубни удлиненно-ovalные, глубина глазков от мелкой до среднемелкой. Кожура красная и мякоть желтая. Оптимальный срок посадки III декада апреля – I декада мая; густота посадки: на продовольственные цели – 50-55 тыс. кл./га, на семенные – 60-65 тыс. кл./га. При механизированной уборке обязательно заглаговременное удаление ботвы. Для получения ранней продуктивности рекомендуется уборка в I

декаде августа, так как сорт способен накапливать на 70-й день после посадки 800-900 г/куст товарных клубней. Сорт предложен для использования по Дальневосточному региону.

Активность метаболитов. В работе по изучению содержания гликоалкалоидов в свежей ткани листьев картофеля, содержанию гормонов стресса, выражаемых в мг% адреналина в теле насекомых и активности собственных протеаз вредителя и ингибиторов протеиназ в картофеле использовали личинок первого летнего поколения картофельной коровки, собранных в полевых условиях на посадках культурного картофеля [11,12]. Отобранных особей, группами по 6-8 шт. подсаживали на листья четырех – пяти верхних ярусов индивидуальных растений картофеля. В качестве позитивного контроля использовали растения устойчивого сорта Belmonda и *Solanum demissum* [13]. В качестве негативного – растения неустойчивого сорта Смак [14].

Для того, чтобы избежать свободного перемещения коровок, их заключали в садки из марли, укрепленные у основания листа. За подсаженными коровками периодически наблюдали и удаляли их с растения после того, как коровки уничтожали приблизительно 1/3 часть всей площади листовой пластиинки [11,12,15]. Сразу же после этого коровок умерщвляли и использовали для количественного определения адреналина. Часть поврежденного коровками листа срезали ножницами через 1, 3 и 5 суток после начала эксперимента. Контролем, отобранным одновременно с поврежденными листьями, служили: а) неповрежденные листья индивидуальных растений (интактные); б) листья с неповрежденных растений. Для чистоты эксперимента на всех контрольных листьях и листьях в опыте также были укреплены капроновые садки (без коровок). Собранные листья помещали в чашки Петри на влажную фильтровальную бумагу для транспортировки в лабораторию, и не позднее чем через 2 часа приступали к фиксации собранного материала и выделению из него экстрактов белков и гликоалкалоидов [12].

Для определения суммарного содержания гликоалкалоидов в листьях растений картофеля пользовались ускоренным методом, предложенным Тукало и др. [16]. Навеску свежих тканей (0,2-1,0 г) растирали до гомогенного состояния в фарфоровой ступке и переносили в коническую колбу, снаженную обратным шариковым холодильником с водяной рубашкой. В колбу прибавляли 100 мл 2%-ного раствора уксусной кислоты и экстрагировали гликоалкалоиды при постоянном помешивании и нагревании на водяной бане до 65°C в течение 1 часа. Затем раствор фильтровали через бумажный фильтр в мерную колбу на 100 мл; объем полученного раствора доводили до метки (охладив его до 20°C) 2%-ной уксусной кислотой, используемой для ополаскивания конической колбы и промывания осадка растительной массы, оставшейся на фильтре. Аликвоту фильтрата (от 10 до 50 мл в зависимости от величины навески) гидролизовали 30 мин с 1 мл концентрированной соляной кислоты на кипящей водяной бане с обратным холодильником. Затем pH раствора доводили до 4,0 сначала 50%-ным, а затем (после достижения pH, равного 3,8) 1%-ным раствором натриевой щелочи [17]. Полученный раствор количественно переносили в делительную воронку, прибавляли 2 мл 0,05%-ного водного раствора метилового оранжевого и образовавшееся окрашенное соединение экстрагировали хлороформом отдельными порциями по 5 мл, которые

затем собирали в мерную колбу (суммарный объем хлороформа, требуемый для полной экстракции – 25 мл). Оптическую плотность окрашенных растворов определяли против чистого хлороформа на спектрофотометре СФ-26 в стандартных кварцевых кюветах (длина оптического пути – 1 см) при 420 нм. Концентрацию соланидина (агликон, оставшийся после гидролиза гликоалкалоидов соляной кислотой) в хлороформных экстрактах определяли с помощью калибровочного графика. При составлении калибровочного графика 0,1000 г соланидина растворяли в воде в мерной колбе на 100 мл, а далее поступали также как при определении гликоалкалоидов, используя для экстракции хлороформом от 0,1 до 0,6 мл приготовленного раствора соланидина. Полученный калибровочный график имеет форму прямой в пределах концентрации соланидина от 0,004 до 0,024 мкг/мл, соответствующих величинам оптической плотности от 0,07 до 0,4. Именно этого диапазона величин оптической плотности мы старались придерживаться для получения достоверных и строго воспроизводимых результатов о содержании гликоалкалоидов в растительных тканях [17].

амплифицирующих третий экзон обладающий полиморфными совершенными г-повторами [18]. ПЦР проводили в двух повторностях в 10 мкл 2Х реакционной смеси БиоМастер HS-Taq ПЦР-Color (без содержания Mg²⁺) (Биолабмикс) с добавлением хлорида магния до оптимальной концентрации (таблица1) для каждого маркера индивидуально в термоциклире T100 (Bio-Rad). В реакцию использовали 10-50 нг. ДНК матрицы. Для контроля неспецифической гибридизации праймеров использовали холостую пробу, содержащую полную реакционную смесь без добавления ДНК матрицы. Для выявления маркеров генов устойчивости был применен температурный протокол мультиплексной реакции по Сайнакова и др. [19], реакции при этом ставили индивидуально. Для выявления вариантов StAN1 использовали следующий температурный профиль: 95° – 5 мин.; (95° – 30 сек., 55° – 30 сек., 72° – 1 мин.) – 35 циклов; постэлонгация 72° – 5 мин. Продукты ПЦР разделяли электрофорезом в 2% агарозном геле, окрашенном бромистым этидием. Визуализацию фрагментов ДНК проводили облучением УФ с помощью гель-документирующей системы Gel-Doc GO (Bio-Rad). Для сравнения использовался маркеры длин фрагментов Step 50 plus (Биолабмикс).

Таблица 1. Характеристика ДНК маркеров, используемых в исследовании
Table 1. Characteristics of the DNA markers used in the research

Ген	Маркер	Последовательности праймеров	Фрагмент	MgCl ₂ (mM)
ДНК маркеры устойчивости к вирусу Y				
Rysto	YES3-3A (STS)	TAACCTAACCGGAATAACCC AATTCACCTGTTACATGCTTGTG	341	0,8
ДНК маркер устойчивости к <i>Globodera rostochiensis</i>				
H1	N195 (SCAR)	TGGAAATGGCACCCACTA CATCATGGTTCACTTGTAC	337	0,8
	57 R (SCAR)	TGCCTGCCTCTCCGATTCT GGTTCAGAAAAGCAAGGACGTG	450	0,7
ДНК маркер устойчивости к <i>Globodera pallida</i>				
Gpa2	Gpa2-2 (STS)	GCACTTAGAGACTCATTCCA ACAGATTGGCAGCGAAA	452	2
ДНК маркер устойчивости к вирусу X				
Rx1	PVX (STS)	ATCTTGGTTGAATACATGG CACAATATTGGAAGGATTCA	1230	2,5
ДНК маркеры устойчивости к <i>Phytophthora infestans</i>				
Rpi-blb1/Rpi-sto1	Rpi-blb 1-820	AACCTGTATGGCAGTG GCATG GTCAGAAAAGGGCACT CGTG	820	0,75
	Rpi-sto 1-890	ACCAAGGCCACAAGAT TCTC CCTGCGGTTCGGTTAAT ACA	890	0,75
ДНК маркер устойчивости к раку картофеля				
Sen1	NL 25 (SCAR)	TATTGTTAACCGTTACTCCCTC AGAGTCGTTTACCGACTCC	1400	1

Молекулярно-генетические исследования. Тотальную ДНК выделяли из зеленых листьев растений с использованием процессора магнитных частиц KingFisher Duo Prime (Thermo Scientific) и коммерческого набора реактивов MagMAX Plant DNA Kit (Applied biosystems).

Для исследования использовали маркеры генов устойчивости к патогенам и вредителям (таблица). В качестве стандарта для сравнения был выбран сорт Метеор, имеющий пять генов устойчивости (Rysto, Rx1, Sen1, Gpa2, H1). Для выявления аллельных вариантов гена StAN1 (*ANTHOCYANIN1*) использовали пару праймеров (таблица)

Результаты и обсуждение

Сорт картофеля Аскольд (Ирбитский × Аврора) передан в ФГБУ «Госсорткомиссия» в 2023 году. Среднеустойчив к парше, устойчив к альтернариозу, ризоктониозу, раку картофеля, картофельной нематоде, высокоустойчив к фитофторозу, двадцативосьмипятнистой картофельной коровке. Ценность сорта: высокая урожайность, хорошая товарность, привлекательный внешний вид, подходит для механизированной очистки клубней, отличные вкусовые качества, пригоден для хранения в вакуумной упаковке (рис. 1).



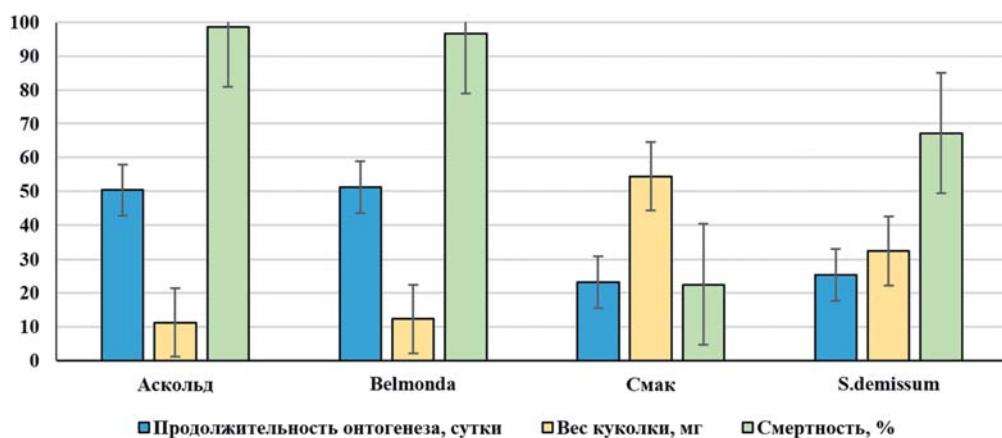
*Рис. 1. Внешний вид растения и клубней картофеля сорта Аскольд
Fig. 1. Potato variety Askol'd – plant and tubers*

В наших исследованиях сорт Аскольд являлся высокоиммунным. Как видно из рисунка 2, при питании личинок картофельной коровки на листьях сорта Аскольд, наблюдается смертность экспериментальных особей, сопоставимая с позитивным стандартом, сортом Belmonda [13].

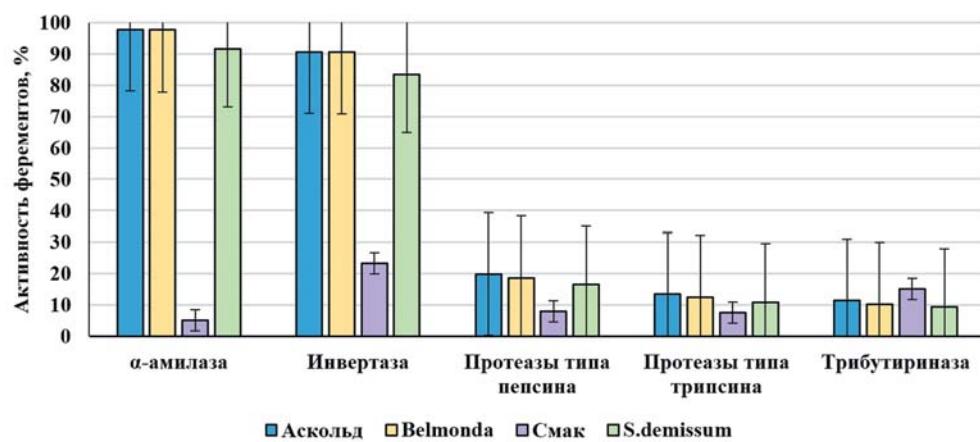
Питание на сорте Аскольд приводило к удлинению онтогенетических сроков у личинок и вызывало синдром неполного голодания, при котором происходят гетерохронии в

развитии, что сопровождается устойчивым дисбалансом активности собственных ферментов картофельной коровки (рис. 3).

Наибольшая активность липополитического фермента трибутириназы отмечена на сорте Смак, что превышает показатели остальных сортов в 1,3-1,8 раза (рис. 3). По-видимому, при питании на сорте Смак наблюдается нормальный липидный обмен, что позволяет личинкам эффективно



*Рис. 2. Продолжительность онтогенеза, вес куколки и смертность особей картофельной коровки при питании листьями картофеля сорта Аскольд
Fig. 2. Duration of the ontogeny, the pupal weight, and the mortality rate of potato ladybird beetles feeding on leaves of potato variety Askol'd*



*Рис. 3. Активность собственных ферментов картофельной коровки при питании на различных сортах картофеля
Fig. 3. Activity of the enzymes of potato ladybird beetle feeding on different potato varieties*

использовать своё жировое тело. В то же время, происходит уменьшение эффективности использования запасных жиров у личинок, кормящихся на отличных от Смака сортах, что приводит к недоразвитию жирового тела [14]. На устойчивых сортах резко замедляется акт питания картофельной коровки (рис. 3). Активность пищеварительных ферментов, гидролизирующих белки, углеводы и жиры, повышается. Реакция гиперфункции пищеварительной системы указывает на резкое возрастание энергетических затрат на усвоение пищи при питании на относительно устойчивых сортах и свидетельствует о снижении коэффициента её полезного действия. Физиологически, это свидетельствует о слабом окислении жирных кислот, что затрудняет вхождение углеводов в цикл Креббса, затем в организме ослабляется действие глюкозы на липолиз, происходит гиперактивация липолиза в результате выделения катехоламинов [14].

Этот этап можно характеризовать как фазу тревоги или напряженности обмена веществ в организме. Дальнейшее воздействие физиологически активных соединений вызывает состояние относительной стабилизации энергообмена, о чем свидетельствует включение в него жирных кислот. Происходит стабилизация физиологического состояния организма, которая может либо сохраниться, либо перейти в фазу истощения. В этот период возрастает уровень гормонов стресса, что является свидетельством глубоких нарушений синтеза стеролов, поскольку октапомин и дофамин, являющиеся основными гормонами стресса насекомых,

блокируют выработку холестерина (рис. 4). Уровень гормонов стресса у личинок, питающихся на сорте Аскольд был сопоставимо высоким и превышал негативный контроль более чем в 10 раз. Содержание гликоалкалоидов у растений сорта Аскольд оставались стабильно высокими на всем протяжении эксперимента (рис. 5).

Установлено, что гликоалкалоиды картофеля способны ингибировать ацетилхолинэстеразу, что затрудняет проведение нервного импульса и блокирует координирующую деятельность центральной нервной системы, в том числе и у насекомых [20]. Рядом авторов установлено, что гормоны стресса проявляют специфическое воздействие на нервную систему насекомых и таким образом вызывают смену периодов гиперактивности состоянием прострации. Кроме того, гормоны стресса влияют на такие физиологические состояния организма насекомого, как регуляция углеводного обмена, контроль распада гликогена через образование циклического аденоzin-3',5'-fosfata в мышцах, жировом теле, а также уровень свободной трегалозы в гемолимфе насекомого [20]. Гормоны стресса также ингибируют секрецию в гемолимфе проторакотропного гормона, вследствие чего снижается титр гормона линьки, происходит задержка развития, возникают проблемы при прохождении линек [20].

Лабораторная и полевая оценка на устойчивость к фитофторозу показала, что в ответ на заражение, сорт Аскольд демонстрирует реакцию сверхчувствительности. На месте

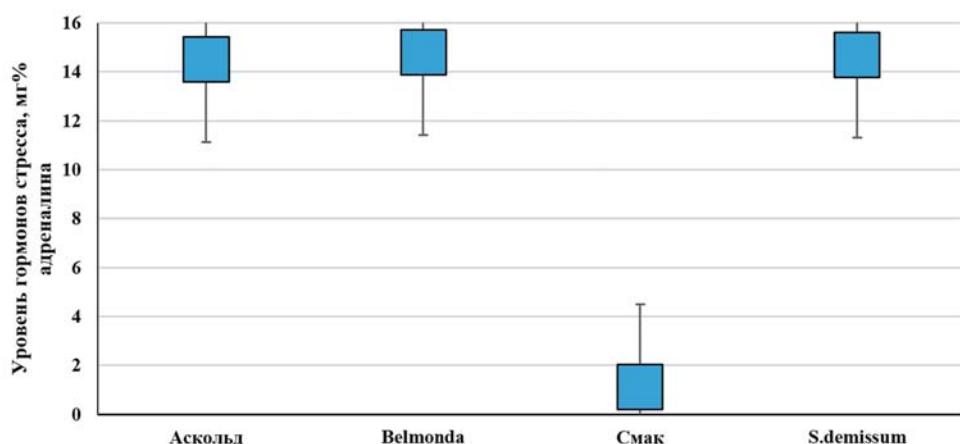


Рис. 4. Уровень гормонов стресса (мг% адреналина) в теле личинок картофельной коровки, питающихся на сорте Аскольд
Fig. 4. Level of stress hormones (mg% of adrenaline) in larvae of the potato ladybird beetle feeding on potato variety Askol'd

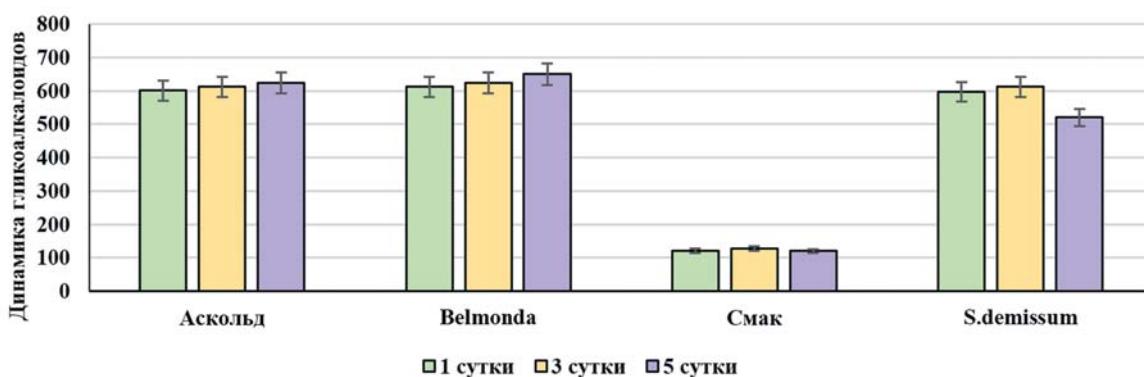


Рис. 5. Содержание и динамика гликоалкалоидов (мг/100 г свежей ткани) в листьях поврежденной картофельной коровкой растений картофеля
Fig. 5. Content and dynamics of glycoalkalooids (mg/100 g of fresh tissue) in the potato leaves damaged by the potato ladybird beetle

Таблица 2. Генетическая характеристика сорта Аскольд.
Table 2. Genetic characteristics of potato variety Askol'd.

	<i>H1</i>		<i>Rx1</i>	<i>Gpa2</i>	<i>Rysto</i>	<i>Sen1</i>	<i>Rpi-blb1/Rpi-sto1</i>		<i>StAN1</i>			
	N195	57R	PVX	Gpa2-2	Yes 3A	NL25	Rpi-blb1-820	Rpi-sto1-890	r0	r1	r2	r3
Аскольд	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+

Примечания: *H1* – устойчивость к золотистой цистообразующей нематоде; *Rx1* – устойчивость к вирусу X; *Gpa2* – устойчивость к бледной картофельной нематоде; *Rysto* – устойчивость к вирусу Y; *Sen1* – устойчивость к раку картофеля; *Rpi-blb1/Rpi-sto1* – устойчивость к фитофторозу; *StAN1* – (*ANTHOCYANIN1*) ген регуляции синтеза антоцианов.

Note: *H1* – resistance to the golden cyst nematode; *Rx1* – resistance to virus X; *Gpa2* – resistance to the pale cyst nematode; *Rysto* – resistance to virus Y; *Sen1* – resistance to potato wart disease; *Rpi-blb1/Rpi-sto1* – resistance to Phytophthora blight; *StAN1* – (*ANTHOCYANIN1*) gene regulating the synthesis of anthocyanins.

инокуляции образуется некроз, и инфекция не получает развития. По нашим данным, сорт Аскольд не поражается фитофторозом ни по вегетации, ни при хранении.

По данным молекулярно-генетической оценки, сорт Аскольд имеет маркеры генов устойчивости к золотистой цистообразующей нематоде, раку картофеля (патотип 1) и фитофторозу (табл. 2).

Кроме того, в целях разработки системы паспортизации нами была изучена изменчивость третьего экзона гена регуляции синтеза антоцианов *StAN1*, которая заключается в наличии четырех вариантов в зависимости от количества десятиаминокислотных мотивов (от 0 до 3) на C-конце гена, обеспечивающих его регуляторную активность. Вариант без данной аминокислотной последовательности не функционирует, имеющий один мотив обладает полной функциональностью, а варианты с повтором – сниженной [18]. Для исследуемого образца выявлен уникальный генотип по вариантам гена *StAN1*, в котором отсутствует основной функциональный вариант *r1*, при наличии всех остальных (табл. 2). Полученную генетическую характеристику можно рассматривать как вариант паспортизации образца.

Таким образом, сорт Аскольд является высокоустойчи-

вым к воздействию патогенами и вредителями, что делает его ценным образцом как для селекции, так и для хозяйственной деятельности. Возделывание устойчивых сортов нередко позволяет отказаться от применения пестицидов, что имеет важное значение для уменьшения опасности загрязнения урожая остаточными количествами и обеспечения безопасности для свободноживущих организмов, и естественных экосистем.

Выводы:

1. Генотип по вариантам гена *StAN1*, в котором отсутствует основной функциональный вариант *r1*, при наличии всех остальных можно рассматривать как вариант паспортизации сорта Аскольд.

2. По данным молекулярно-генетической оценки, сорт Аскольд имеет маркеры генов устойчивости к золотистой цистообразующей нематоде, раку картофеля (патотип 1) и фитофторозу.

3. Сорт Аскольд обладает высокой степенью проявления иммунитета, о чем свидетельствует его биохимический профиль, а также наличие репарационных свойств клубней и реакция сверхчувствительности у листьев.

• Литература

- Jansky S. Breeding for disease resistance in potato. In: J. Janick, ed. *Plant breeding reviews*. 1st ed. New York, N.Y.: John Wiley & Sons; 2000;19:69-155.
- Шапиро И.Д., Вилкова Н.А., Слепян Э.И. Иммунитет растений к вредителям и болезням. Л.: Агропромиздат; 1986.
- Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Фасулати С.Р., Нефедова Л.И. Фитосанитарные последствия антропогенной трансформации агроэкосистем. *Вестник защиты растений*. 2008;(3):3-26. <https://elibrary.ru/kaumhz>
- Шапиро И.Д. Иммунитет полевых культур к насекомым и клещам. Л., 1985. 320 с.
- Koch K.G., Chapman K., Louis J., Heng-Moss T., Sarah G. Plant Tolerance: A Unique Approach to Control Hemipteran Pests. *Front. Plant Sci.* 2016;7:1363. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01363>
- Jansky S. Breeding for Disease Resistance in Potato. *Plant Breed. Rev.* 2000;19:69-155.
- Колобова О.С., Малюченко О.П., Шаваева Т.В., Шанина Е.П., Шилов И.А., Алексеев Я.И., Велишаева Н.С. Генетическая паспортизация картофеля на основе мультиплексного анализа 10 микросателлитных маркеров. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2017;21(1):124-127. <https://doi.org/10.18699/VJ17.230>
- Конарев А.В. Молекулярные аспекты иммунитета растений и их коэволюции с насекомыми. *Биосфера*. 2017;9(1):79-99. <https://elibrary.ru/xyebgl>
- Конарев А.В. Молекулярные аспекты иммунитета растений и их коэволюции с насекомыми. *Биосфера*. 2017;9(1):79-99.
- <https://elibrary.ru/yorrehp>
- Вилкова Н.А. Иммунитет растений к вредным организмам и его биоценотическое значение в стабилизации агроэкосистем и повышении устойчивости растениеводства. *Вестник защиты растений*. 2000;(2):3-15. <https://elibrary.ru/ynillr>
- Кашина Ю.Г., Белов Г.Л., Зейрук В.Н., Дмитриева Л.В. Урожайность, качество и пригодность к переработке различных сортов картофеля при выращивании в условиях Центрального региона РФ. *Овощи России*. 2024;(5):91-97. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-5-91-97>
- <https://elibrary.ru/bpoflu>
- Шпирная И.А., Ибрагимов Р.И. Использование агарозной пластины для определения активности амилазы слюны. *Тезисы X Международной молодежной школы-конференции*. Владивосток, 2006. С. 52. <https://elibrary.ru/rnxqqqt>
- Шпирная И.А., Ибрагимов Р.И., Умаров И.А. Подавление активности гидролитических ферментов личинок колорадского жука растительными белками. *Вестник Башкирского университета*. 2006;11(3):49-52. <https://elibrary.ru/iqlnn>
- Matsishina N.V., Ermak M.V., Kim I.V. Fisenko P.V., Sobko O.A., Klykov A.G., Emel'yanov A.N. Allelochemical Interactions in the Trophic System "*Henosepilachna vigintioctomaculata* Motschulsky-*Solanum tuberosum Linneus". *Insects*. 2023;14(5):459. <https://doi.org/10.3390/insects14050459>*
- Matsishina N.V., Fisenko P.V., Ermak M.V., Sobko O.A., Volkov D.I., Boginskaya N.G. Traditional Selection Potato Varieties and Their

- Resistance to the 28-punctata Potato Ladybug *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Coleoptera: Coccinellidae) in the Southern Russian Far East. *Indian J. Agr. Res.* 2022;56(4):456-462.
<https://doi.org/10.18805/IJARe.AF-694>.
15. Шпирная И.А., Ибрагимов Р.И., Шевченко Н.Д. Протеолитическая активность экстракта личинок колорадского жука. *Тезисы докладов конференции «Биология – наука XXI века»*. Пущино, 2006. С. 103. <https://elibrary.ru/rnxqqt>
16. Тукало Е.А., Царик Г.Н. Ускоренный метод количественного определения гликоалкалоидов картофеля. *Науч. докл. высш. школы. Сер.: Биологические науки*. 1970;(12):115-117.
17. Ибрагимов Р.И., Шпирная И.А. Индуцирование активности ингибиторов протеиназ в растительных тканях. *Сборник тезисов докладов II Международного симпозиума «Сигнальные системы клеток растений: роль в адаптации и иммунитете»*. Казань, 2006. С. 228-229.
18. Strygina K.V., Kochetov A.V., Khlestkina E.K. Genetic control of anthocyanin pigmentation of potato tissues. *BMC Genet.* 2019;20(1):27. <https://doi.org/10.1186/s12863-019-0728-x>
19. Сайнакова А.Б., Романова М.С., Красников С.Н., Исследование коллекционных образцов картофеля на наличие генетических маркеров устойчивости к фитопатогенам // *Вавиловский журнал генетики и селекции..* 2018;22(1):18-24. <https://doi.org/10.18699/VJ18.326>
20. Ермак М.В., Мацишина Н.В., Собко О.А., Фисенко П.В. Токсическое действие α-томатина на картофельную коровку *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Вестник защиты растений*. 2023;106(4):187–194. <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2023-106-4-16034>
<https://elibrary.ru/keniwv>
- References (in Russ.)**
1. Jansky S. Breeding for disease resistance in potato. In: J. Janick, ed. *Plant breeding reviews*. 1st ed. New York, N.Y.: John Wiley & Sons; 2000;19:69-155.
 2. Shapiro I.D., Vilkova N.A., Slepyan E.I. Plant immunity to pests and diseases. L.: Agropromizdat; 1986. (In Russ.)
 3. Pavlyushin V.A., Vilkova N.A., Sukhoruchenko G.I., Fasulati S.R., Nefedova L.I. Phytosanitary consequences of anthropogenic transformation of agroecosystems. *Plant protection news*. 2008;(3):3-26. 2008;(3):3-26. (In Russ.) <https://elibrary.ru/kaumhz>
 4. Shapiro I.D. Immunity of field crops to insects and mites. L., 1985. 320 p. (In Russ.)
 5. Koch K.G., Chapman K., Louis J., Heng-Moss T., Sarah G. Plant Tolerance: A Unique Approach to Control Hemipteran Pests. *Front. Plant Sci.* 2016;7:1363. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01363>
 6. Jansky S. Breeding for Disease Resistance in Potato. *Plant Breed. Rev.* 2000;19:69-155.
 7. Kolobova O.S., Maluchenko O.P., Shalaeva T.V., Shanina E.P., Shilov I.A., Alekseev Ya.I., Velishcheva N.S. Multiplexed set of 10 microsatellite markers for identification of potato varieties. *Vavilov journal of genetics and breeding*. 2017;21(1):124-127. (In Russ.) <https://doi.org/10.18699/VJ17.230> <https://elibrary.ru/xyebgl>
 8. Konarev A.V. Molecular aspects of plant immunity and their coevolution with insects. *Biosfera*. 2017;9(1):79-99. (In Russ.)
 9. <https://elibrary.ru/yopehp>
 10. Kashina J.G., Belov G.L., Zeyruk V.N., Dmitrieva L.V. Productivity, quality and suitability for processing of various potato varieties when grown in the conditions of the Central region of the Russian Federation. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(5):91-97. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-5-91-97>
 11. Shpirnaya I.A., Ibragimov R.I. Using agarose plates to determine the activity of salivary amylase. *Proceedings of the 10th International Conference – School. Vladivostok*, 2006. P. 52. (In Russ.) <https://elibrary.ru/rnxqqt>
 12. Shpirnaya I.A., Ibragimov R.I., Umarov I.A. Suppression of activity hydrolytic enzymes the larvae of the potato beetles of protein from plants. *Vestnik bashkirskogo universiteta*. 2006;11(3):49-52. (In Russ.) <https://elibrary.ru/iiqlnn>
 13. Matsishina N.V., Ermak M.V., Kim I.V. Fisenko P.V., Sobko O.A., Klykov A.G., Emel'yanov A.N. Allelochemical Interactions in the Trophic System "*Henosepilachna vigintioctomaculata* Motschulsky-Solanum tuberosum Linneus". *Insects*. 2023;14(5):459. <https://doi.org/10.3390/insects14050459>
 14. Matsishina N.V., Fisenko P.V., Ermak M.V., Sobko O.A., Volkov D.I., Boginskaya N.G. Traditional Selection Potato Varieties and Their Resistance to the 28-punctata Potato Ladybug *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Coleoptera: Coccinellidae) in the Southern Russian Far East. *Indian J. Agr. Res.* 2022;56(4):456-462. <https://doi.org/10.18805/IJARe.AF-694>
 15. Shpirnaya I.A., Ibragimov R.I., Shevchenko N.D. Proteolytic activity of an extract from the Colorado beetle larvae. *Proceedings of the Conference "Biology is the Science of 21st century"*. Pushchino, 2006. P. 103. (In Russ.) <https://elibrary.ru/rnxqqt>
 16. Tukalo E.A., Tsarik G.N. Rapid method for determine the quantity of glycoalkaloids in potato. *Research papers of the Higher School. Series: Biological Sciences*. 1970;(12):115-117. (In Russ.)
 17. Ibragimov R.I., Shpirnaya I.A. Inducing the activity of proteinase inhibitors in plant tissues. *Collection of the abstracts from the 2nd International Symposium "Signal system of plant cells: role in adaptability and immunity"*. Kazan, 2006. P. 228-229. (In Russ.)
 18. Strygina K.V., Kochetov A.V., Khlestkina E.K. Genetic control of anthocyanin pigmentation of potato tissues. *BMC Genet.* 2019;20(1):27. <https://doi.org/10.1186/s12863-019-0728-x>
 19. Sainakova A.B., Romanova M.S., Krasnikov S.N., Litvinchuk O.V., Alekseev Ya.I., Nikulin A.V., Terent'eva E.V. Testing potato collection samples for the presence of genes for resistance to phytopathogens by means of DNA markers. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(1):18-24. (In Russ.) <https://doi.org/10.18699/VJ18.326>
 20. Ermak M.V., Matsishina N.V., Sobko O.A., Fisenko P.V. The toxic effect of α-tomatine on THE 28-spotted potato ladybeetle *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Plant protection news*. 2023;106(4):187–194. (In Russ.) <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2023-106-4-16034>
<https://elibrary.ru/keniwv>

Об авторах:

Наталия Валерьевна Мацишина – доктор р. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, <https://orcid.org/0000-0002-0165-1716>, SPIN-код: 7734-6656, автор для переписки, mnathalie134@gmail.com

Марина Викторовна Ермак – младший научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, <https://orcid.org/0000-0002-3727-8634>, SPIN-код: 1508-8155, ermackmarine@yandex.ru

Петр Викторович Фисенко – кандидат биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, <https://orcid.org/0000-0003-1227-4641>, SPIN-код: 9916-1382,

Ирина Вячеславовна Ким – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лаборатории болезней картофеля, <https://orcid.org/0000-0002-0656-0645>, SPIN-код: 4991-4382

About the Authors:

Natalia V. Matsishina – Dr. Sci. (Biology), Leading Researcher of the Laboratory of Selection-Genetic Research of Field Crops, <https://orcid.org/0000-0002-0165-1716>, SPIN-code: 7734-6656, Correspondence Author, mnathalie134@gmail.com

Marina V. Ermak – Junior Researcher of the Laboratory of Selection-Genetic Research of Field Crops, <https://orcid.org/0000-0002-3727-8634>, SPIN-code: 1508-8155, ermackmarine@yandex.ru

Peter V. Fisenko – Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher of the Laboratory of Selection-Genetic Research of Field Crops, <https://orcid.org/0000-0003-1227-4641>, SPIN-code: 9916-1382

Irina V. Kim – Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, Laboratory of Potato Diseases, <https://orcid.org/0000-0002-0656-0645>, SPIN-code: 4991-4382

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-121-128>
УДК: 635.11:632.6./7(470.333)

А.В. Солдатенко¹, И.В. Сычёва²,
С.М. Сычёв², В.А. Заячковский^{1*}

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14

² ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет» 243365, Россия, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, 2а

*Автор для переписки:
vladimir89854217114@mail.ru

Вклад авторов. Солдатенко А.В.: концептуализация, верификация данных, методология, редактирование рукописи; Сычёва И.В.: создание рукописи и ее редактирование, визуализация, верификация и анализ данных; Сычёв С.М.: концептуализация, администрирование, верификация данных; Заячковский В.А.: создание рукописи и её редактирование, верификация и анализ данных.

Конфликт интересов. Солдатенко А.В. является членом редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2017 года, но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.

Для цитирования: Солдатенко А.В., Сычёва И.В., Сычёв С.М., Заячковский В.А. Видовое разнообразие вредителей свёклы столовой (*Beta vulgaris L.*) в условиях Брянской области. *Овощи России*. 2025;(5):121-128.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-121-128>

Поступила в редакцию: 31.07.2025
Принята к печати: 25.09.2025
Опубликована: 28.10.2025

Alexey V. Soldatenko¹, I.V. Sycheva²,
S.M. Sychev², V.A. Zayachkovsky^{1*}

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution
Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)
14, Selectsionnaya str., VNIISOK,
Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072

² Bryansk State Agrarian University
2A Sovetskaya str., Kokino village,
Vygovichsky district, Bryansk region,
Russia, 243365

*Corresponding Author:
vladimir89854217114@mail.ru

Authors' Contribution: Солдатенко А.В.: концептуализация, data verification, methodology, and manuscript editing; Сычёва И.В.: manuscript creation and editing, visualization, data verification, and analysis; Сычёв С.М.: conceptualization, administration, and data verification; Заячковский В.А.: manuscript creation and editing, data verification, and analysis.

Conflict of interest. Солдатенко А.В. has been a member of the editorial board of the Journal "Vegetable crops of Russia" since 2017, but had nothing to do with the decision to publish this manuscript. The manuscript passed the journal's peer review procedure. The authors declare no other conflicts of interest.

For citation: Солдатенко А.В., Сычёва И.В., Сычёв С.М., Заячковский В.А. The species structure of pests of the canteen of the beet in the conditions of the Bryansk region. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(5):121-128. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-121-128>

Received: 31.07.2025
Accepted for publication: 25.09.2025
Published: 28.10.2025

Check for updates

Видовое разнообразие вредителей свёклы столовой (*Beta vulgaris L.*) в условиях Брянской области



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Решение вопросов продовольственной безопасности Российской Федерации требует совершенствования системы защитных мероприятий и тщательного изучения видовой структуры вредных организмов, снижающих урожайность и качество сельскохозяйственных культур. Свёкла столовая (*Beta vulgaris L.*), являясь ценной овощной корнеплодной культурой, выращиваемой в Российской Федерации и Брянской области, повреждается разнообразными вредителями. Целью научных исследований было изучение таксономического состава, структуры многоядных и специализированных вредителей свёклы столовой в условиях Брянской области, составление фенологических календарей доминантных видов фитофагов и уточнения их периода вредоносности.

Материалы и методы. В условиях учебно-опытного поля ФГБОУ ВО Брянский ГАУ в 2020-2023 гг. проводили изучение видовой структуры вредителей. Объект исследований – растения свёклы столовой сорта Бордо односемянная. Для уточнения видового состава и учета вредителей применяли методики наблюдений с помощью визуального наблюдения, кошения энтомологическим сачком, клеевых ловушек, методом почвенных раскопок, жёлтых чашек (сосудов Мёрике).

Результаты. При проведении исследований по установлению таксономического состава фитофагов и уточнению экологической характеристики многоядных и специализированных вредителей выявлены представители основной группы полифагов и олигофагов класса Insecta из отрядов и семейств – Coleoptera: Elateridae, Scarabidae, Chrysomelidae; Orthoptera: Gryllotalpidae; Lepidoptera: Pyralidae, Noctuidae; Homoptera; Aphididae; Diptera: Anthomyiida; Hemiptera: Miridae; а также полифаги из класса Gastropoda: Boettgerillidae и класса Mammalia. Было установлено превышение экономического порога вредоносности ЭПВ по двум видам широких олигофагов: свекловичной блошке (*Chaetocnema concinna* Marsham) (ЭПВ – 1 имаго/растение в фазе всходы-фаза вилочки, 3-10 имаго/м²) и свекловичной тле (*Aphis fabae* Scop.) (ЭПВ – 10% заселенных растений на участке в фазе 3-6 пар настоящих листьев).

Заключение. На основании полученных данных изучен таксономический состав, структура многоядных и специализированных вредителей в условиях Брянской области, составлены фенологические календари доминантных видов фитофагов, уточнены периоды вредоносности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

вредители, свёкла столовая, фенологический календарь, фитосанитарный мониторинг, полифаг, олигофаг, экономический порог вредоносности.

The species structure of pests of the canteen of the beet in the conditions of the Bryansk region

ABSTRACT

Relevance. Solving food security issues in the Russian Federation requires improving the system of protective measures and thoroughly studying the species structure of harmful organisms that reduce the yield and quality of agricultural crops. Table beet (*Beta vulgaris L.*), being a valuable vegetable root crop grown in the Russian Federation and the Bryansk region, is damaged by a variety of pests. The aim of the scientific research was to study the taxonomic composition, structure of polyphagous and specialized pests of table beet in the Bryansk region, compile phenological calendars of dominant species of phytophages, clarify the period of harmfulness of table beet plants by phytophages in order to draw up recommendations for insecticide treatments.

Materials and Methods. In the conditions of the educational and experimental field of the Bryansk State Agrarian University in 2020-2023. conducted a study of the species structure of beetroot pests. The object of the study was the Bordeaux one-seeded beetroot plant variety. To clarify the species composition and account for the pests, the following observation methods were used: mowing with an entomological net, sticky traps, soil excavation, and yellow cups (Mörike vessels).

Results. During the studies to establish the taxonomic composition of beetroot phytophages and to clarify the ecological characteristics of polyphagous and specialized pests, representatives of the main group of polyphagous and oligophagous pests of the Insecta class from the following orders and families were identified: Coleoptera: Elateridae, Scarabidae, Chrysomeliidae; Orthoptera: Gryllotalpidae; Lepidoptera: Pyralidae, Noctuidae; Homoptera; Aphididae; Diptera: Anthomyiida; Hemiptera: Miridae; and also polyphages from the class Gastropoda: Boettgerillidae and the class Mammalia. The excess of the EPT was established for two species of broad oligophages: sugar beet flea beetle (*Chaetocnema concinna* Marsham) (EPT – 1 imago/plant in the seedling-fork phase, 3-10 imago/m²) and sugar beet aphid (*Aphis fabae* Scop.) (EPT – 10% of inhabited plants on the site in the phase of 3-6 pairs of true leaves).

Conclusion. Based on the obtained data, the taxonomic composition, structure of polyphagous and specialized pests of table beet in the conditions of the Bryansk region were studied, phenological calendars of dominant species of phytophages were compiled.

KEYWORDS:

pests, table beet, taxonomic composition, species structure, phenological calendar, phytosanitary monitoring, damage, polyphage, oligophage, economic threshold of harmfulness

Введение

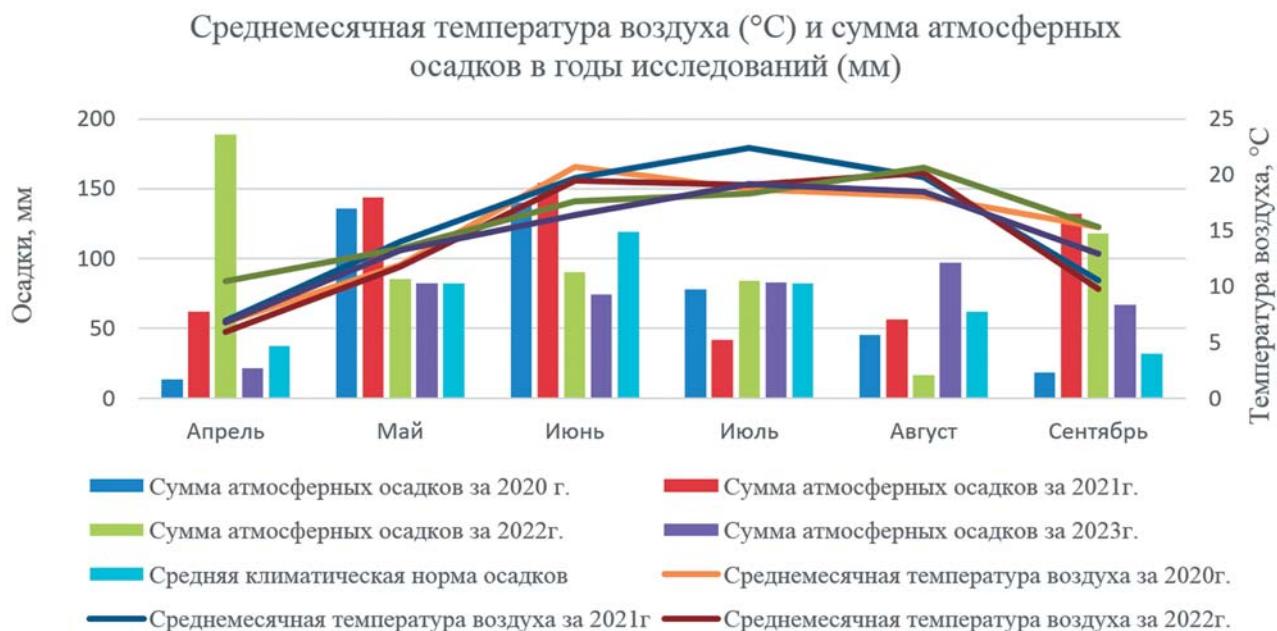
Учитывая важность развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, и эффективность ведения селекционно-семеноводческого направления, следует отметить необходимость тщательного изучения всех составляющих вопросов, в том числе и защиты растений от вредных организмов [1]. Видовая структура вредителей сельскохозяйственных культур имеет выраженный зональный состав в зависимости от биологических особенностей повреждаемой культуры, морфологии и биологии фитофагов, а также от погодно-климатических, почвенно-эдафических факторов окружающей среды. Брянская область расположена в западной части Центрального региона Российской Федерации, в области умеренно-континентального климата, сумма среднесуточных температур за период активной вегетации растений от 2100 до 2450°C и средней суммой осадков 300-520 мм. По данным Брянского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (БГЦМС) безморозный период по районам области колеблется от 134 до 164 дней. В последние годы в зимний период не всегда бывает устойчивый снежный покров. Абсолютный многолетний максимум температуры достигает от 36°C до 39°C, абсолютный минимум от -40°C до -41°C. На территории области постоянно фиксируются поздние возвратные заморозки, что отрицательно сказывается на росте и развитии целого ряда сельскохозяйственных культур. Согласно среднемноголетним данным наиболее тёплым является июль с температурой до 21°C и выше. В августе наблюдается плавное снижение температуры с 20,8°C до 17,3°C; в сентябре – до 7,7°C; до 6,4°C – в октябре и до -5,0°C – в ноябре. Изменение температуры имеет четко выраженный сезонный характер. Весна наступает в третьей декаде марта и характеризуется быстрым ростом температуры с -1,8°C в марте до 6,7°C – в апреле и до 14,5°C в мае. В отдельные годы весна бывает затяжной с неустойчивой температурой и с несколькими волнами похолодания, вплоть до возврата заморозков. Переход среднесуточной температуры через +10°C приходится на начало мая, далее идет плавное нарастание до июля - первой декады августа. В конце сентября идет снижение среднесуточной температуры ниже 10°C. Область относится к зоне достаточного увлажнения, часто с сильно увлажнённой зимой и умеренно сухим летом, гидротермический коэффициент (ΓTK)=1,1-1,5. Почвенный покров области разнообразен, но в основном преобладают серые лесные и дерново-подзолистые почвы. Соответствующие погодно-климатические условия на территории Брянской области позволяют размножаться различным фитофагам на овощных корнеплодных культурах, выращиваемых в открытом грунте [2].

Наличие кормовой базы и в целом благоприятные абиотические факторы окружающей среды способствуют развитию как многоядных, так и специализированных вредителей, изучение видовой структуры которых требует детального анализа для составления системы защитных мероприятий. Сельское хозяйство Брянской области специализируется на выращивании зерновых культур, картофеля, кормовых и корнеплодных овощных культур, в том числе свёклы столовой, площадь посевов которой в 2024 году составила 467 га, при производстве 12519,4 тонн продукции [3].

Видовой состав вредителей, отмеченный на территории бывшего Советского Союза и Российской Федерации рассмотрен в отечественной научной и учебной литературе В.А. Герасимовым, Е.А. Осницкой (1961), А.А. Мигулиным, Г.Е. Осмоловским, Б.М. Литвиновым и др. (1976, 1983), А.К. Ахатовым, Ф.Б. Ганнибалом, Ю.И. Мешковым и др. (2013), А.К. Ахатовым, Г.Ф. Монахосом, А.Н. Игнатовым, О.О. Белошапкиной и др. (2025). Установлено, что свёклу столовую повреждают как многоядные, так и специализированные вредители, питаясь всеми частями свекловичного растения во все периоды его развития [4,5,6,7,8,9]. Физиологическая вредоносность данных вредителей определяется их способностью заселять посевы культуры, ослаблять при питании, переносить возбудителей болезней и тем самым снижать урожайность культуры и качество выращиваемой продукции [10, 11]. Нужно учитывать, что реальный вред, наносимый вредителями, зависит от плотности популяции конкретного вида, восприимчивости растений к заселению, а также от географии обитания фитофагов. Видовой состав необходимо учитывать, как для оценки возможности развития дополнительных поколений в связи с изменением климата, так и для решения практических задач прогнозирования распространения отдельных видов, уточнения фенологических календарей развития доминантных вредителей культуры и разработки системы защитных мероприятий на основе ЭПВ и периодов вредоносности [12,13,14,15,16,17,18]. Целью научных исследований было изучение таксономического состава, структуры многоядных и специализированных вредителей в условиях Брянской области, составление фенологических календарей доминантных видов фитофагов, уточнение степени поврежденности фитофагами растений в различные фазы развития с учетом их численности и экономического порога вредоносности, на посевах свеклы столовой.

Условия, материал и методика проведения исследований.

Исследования проводили в 2020-2023 годах в полевом стационаре ФГБОУ ВО Брянский ГАУ (Брянская область, Выгоничский район, Россия). В годы проведения исследований природно-климатические условия существенно не отличались от среднестатистической климатической нормы. Количество осадков за вегетационный период составило в целом 320 мм в 2020 году, однако в апреле их выпало меньше нормы, дефицит влаги сдерживал прорастание всходов свёклы, зато май и июнь были дождливыми, с невысокими дневными температурами, что затормозило и развитие вредителей сельскохозяйственных культур. В 2021 году дождливыми оказались апрель, май, июнь и сентябрь. Регулярно выпадавшие дожди в начале лета и повышенный фон температур с третьей декады июля включительно по сентябрь обеспечили массовое развитие доминантных вредителей и соответственно выживаемость зимующих стадий развития вредителей. Температурный фон весны-лета 2022 года был выше средних многолетних данных на 1,9-2,3°C, осадки в течение лета в переделах нормы, кроме августа, который был засушливым. Это дало возможность размножения группе широких олигофагов. В 2023 году в апреле также наблюдался дефицит влаги меньше половины месячной нормы. В мае, июне,



*Рис. 1. Погодно-климатические условия в годы исследований (Брянская область, 2020-2023 годы)
Fig. 1. Weather and climate conditions during the research years (Bryansk region, 2020-2023)*

августе и сентябре количество выпавших осадков выше многолетних значений, температурный режим отмечен в пределах нормы (рис. 1).

Объектами исследований были растения свеклы столовой сорта Бордо односемянная, оригиналтор ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (рис. 2). Учётная площадь делянки – 10 м². Повторность опыта четырехкратная, в каждой повторности исследовали по 100 растений. Для уточнения видового состава и учёта вредителей применяли различные методики наблюдений с помощью кошения энтомологическим сачком, клеевых ловушек, методом почвенных раскопок, жёлтых чашек (сосудов Мёрике), визуальные наблюдения. С использованием метода световой микроскопии с фиксацией (Микромед 3-20, АО «ЛОМО», Россия) проводили идентификацию, изучение фитофагов и повреждений по определителям. В течение вегетации осуществляли фенологические наблюдения за растениями свеклы столовой [19,20,21,22,23,24].

Почвы полевого стационара представлены серыми лесными, средне- и тяжелосуглинистыми по механическому составу, с подстилающей породой – лессовидные суглинки. Содержание гумуса составило – 3,5-4,2%, фосфора 28-34 мг Р₂O₅ на 100 г почвы, содержание подвижного калия К₂O 9,9-14,8 мг на 100 г почвы, со слабокислой реакцией почвенного раствора (рН=6,3).

Агротехника при выращивании свёклы столовой – общепринятая в Центральном регионе РФ. Норма высева – 3-4 кг/га, посев односторонний – 70×70, расстояние между растениями 3-5 см.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате исследований в условиях Брянской области в 2020-2023 годах по установлению таксономического состава фитофагов свёклы столовой и уточнению экологической характеристики многоядных и специализированных вредителей выявлены представители основной группы полифагов и олигофагов класса Insecta из отрядов и семейств – Coleoptera: Elateridae, Scarabidae, Chrysomelidae; Orthoptera: Gryllotalpidae; Lepidoptera: Pyralidae, Noctuidae; Homoptera: Aphididae; Diptera: Anthomyiida; Hemiptera: Miridae. Из класса Gastropoda: Boettgerillidae на растениях свёклы столовой отмечены полифаги *Agriolimax agrestis* L. и *Agriolimax reticulatus* Mull. Полифаги класса Mammalia представлены двумя семействами отряда Rodentia: Muridae и Rodentia: Cricetida (табл.1). Следует отметить, что трофическая группа полифагов наиболее многочисленна по видовой структуре.

Из многоядных вредителей локально с незначительными повреждениями были отмечены с момента появления всходов (2-я декада мая) и до уборки корнеплодов



*Рис. 2. Свёкла столовая, сорт Бордо односемянная: посевы (опытное поле Брянского ГАУ), корнеплод и семенная масса
Fig. 2. Table beet, Bordo odnosemyanannaya variety: crops (experimental field of Bryansk State Agrarian University), root crop and seed mass*

Таблица 1. Таксономический состав и экологическая характеристика многоядных и специализированных вредителей свеклы столовой (Брянская область, 2020-2023 годы)
Table 1. The taxonomic composition and environmental characteristics multi -year and specialized pests of the canteen of beet (Bryansk region, 2020-2023)

Таксон	Трофическая группа	Повреждаемый орган	Фенологическая группа	
Coleoptera: Elateridae <i>Agriotes obscurus</i> L.	полифаг	корневая система	летне-осенняя	
<i>Agriotes lineatus</i> L.	полифаг	корнеплод		
<i>Agriotes sputator</i> L.	полифаг			
Coleoptera: Scarabidae <i>Melolontha melolontha</i> Fabricius	полифаг	корневая система	весенне-летняя	
Orthoptera: Gryllotalpidae <i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> L.	полифаг	корневая система	весенне-летняя	
Diptera: Anthomyii <i>Tipula paludosa</i> Mg.	полифаг		весенняя	
Lepidoptera: Pyralidae <i>Loxostege sticticalis</i> L.	полифаг	листья	летняя	
Lepidoptera: Noctuidae <i>Autographa gamma</i> L.	полифаг	листья	летне-осенняя	
<i>Scotia segetum</i> Schiff.	полифаг	корнеплод		
<i>Agrotis epsilon</i> (Hufnagel)	полифаг	листья, черешки, корнеплод	летняя	
<i>Agrotis exclamationis</i> L.	полифаг	всходы, листья, корнеплод		
Gastropda: Boettgerillidae <i>Agriolimax agrestis</i> L.	полифаг	листья	летне-осенняя	
<i>Agriolimax reticulatus</i> Mull	полифаг	листья		
Rodentia: Muroidae <i>Apodemus agrarius</i> Pallas	полифаг	корнеплод	летне-осенняя	
<i>Apodemus sylvaticus</i> L.	полифаг	корнеплод		
Rodentia: Cricetidae <i>Microtus arvalis</i> Pallas	полифаг	корнеплод	летне-осенняя	
Coleoptera: Chrysomelidae <i>Chaetocnema concinna</i> Marsham	широкий олигофаг	всходы, верхушечная почка	весенняя	
<i>Cassida nebulosa</i> L.	широкий олигофаг	листья	летняя	
<i>Bothynoderes punctiventris</i> Germ.	широкий олигофаг	всходы, верхушечная почка	весенне-летняя	
<i>Aclypea opaca</i> L.	широкий олигофаг	листья	летне-осенняя	
Homoptera: Aphididae <i>Aphis fabae</i> Scop.	широкий олигофаг	листья, черешки	летняя	
Diptera: Anthomyiidae <i>Pegomya betae</i> L. <i>fabae</i> Scop.	широкий олигофаг	листья	летняя	
Hemiptera: Miridae <i>Polymerus cognatus</i> (Fieber)	полифаг	всходы, черешки	весенне-летняя	

(3-я декада сентября) следующие виды класса Insecta: щелкун посевной тёмный (*Agriotes obscurus* L.), щелкун посевной полосатый (*Agriotes lineatus* L.), щелкун посевной малый (*Agriotes sputator* L.), майский хрущ (*Melolontha melolontha* Fabricius), медведка обыкновенная (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.), луговой мотылек (*Loxostege sticticalis* L.), совка-гамма (*Autographa gamma* L.), озимая совка (*Scotia segetum* Schiff.), совка-ипсилон (*Agrotis epsilon* Hufnagel), совка восклицательная (*Agrotis exclamationis* L.), долгоножка вредная (*Tipula paludosa* Mg.), из класса Gastropoda: Boettgerillidae – обыкновенный слизень (*Agriolimax agrestis* L.), сетчатый слизень (*Agriolimax reticulatus* Mull). Представители класса Mammalia полевая мышь (*Apodemus agrarius* Pallas), лесная мышь (*Apodemus sylvaticus* L.) и обыкновенная полёвка (*Microtus arvalis* Pallas) заселяли посевы с начала августа и до уборки культуры.

Из олигофагов различных фенологических групп отмечены свекловичная блошка (*Chaetocnema concinna* Marsham), свекловичная щитоноска (*Cassida nebulosa* L.), свекловичный долгоносик (*Bothynoderes punctiventris* Germ.), матовый мертвоед (*Aclyraea opaca* L.), свекловичная тля (*Aphis fabae* Scop.), свекловичная минирующая муха (*Pegomya betae* L.), свекловичный клоп (*Polymerus cognatus* Fieber). Данная группа фитофагов в основном заселяла и питалась на всходах, листьях и черешках.

При изучении вредоносности видов в течение 2020-2023 гг. на посевах свёклы столовой было установлено превышение ЭПВ по двум видам широких олигофагов: свекловичной блошке (*Chaetocnema concinna* Marsham) (ЭПВ – 1 имаго/растение в фазе всходы-фаза вилочки, 3-10 имаго/м²) и свекловичной тле (*Aphis fabae* Scop.) (ЭПВ – 10% заселённых растений на участке в фазе 3-6 пар

Таблица 2. Фенокалендарь развития свекловичной блошки (*Chaetocnema concinna* Marsh) (Брянская область, 2020-2023 годы)
Table 2. Phenocalendar of development of sugar beet flea beetle (*Chaetocnema concinna* Marsh) (Bryansk region, 2020-2023)

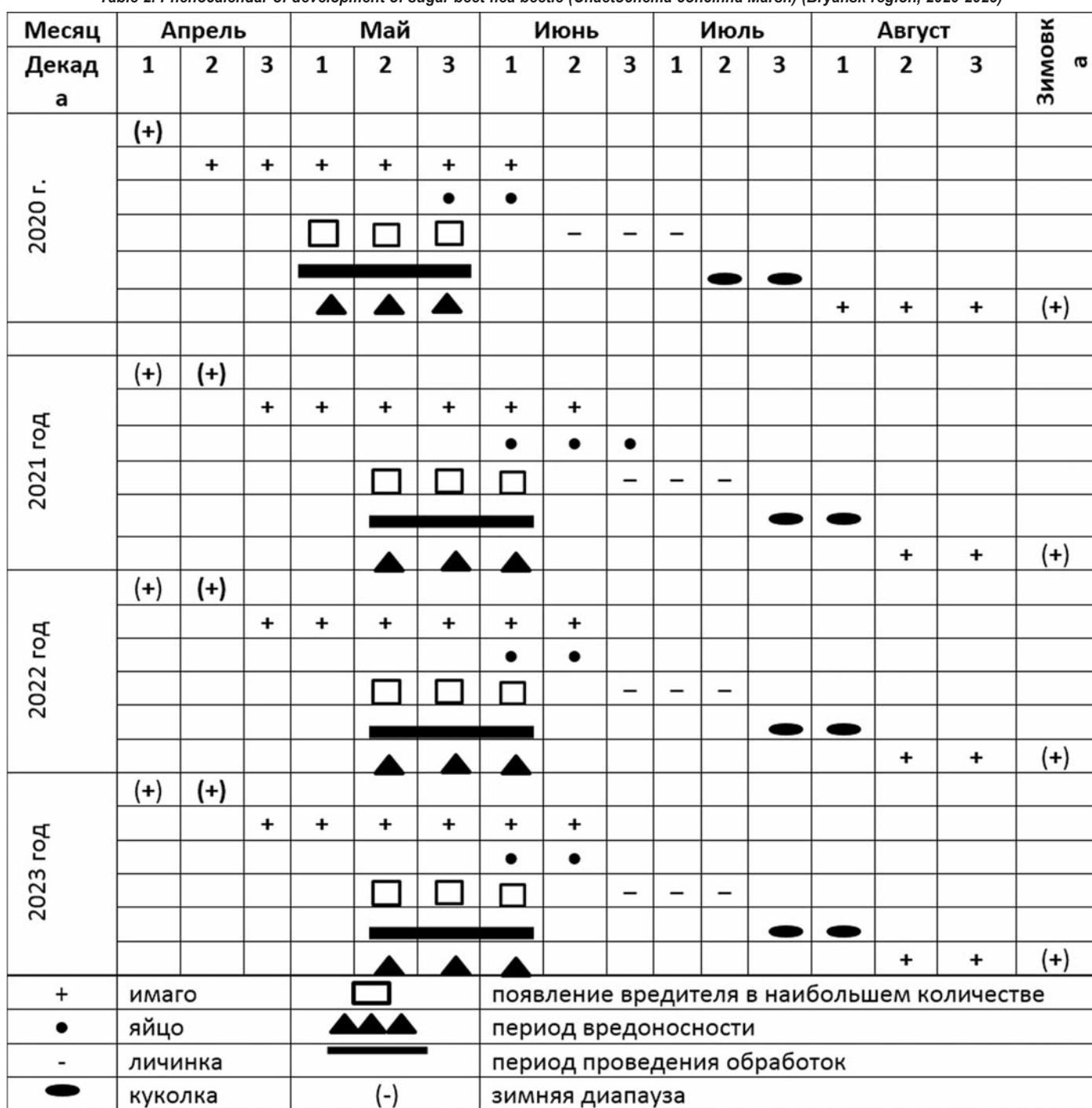


Таблица 3. Фенокалендарь развития свекловичной листовой тли (*Aphis fabae Scop.*) (Брянская область, 2020-2023 годы)
 Table 3. Phenocalendar of development of sugar beet leaf aphid (*Aphis fabae Scop.*) (Bryansk region, 2020-2023)

Месяц	IV			V			VI			VII			VIII			Диапауза
Год	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
2020 год	(•)	(•)	(•)	(•)	(•)			-	+	+	+	+	+	+	+	
							-	-	-	-	-	-	-	-	-	(•)
2021 год	(•)	(•)	(•)	(•)			-	+	+	+	+	+	+	+	+	
							-	-	-	-	-	-	-	-	-	(•)
2022 год	(•)	(•)	(•)	(•)			-	+	+	+	+	+	+	+	+	
							-	-	-	-	-	-	-	-	-	(•)
2023 год	(•)	(•)	(•)	(•)			-	+	+	+	+	+	+	+	+	
							-	-	-	-	-	-	-	-	-	(•)
+		- имаго			-			появление вредителя в наибольшем количестве								
●		- яйцо			▲▲▲			период вредоносности								
-		- личинка			—			период проведения обработок								
-		- куколка			(-)			зимняя диапауза								

настоящих листьев). Свекловичная блошка, являясь опасным вредителем всходов культуры, при благоприятных погодных условиях может вызвать гибель всходов. Численность запаса имаго по годам незначительно отличалась. К примеру, весной 2020 г., с помощью метода почвенных раскопок и визуального осмотра растений, kleевых ловушек запас вредителя установлен с численностью 17 имаго/м². В 2021 году этот показатель составил в среднем 15 имаго/м², в 2022 году – 18 имаго/м², в 2023 году – 15 имаго/м².

Свекловичная тля (*Aphis fabae Scop.*) отмечена везде, где произрастают бересклет, калина, жасмин, которые используются для откладки зимних диапазирующих яиц. Весной, в 2020 году при раннем наступлении весны и средней темпе-

ратуре воздуха 7...9°C, во второй-третьей декаде апреля стали появляться личинки тлей-основательниц. Заселение сорных дикорастущих растений, в частности осота полевого, молочая полевого и других, а также свёклы столовой, было отмечено во второй-третьей декаде мая крылатыми самками-расселительницами, которое фиксировали с помощью визуального осмотра растений, чашек и сосудов Мёрике. В 2021-2023 годах в колониях тли наблюдалось отрождение живых личинок до 1-2 декады августа. В результате высасывания клеточного сока и выделения тлями листья скручивались в продольном направлении, растения отставали в росте.

С целью изучения биологии доминантных видов вредителей составлены фенологические календари, кото-

рые являются неотъемлемой частью фитосанитарного мониторинга. Известно, что фенокалендари используются не только в сельском хозяйстве, но и в лесном, для изучения заповедников, различных экосистем. Использование фенокалендарей актуально для уточнения биологических особенностей вредных организмов в определенной природно-климатической зоне и возможности эффективного использования средств защиты против них [25].

При составлении фенокалендаря развития свекловичной блошки (*Chaetocnema concinna* Marsh) следует отметить ранний выход перезимовавших имаго во 2-й декаде апреля в 2020 году и соответственно период вредоносности начиная с 1-й декады мая (табл. 2). В 2021-2023 годах сроки выхода имаго из диапаузы установлены начиная с 3-й декады апреля. Появление вредителя в наибольшем количестве (в среднем 3-5 имаго/растение в фазе всходы-фаза вилочки) встречалось в 2-й декаде мая. Это даёт возможность определять сроки проведения обработок инсектицидами против данного фитофага.

Фенокалендарь развития свекловичной листовой тли (*Aphis fabae* Scop.) (табл. 3), показывает, что в 2020 году диапазирующие яйца находились в диапаузе до начала мая. Отрождение личинок началось с 3-й декады мая. Самки-расселительницы появились в 1-й декаде июня. На развитие одного поколения в среднем уходило до 9-11 суток (до 6 поколений). В 3-й декаде августа отмечена откладка диапазирующих яиц. Период вредоносности длился с 3-й декады мая по 1-ю декаду июля.

В 2021, 2022 и 2023 годах диапазирующие яйца находились в зимней диапаузе до 1-й декады мая. Отрождение личинок началось и появление самок началось со 2-й декады мая. На развитие одного поколения в среднем уходило до 9-14 суток (до 7 поколений). Период вредоносности длился с 3-й декады мая по 2-ю декаду июля.

Свекловичная тля (*Aphis fabae* Scop.) способствует переносу вирусных заболеваний, вызывает скручивание, сморщивание листьев свёклы столовой и в целом приводит к угнетению растения.

Зимует в стадии зимних диапазирующих яиц на сорной растительности семейства Амарантовые. Весной из

яиц начинается отрождение личинок и развитие партеногенетических самок на сорняках. С появлением крылатых самок-расселительниц в 3-й декаде мая отмечалось вначале краевое заселение участка, далее насекомые заселяли растения более равномерно со второй декады июня. В 2020 году заселённость всех учтенных растений составила 17,81%, в 2021 году – 16,33%, в 2022 году – 16,45%, и в 2023 году – 15,97%. Отмечено, что незначительные осадки и сухая жаркая погода 26...28°C способствуют интенсивному заселению растений данным вредителем.

Заключение

В результате изучения таксономического состава вредителей свёклы столовой в условиях Брянской области выявлены представители основной группы полифагов и олигофагов класса Insecta, а также вредители из класса Gastropoda: Boettgerillidae (*Agriolimax agrestis* L. и *Agriolimax reticulatus* Mull) и класса Mammalia, представленные двумя семействами отряда Rodentia: Muridae и Rodentia: Cricetida. Установлено, что трофическая группа полифагов наиболее многочисленна по видовой структуре. Было установлено превышение ЭПВ по двум видам широких олигофагов: свекловичной блошке (*Chaetocnema concinna* Marsham) (ЭПВ – 1 имаго/растение в фазе всходы-фаза вилочки, 3-10 имаго/м²) и свекловичной тле (*Aphis fabae* Scop.) (ЭПВ – 10% заселённых растений на участке в фазе 3-6 пар настоящих листьев). При составлении фенокалендаря развития свекловичной блошки (*Chaetocnema concinna* Marsh) отмечен ранний выход перезимовавших имаго во 2-й декаде апреля в 2020 году и соответственно период вредоносности начиная с 1-й декады мая. В 2021-2023 годах сроки выхода имаго из диапаузы установлены начиная с 3-й декады апреля. Появление вредителя в наибольшем количестве (в среднем 3-5 имаго/растение в фазе всходы-фаза вилочки) встречалось в 2-й декаде мая. Результаты изучения видового состава фитофагов и периодов их вредоносности дают возможность с более высокой эффективностью подобрать инсектициды и сроки проведения обработок.

• Литература

- Пивоваров В.Ф., Солдатенко А.В., Пышная О.Н., Гуркина Л.К., Пинчук Е.В. Продовольственная независимость и технологический суверенитет России в отрасли овощеводства. *Овощи России*. 2024;(3):5-17. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-5-17> <https://www.elibrary.ru/twepl>
- Брянский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [Электронный ресурс]: URL: <https://ugmcho.ru/bryansk/> (дата обращения 6.07.2024)
- Управление Федеральной службы государственной статистики по Брянской области [Электронный ресурс]: URL: <https://32.rosstat.gov.ru/> (дата обращения 3.07.2025)
- Герасимов В.А., Осницкая Е.А. Вредители и болезни овощных культур. М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1961. С. 287-297.
- Мигулин А.А., Осмоловский Г.Е. Сельскохозяйственная энтомология. М.: Колос, 1976. 448 с.
- Мигулин А.А., Осмоловский Г.Е., Литвинов Б.М. и др. Сельскохозяйственная энтомология. М.: Колос, 1983. 416 с.
- Гуркина Л.К. Болезни и вредители столовой свеклы. Защита и карантин растений. 2003;(9):48-52. <https://elibrary.ru/pbkzhl>
- Ахатов А.К., Ганнибал Ф.Б., Мешков Ю.И. и др. Защита картофеля и овощных культур открытого грунта. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. С. 115-117.
- Ахатов А.К., Монахос Г.Ф., Игнатов А.Н., Белошапкина О.О., Ганнибал Г.Ф., Ф.С.-У. Джалилов, Илинский Ю.Ю. Болезни и вредители овощных культур. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2025. 392 с.
- Nietupski M., Ludwiczak E., Olszewski J., Gabry's B., Kordan B. Effect of Aphid Foraging on the Intensity of Photosynthesis and Transpiration of Selected Crop Plants in Its Early Stages of Growing. *Agronomy*. 2022;12(10):2370. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102370>
- Tai H.H., Vickruck J. Potato resistance against insect herbivores. In: *Insect Pests of Potato. Global Perspectives on Biology and Management*. Eds: A. Alyokhin, S. Rondon, Y. Gao. 2nd ed., chapter 14. London, UK: Academic Press; 2022. P. 277-296.
- Буренин В.И., Пискунова Т.М., Хмелинская Т.В. Генофонд для селекции моркови и свеклы столовой. *Овощи России*. 2017;(4):28-31. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-4-28-31> <https://elibrary.ru/zfbfmv>
- Буренин В.И., Пискунова Т.М. Актуальные проблемы селекции свеклы столовой. *Овощи России*. 2018;(4):47-50. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-4-47-50> <https://elibrary.ru/uuraum>
- Арсланова Р.Р., Арсланова Р.А. Разработка комплексной защиты столовой свеклы от вредителей в засушливых условиях Астраханской области. В сборнике материалов Всероссийской научно-практической конференции: Агропромтехнологии и продо-

- вольственная безопасность. Астрахань, 2024. С.6-8.
15. Саблук В.Т., Грищенко О.Н., Смирных В.М. Оптимизация применения инсектицидов в агроценозах сахарной свеклы. *Защита и карантин растений*. 2018;(4):14-16. <https://elibrary.ru/yureom>
 16. Порсев И.Н., Немирова Н.А., Половникова В.В., Дерябин В.Л. Система защиты свеклы столовой от вредных объектов в условиях Зауралья. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2023;(105):111-117. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-105-111-117> <https://elibrary.ru/yfxxhw>
 17. Савчук И.В. Мониторинг численности и вида насекомых-вредителей для обеспечения безопасности сельскохозяйственной продукции. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2023. 154 с. ISBN 978-5-98346-148-2.
 18. Михина Н.Г., Бухонова Ю.В. Мониторинг вредителей и болезней сахарной свеклы. *Защита и карантин растений*. 2022;(10):21-26. https://doi.org/10.47528/1026-8634_2022_10_21 <https://elibrary.ru/voywix>
 19. Михина Н.Г., Бухонова Ю.В. Мониторинг вредителей и болезней сахарной, кормовой и столовой свеклы (метод. указания). Воронеж. 2019. 138 с.
 20. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: ГНУ ВНИИО, 2011. 648 с.
 21. Ахремович М.Б., Батиашвили И.Д., Бей-Биенко Г.Я. и др. Определитель сельскохозяйственных вредителей по повреждениям культурных растений. Л.: Колос, 1976. 696 с.
 22. Бей-Биенко Г.Я. Определитель насекомых европейской части СССР (в пяти томах). М.-Л.: Наука, 1969. Т. V. 805 с.
 23. Шапошников Г.К. Подотряд Aphidinae-тли. Определитель насекомых европейской части СССР. М.-Л., 1969. 935 с.
 24. Палий В.Ф. Методика изучения фауны и фенологии насекомых. Воронеж, 1970. 192 с.
 25. Минин А.А., Ананин А.А., Буйволов Ю.А., Ларин Е.Г., Лебедев П.А., Поликарпова Н.В., Прокошева И.В., Руденко М.И., Сапельникова И.И., Федотова В.Г., Шуйская Е.А., Яковлева М.В., Янцер О.В. Рекомендации по унификации фенологических наблюдений в России. *Nature Conservation Research. Заповедная наука*. 2020;5(4):89-110. <https://doi.org/10.24189/nqr.2020.060> <https://elibrary.ru/wlafwfw>

• References (in Russ.)

1. Pivovarov V.F., Soldatenko A.V., Pyshnaya O.N., Gorkina L.K., Pinchuk E.V. Food independence and technological sovereignty of Russia in the vegetable growing sector. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(3):5-17. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-5-17> <https://www.elibrary.ru/twepp>
2. Bryansk Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring [Electronic resource]: URL: <https://ugms-cho.ru/bryansk/> (accessed 6.07.2024)
3. Office of the Federal State Statistics Service for Bryansk Oblast [Electronic resource]: URL: <https://32.rosstat.gov.ru/> (accessed 3.07.2025)
4. Gerasimov V.A., Osnitskaya E.A. Pests and diseases of vegetable crops. M.: State Publishing House of Agricultural Literature, 1961. P. 287-297. (In Russ.)
5. Migulin A.A., Osmolovsky G.E. Agricultural Entomology. M.: Kolos, 1976. 448 p. (In Russ.)
6. Migulin A.A., Osmolovsky G.E., Litvinov B.M. et al. Agricultural entomology. M.: Kolos, 1983. 416 p. (In Russ.)
7. Gorkina L.K. Diseases and pests of table beets. Plant protection and quarantine. 2003;(9):48-52. (In Russ.) <https://elibrary.ru/pbkzhl>
8. Akhatov A.K., Gannibal F.B., Meshkov Yu. I. et al. Protection of potatoes and open-ground vegetable crops. M.: Partnership of scientific publications KMK, 2013. P. 115-117. (In Russ.)
9. Akhatov A.K., Monakhov G.F., Ignatov A.N., Beloshapkina O.O.,
- Gannibal G.F., F.S.-U. Dzhalilov, Ilinsky Yu.Yu. Diseases and pests of vegetable crops. Moscow: Scientific publications KMK, 2025. 392 p. (In Russ.)
10. Nietupski M., Ludwicki E., Olszewski J., Gabry's B., Kordan B. Effect of Aphid Foraging on the Intensity of Photosynthesis and Transpiration of Selected Crop Plants in Its Early Stages of Growing. *Agronomy*. 2022;12(10):2370. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102370>
11. Tai H.H., Vickruck J. Potato resistance against insect herbivores. In: *Insect Pests of Potato. Global Perspectives on Biology and Management*. Eds: A. Alyokhin, S. Rondon, Y. Gao. 2nd ed., chapter 14. London, UK: Academic Press; 2022. P. 277-296.
12. Burenin V.I., Piskunova T.M., Khmelinskaya T.V. The gene pool for breeding of carrot and table beet. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(4):28-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-4-28-31> <https://elibrary.ru/zfbfmv>
13. Burenin V.I., Piskunova T.M. Actual problems of breeding of table beet. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(4):47-50. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-4-47-50> <https://elibrary.ru/uraum>
14. Arslanova R.R., Arslanova R.A. Development of comprehensive protection of table beet from pests in arid conditions of the Astrakhan region. In the collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference: Agro-industrial technologies and food security. Astrakhan, 2024. P.6-8. (In Russ.)
15. Sabluk V.T., Grishchenko O.N., Smirnykh V.M. Optimization of the use of insecticides in sugar beet agroecosystems. *Plant protection and quarantine*. 2018;(4):14-16. <https://elibrary.ru/yureom>
16. Porsev I.N., Nemirova N.A., Polovnikova V.V., Deryabin V.L. System of protection of table beet from harmful objects in the conditions of the Trans-Urals. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2023;(105):111-117. (In Russ.) <https://doi.org/10.21515/1999-1703-105-111-117> <https://elibrary.ru/yfxxhw>
17. Savchuk I.V. Monitoring the number and type of insect pests to ensure the safety of agricultural products. Tyumen: GAU of the Northern Trans-Urals, 2023. 154 p. ISBN 978-5-98346-148-2. (In Russ.)
18. Mikhina N.G., Bukhonova Yu.V. Monitoring of pests and diseases of sugar beet. Plant protection and quarantine. 2022;(10):21-26. (In Russ.) https://doi.org/10.47528/1026-8634_2022_10_21 <https://elibrary.ru/voywix>
19. Mikhina N.G., Bukhonova Yu.V. Monitoring of pests and diseases of sugar, fodder and table beets (method. instructions). Voronezh. 2019. 138 p. (In Russ.)
20. Litvinov S.S. Methodology of field experiment in vegetable growing. Moscow: GNU VNIIO, 2011. 648 p. (In Russ.)
21. Identifier of agricultural pests by damage to cultivated plants / M.B. Akhremovich, I.D. Batiashvili, G.Ya. Bey-Bienko et al. L.: Kolos, 1976. 696 p. (In Russ.)
22. Identifier of insects of the European part of the USSR (in five volumes) / edited by G.Ya. Bey-Bienko. Moscow-Leningrad: Nauka, 1969. T. V. 805 p. (In Russ.)
23. Shaposhnikov, G.K. Suborder Aphidinae-aphids / Identifier of insects of the European part of the USSR. Moscow-Leningrad, 1969. 935 p. (In Russ.)
24. Paliy, V.F. Methodology for studying the fauna and phenology of insects / V.F. Paliy. Voronezh, 1970. 192 p. (In Russ.)
25. Minin A.A., Ananin A.A., Buivolov Yu.A., Larin E.G., Lebedev P.A., Polikarpova N.V., Prokosheva I.V., Rudenko M.I., Sapelnikova I.I., Fedotova V.G., Shuiskaya E.A., Yakovleva M.V., Yantser O.V. Recommendations for the unification of phenological observations in Russia. *Nature Conservation Research. Reserve science*. 2020;5(4):89-110. (In Russ.) <https://doi.org/10.24189/nqr.2020.060> <https://elibrary.ru/wlafwfw>

Об авторах:

Алексей Васильевич Солдатенко – доктор с.-х. наук, академик РАН, главный научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-9492-6845>, SPIN-код: 7900-4819, alex-soldat@mail.ru

Ирина Васильевна Сычёва – кандидат с.-х. наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-1874-2534>, SPIN-код 3527-3330, i.sychyova@mail.ru

Сергей Михайлович Сычёв – доктор с.-х. наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0002-0941-2534>, SPIN-код: 7900-4819, sichev_65@mail.ru

Владимир Александрович Заячковский – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-9821-5381>, SPIN-код: 9397-8691, автор для переписки vladimir898542178114@mail.ru

About the Authors:

Alexey V. Soldatenko – Dr. Sci. (Agriculture), Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-9492-6845>, SPIN-code: 7900-4819, alex-soldat@mail.ru

Irina V. Sycheva – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-1874-2534>, SPIN-code: 3527-3330, i.sychyova@mail.ru

Sergey M. Syche – Dr. Sci. (Agriculture), Professor, <https://orcid.org/0000-0002-0941-2534>, SPIN-code: 7900-4819, sichev_65@mail.ru

Vladimir A. Zayachkovsky – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-9821-5381>, SPIN-code: 9397-8691, Correspondence Author, vladimir898542178114@mail.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-129-139>
УДК: 635.21-027.22:631.164.6

М.А. Брызгалина*, Т.В. Брызгалин

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Саратовский научный центр Российской академии наук»
Саратов, Россия

*Автор для переписки:
bryzgalina.maiya@yandex.ru

Финансирование: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-00418, <https://rscf.ru/project/25-28-00418/>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Брызгалина М.А.: концептуализация, проведение исследования, написание рукописи, редактирование рукописи; Брызгалин Т.В.: методология, сбор и формальный анализ данных, визуализация.

Для цитирования: Брызгалина М.А., Брызгалин Т.В. Экономическая оценка стратегии наращивания производства в регионах с неразвитым картофелеводством. *Овощи России*. 2025;(5):129-139.

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-129-139>

Поступила в редакцию: 13.05.2025

Принята к печати: 16.07.2025

Опубликована: 28.10.2025

Maiya A. Bryzgalina*, Timur V. Bryzgalin

Federal State Budgetary
Institution Federal Research Centre
«Saratov Scientific Centre
of the Russian Academy of Sciences»
Saratov, Russia

*Corresponding Author:
bryzgalina.maiya@yandex.ru

Funding: The study was supported by the grant of the Russian Science Foundation №. 25-28-00418, <https://rscf.ru/project/25-28-00418/>

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

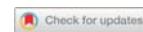
Authors' Contribution: Bryzgalina M.A.: conceptualization, research implementation, manuscript writing, manuscript editing; Bryzgalin T.V.: methodology, data collection and formal analysis, visualization.

For citation: Bryzgalina M.A., Bryzgalin T.V. Economic assessment of the strategy for increasing production in regions with underdeveloped potato growing. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(5):129-139. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-129-139>

Received: 13.05.2025

Accepted for publication: 16.07.2025

Published: 28.10.2025





Экономическая оценка стратегии наращивания производства в регионах с неразвитым картофелеводством

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Картофель обладает высокой питательной ценностью и поэому, являясь неотъемлемым элементом системы питания населения, играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. Современный курс аграрной политики России ориентируется на рост экспорта продукции АПК, в связи с чем становится актуальной задача активации роста предложения. В этих условиях необходима стратегия, позволяющая нарастить производственный потенциал продукта, в том числе в перспективных для развития картофелеводства регионах.

Цель исследования заключалась в проведении экономической оценки стратегии наращивания производственного потенциала в регионах с неразвитым картофелеводством.

Материал и методика. Методом корреляции было определено, что на рост объемов производства картофеля и изменение его посевных площадей в организациях влияют преимущественно затраты на приобретение семян и средств химической защиты растений. Предложен методический подход, позволяющий обосновать потенциальный оптимальный рост посевных площадей картофеля, включающий в себя систему предлагаемых критериев (коэффициентов взаимосвязей искомых показателей, отраслевой специализации региона и предприятий, доли площади картофеля в общей структуре сельскохозяйственных угодий).

Результаты. По результатам исследования была сформирована стратегия наращивания производства картофеля на основе действующих мер государственной поддержки и передовых инноваций в сфере сортообновления, защиты растений, модернизации систем орошения и хранения товарной продукции. Экономическая оценка предлагаемых мероприятий была проведена на примере товаропроизводителей типового региона аграрного профиля (Саратовской области). Мультипликативный эффект, который может быть получен в перспективе при реализации разработанной стратегии составляет: посевные площади картофеля и его выход в регионе повысятся на 22,3 и 67,6%, соответственно. Затраты и уровень рентабельности производства клубнеплода в исследуемых предприятиях вырастут: с учетом организации дождевания на 34,9% и 7,81 п.п., соответственно; капельного орошения – на 35,7% и 7,45 п.п., соответственно.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

экономическая оценка, производство, картофелеводство, стратегия, регионы, инновации, государственная поддержка

Economic assessment of the strategy for increasing production in regions with underdeveloped potato growing

ABSTRACT

Relevance. Potatoes have a high nutritional value and therefore, being an integral element of the population's nutrition system, play an important role in ensuring the country's food security. The current course of Russia's agricultural policy is focused on increasing the export of agricultural products, in connection with which the task of activating supply growth becomes relevant. In these conditions, a strategy is needed that allows increasing the production potential of the product, including in regions promising for the development of potato growing.

Purpose of the study consisted of conducting an economic assessment of the strategy for increasing production potential in regions with underdeveloped potato growing.

Material and methodology. The correlation method determined that the growth of potato production volumes and changes in its sown areas in organizations are influenced mainly by the costs of purchasing seeds and chemical plant protection products. A methodological approach is proposed that allows substantiating the potential optimal growth of potato sown areas, including a system of proposed criteria (coefficients of interrelations of the sought indicators, industry specialization of the region and enterprises, the share of potato area in the overall structure of agricultural land).

Results. Based on the results of the study, a strategy was developed to increase potato production based on current government support measures and advanced innovations in the field of variety renewal, plant protection, modernization of irrigation systems and storage of commercial products. An economic assessment of the proposed measures was carried out using the example of commodity producers in a typical agricultural region (Saratov Oblast). The multiplier effect that can be obtained in the future when implementing the developed strategy will be: the area under potatoes and its output in the region will increase by 22.3 and 67.6%, respectively. The costs and profitability of tuber crop production in the studied enterprises will increase: taking into account the organization of sprinkling by 34.9% and 7.81 p.p., respectively; drip irrigation - by 35.7% and 7.45 p.p., respectively.

KEYWORDS:

economic assessment, production, potato growing, strategy, regions, innovations, government support

Введение

Картофель играет значительную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. В связи с этим наращивание объемов его производства относится к приоритетным задачам, которые в настоящее время ставит перед собой Правительство России. С целью обеспечения устойчивого развития подотрасли на федеральном уровне страны разрабатываются и вводятся в действие программы и проекты [1, 2, 3], предусматривающие оказание довольно широкого спектра мер бюджетной поддержки производителям картофеля, включая ЛПХ [4].

Совокупность субсидий и компенсаций, которые получают товаропроизводители, доказывает свою эффективность. Так, валовой сбор картофеля в 2023 году по сравнению с 2020 годом возрос на 3,1%, а его урожайность увеличилась на 15,1%. В итоге уровень самообеспеченности страны клубнеплодом в 2023 году составил 101,0% [5]. Однако дальнейшее развитие исследуемой подотрасли сдерживается влиянием негативных факторов. К одному из них следует отнести то, что основная масса продукта (по данным 2023 года 57,4%) производится в хозяйствах населения, в которых, как правило, преобладает ручной труд и используются низкокачественные семена, а потери урожая при этом достигают 40% [6]. В то же время только крупные организации представляют собой приоритетную площадку для внедрения перспективных инноваций, применение которых необходимо при реализации интенсивной стратегии их развития.

В сфере сельского хозяйства рост производственных показателей может успешно достигаться путем увеличения количества применяемых ресурсов (например, за счет расширения посевных площадей возделываемых культур). Однако подобный экстенсивный тип развития ограничивается специализацией как самого хозяйства, так и зоны его расположения. Так, организации Саратовской области, которая была выбрана нами для исследования как один из типовых регионов аграрной направленности, сосредоточены преимущественно на производстве зерновых и масличных культур. Этому активно способствуют функционирующие на ее территории экспортноориентированные предприятия первичной и промышленной переработки зерна, ряд крупных МЭЗов и жировой комбинат [7, 8, 9, 10, 11]. В то же время природно-климатические условия региона также благоприятны и для выращивания картофеля. Кроме того, область обладает необходимым потенциалом для развития картофелеводства в перспективе: на ее территории расположены черноземные зоны в Правобережье, северной и центральной частях Левобережья, успешно развивается транспортная и информационная инфраструктура, формируются научные связи между институтом картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха (ФГБНУ ВНИИКХ Московской области), ФГБОУ ВО «Вавиловский университет», ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» и ФГБНУ «ФНЦ лубяных культур» [12]. Однако возможности обеспечения расширенного воспроизведения этого продукта ограничиваются недостатком оросительных конструкций и мощностей для его хранения, высокой зависимостью товаропроизводителей от импорта семян, распространением вредителей и возбудителей болезней.

Подобные проблемы негативным образом отражаются на состоянии картофелеводства в рамках других субъектов Российской Федерации. Так, например, посевные площади картофеля за исследуемый период (2020-2023 годы) сократились в 64-х регионах страны, при этом в наибольшей степени: в Республике Карелия (на 26,3%), Еврейской автономной

области (на 30,8%), Забайкальском крае (на 40,8%), Республике Северная Осетия – Алания (на 44,2%), Воронежской области (на 44,4%), городе Севастополе (на 50,0%), Республике Калмыкия (на 66,7%). Кроме того, валовые сборы клубнеплода за это же время снизились во Владимирской (на 0,3%), Воронежской (на 34,4%), Ивановской (на 10,5%), Костромской (на 1,3%), Курской (на 19,5%), Тамбовской (на 5,6%), Волгоградской (на 5,3%), Кировской (на 21,4%), Самарской (на 7,2%), Ульяновской (на 7,1%), Свердловской (на 13,0%), Челябинской (на 6,0%), Иркутской (на 4,5%), Кемеровской (на 24,8%), Новосибирской (на 10,4%), Сахалинской (на 8,6%), Еврейской автономной (на 21,1%) областях; Республиках Карелия (на 31,9%), Коми (на 12,1%), Калмыкия (на 18,5%), Северная Осетия – Алания (на 55,8%), Башкортостан (на 24,0%), Марий Эл (на 0,3%), Мордовия (на 0,8%), Алтай (на 10,0%), Тыва (на 17,4%), Хакасия (на 10,9%), Бурятия (на 10,0%), Кабардино-Балкарская Республика (на 14,4%), Удмуртия (на 17,4%), Чувашия (на 1,4%); в Ненецком (на 14,3%), Ханты-Мансийском (на 35,0%), Ямало-Ненецком (на 12,5%) автономном округах; а также в Пермском (на 16,9%), Алтайском (на 1,9%), Красноярском (на 4,8%), Забайкальском (на 37,8%), Камчатском (на -3,0%), Приморском (на 15,0%) и Хабаровском (на 3,4%) краях. Таким образом, можно констатировать, что основное снижение объемов производства картофеля происходит на наиболее благоприятной для его возделывания территории России [13]: в 6-ти, 9-ти и 8-ми регионах Центрального, Приволжского и Сибирского федеральных округов, соответственно. Падение валовых сборов продукта связано с сокращением не только его посевных площадей, но также и снижением урожайности. Так, продуктивность клубнеплода уменьшилась в Кабардино-Балкарской Республике (на 10,2%), Республиках Карелии (на 6,6%), Адыгеи (на 2,5%), Северной Осетии – Алании (на 22,8), Башкортостане (на 17,8%), Татарстане (на 13,4%), Удмуртии (на 15,0%); Пермском (на -2,8%), Камчатском (на 6,1%), Приморском (на 4,2%) краях; Кировской (на 14,7%), Самарской (на 5,6%), Кемеровской (на 10,9%), Новосибирской (на 1,3%) областях; Ханты-Мансийском (на 28,4%) и Ямало-Ненецком (на 24,0%) автономном округах.

Указанные выше обстоятельства являются одной из основных причин значительного падения (ниже 95% – порогового значения Доктрины продовольственной безопасности) уровня самообеспеченности картофелем в отдельных регионах государства. Так, по данным за 2023 год Республики Адыгея, Коми, Калмыкия, Крым, Тыва, Хакасия, Бурятия и Саха (Якутия) обеспечивают себя данным продуктом лишь на 42,2%, 58,9%, 48,9%, 80,0%, 80,0%, 92%, 84,4% и 90,0%, соответственно; Пермский и Хабаровский края – на 74,4% и 74,4%, соответственно; Кировская, Ивановская, Тюменская, Магаданская и Саратовская области – на 84,4%, 77,8%, 80,0%, 64,4% и 63,3%, соответственно; Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа – на 63,1%, 62,9%, соответственно [5].

С учетом всего выше сказанного, требуется комплексный подход к решению задачи развития картофелеводства в регионах с достаточным потенциалом, включающий в себя разработку стратегии по наращиванию объемов производства клубнеплода на основе эффективных мер государственной поддержки по развитию отраслей сельского хозяйства и передовых инноваций в сфере селекции и семеноводства, защиты растений, модернизации и хранении готовой продукции [14].

Таким образом, целью исследования является проведение экономической оценки стратегии наращивания производства в регионах с неразвитым картофелеводством.

Методы

Информационную базу исследования составили государственные программы и проекты по развитию сельского хозяйства Российской Федерации, статистические данные Министерства сельского хозяйства России и Саратовской области, сведения с сайтов сети Internet. В работе были использованы такие способы научного познания, как корреляционный и сравнительный анализы, абстрактно-логический, монографический, экономико-статистический методы. Объектами наблюдения выступили сельскохозяйственные организации Саратовской области: ООО «Горизонты» (Балтайского района), «Агрус» (Саратовского района), «ЛукСар» (Советского района), а также «Вит», «Хозяин», «Воскресенское», «Овощная долина», «Агрия», «ПокровскАгроЛ» (Энгельсского района).

Методом корреляции были выявлены факторы, которые в той или иной степени могут потенциально влиять на изменение площадей картофеля. К таким факторам мы отнесли отдельные элементы материальных затрат на производство продукции растениеводства. В дополнение к этому нами были рассмотрены такие критерии, как отраслевая специализация региона (расчитываемая через коэффициент душевого производства (K_d)) и отдельных предприятий (полученная на основе структуры посевных площадей), а также доля площади картофеля в общей структуре их сельскохозяйственных угодий. Выявленные показатели позволяют обосновать: на сколько и за счет чего (каких факторов) следует увеличить площади возделывания картофеля в исследуемых хозяйствах области.

Оптимальный размер посевных площадей картофеля предлагается определять по следующей формуле:

$$\begin{aligned} S_{opt_i} &= a_1 + a_2 + \dots + a_n, \quad \text{если} \\ a_1 + a_2 + \dots + a_n &\leq S_{max_i} \\ S_{max_i} \end{aligned} \quad (1)$$

где:

$$\begin{aligned} a_1 &= [(S_{f_i} \times r_1(x_i; y_{i1})) + S_{fi}] \\ a_2 &= [S_{f_i} \times r_2(x_i; y_{i2})) + S_{fi}] \\ a_n &= [S_{f_i} \times r_n(x_i; y_{in})) + S_{fi}] \end{aligned} \quad (2)$$

при этом:

S_{opt_i} – оптимальная площадь возделывания картофеля i -го хозяйства, га;

S_{f_i} – фактическая площадь возделывания картофеля i -го хозяйства, га;

$r_1(x_i; y_{i1}), r_2(x_i; y_{i2}) \dots r_n(x_i; y_{in})$ – коэффициенты корреляции между фактическим значением площади возделывания картофеля i -го хозяйства (x_i) и $x_i = S_{f_i}$) и конкретной статьей материальных расходов на производство картофеля (y_i), при этом:

y_{i1} – затраты на покупку средств защиты растений, тыс. руб.;

y_{i2} – затраты на приобретение семенного и посадочного материала, тыс. руб.;

y_{in} – другие элементы материальных затрат, тыс. руб.

S_{max_i} – максимальный размер площади возделывания картофеля (где доля культуры в общей структуре посевных площадей исследуемых организаций составляет не более 30%), га.

Результаты и их обсуждение

Для организаций картофельной специализации рекомендуется внедрять интенсивные севообороты, в которых доля исследуемой культуры в общей структуре посевных площадей достигает 30-50% [15]. Несмотря на то, что картофелеводство не является отраслью специализации региона (коэффициент душевого производства (K_d) по расчетам меньше 1 [16]), отдельным его товаропроизводителям можно предложить увеличить размер посевных площадей картофеля, но не более, чем на 30% от общей площади их сельскохозяйственных угодий (см. табл. 1). Отметим, что данный критерий (30%) выступает в нашем исследовании в качестве ограничения. Обозначим его как предельный максимум (S_{maxi}).

Таблица 1. Промежуточные показатели для расчета оптимальных площадей возделывания картофеля
Table 1. Intermediate indicators for calculating optimal areas for potato cultivation

Организации	Общая площадь возделывания сельскохозяйственных культур, га	Площадь возделывания картофеля, га	Доля площади картофеля в общей структуре посевных площадей хозяйства, %	Площадь возделывания картофеля (при доле культуры в общей структуре посевных площадей хозяйства, равной 30%) (S_{maxi}), га
ООО «Агрус»	40	20	49,50	-
ООО «ЛукСар»	60	10	16,67	18
ООО «Вит»	123	45	36,59	-
ООО «Хозяин»	239	25	10,46	72
ООО «Воскресенское»	24357	140	0,57	7307
ООО «Овощная долина»	98	22	22,45	29
ООО «Агрия»	158	40	25,32	47
ООО «ПокровскАгроЛ»	2148	100	4,66	644
ООО «Горизонты»	7827	1	0,01	2348
K_d^*		0,4		

*Коэффициент специализации (K_d) меньше 1 указывает на то, что картофелеводство не является отраслью специализации в исследуемом регионе

Источник: составлена и рассчитана авторами по данным [16, 17]

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Таким образом, было определено, что ряд товаропроизводителей области (ООО «ЛукСар», «Хозяин», «Воскресенское», «Овощная долина», «Агрия», «ПокровскАгр» и «Горизонты») могут в перспективе увеличить площади картофеля до установленного нами максимума. При этом отметим, что предприятия ООО «Хозяин», «Воскресенское», «ПокровскАгр» и «Горизонты» не специализируются на возделывании исследуемой культуры, и, соответственно, предлагать для них интенсивные севообороты с высокой долей картофеля (в 30%) в общей структуре сельскохозяйственных угодий не целесообразно. Это условие вызывает необходимость поиска дополнительных критериев. С этой целью был проведен корреляционно-регрессионный анализ степени влияния отдельных элементов материальных затрат на производство картофеля на потенциальный рост его посевных площадей.

Итак, на примере предприятия ООО «Вит» Энгельсского района Саратовской области, которое нами выбрано было как типовое хозяйство, определено, что на потенциальный рост посевных площадей картофеля на 80% влияют затраты, связанные с приобретением семян (коэффициент корреляции равен 0,76), а на 60% – расходы на покупку средств защиты растений (коэффициент корреляции соответствует 0,59) (табл. 2). Выявленные показатели позволили обосновать – на сколько возможно увеличить площади посева картофеля в других организациях региона.

Также нами методом корреляции было установлено, что выход картофеля в первую очередь зависит от качественного семенного материала и применения средств защиты растений [18]. Финансирование этих мероприятий позволяет товаропроизводителям получать наиболее высокие урожаи продукции, повышать рентабельность подотрасли. В ходе проведенного исследования было предложено одной группе товаропроизводителей (ООО «ЛукСар», «Агрия», «ПокровскАгр» и «Горизонты») осуществить сортосмену картофеля, а другой (ООО «Хозяин», «Воскресенское», «Овощная долина» и также «Агрия») – заменить фактически применяемые средства защиты растений на препараты нового поколения (например, компании BASF) [19]. Таким образом, были сформированы две выборки предприятий, которым, на наш взгляд, следует развиваться по двум пред-

лагаемым направлениям (табл. 3).

В таблице 3 представлены результаты расчета оптимальных размеров посевных площадей картофеля для исследуемых организаций области (графа 6). Так, к примеру, фактическая площадь возделывания картофеля в ООО «Воскресенское» по данным 2023 года составляет всего 140 га. Так как общая площадь сельскохозяйственных культур хозяйства значительная – 24357 га, то 30% посевов картофеля от нее будет составлять 7307 га, что по факту невозможно для данного предприятия, так как оно не специализируется на выращивании клубнеплода. Однако, например, замена фактически применяемых на картофеле средств защиты растений на препараты нового поколения позволит ООО «Воскресенское» в перспективе несколько расширить посевы исследуемой культуры. Так, в соответствии с нашей методикой, с учетом выявленных коэффициентов корреляции (тесноты взаимосвязи между исследуемыми показателями (0,59)) данный товаропроизводитель сможет оптимально (без потери эффективности) увеличить площадь возделывания клубнеплода до 223 га (или на 59%, графа 7). Предложенный подход может быть применим также в отношении ООО «ПокровскАгр», «Горизонты» и «Хозяин». Остальные организации (ООО «ЛукСар», «Агрия» и «Овощная долина») можно обозначить как уже «потенциально специализированные на картофеле» и предположить, что при наличии положительных факторов (субсидировании подотрасли, расширении каналов сбыта, осуществлении сортосмены, грамотной организации системы хранения и т.д.) они смогут расширить посевы картофеля до 30% в общей структуре своих площадей сельскохозяйственных угодий.

Графа 8 в таблице 3 отражает совокупные материальные затраты на производство картофеля (в расчете на 1 га площади). Эти данные необходимы для проведения последующих расчетов. Графа 10 отображает прогнозируемые значения урожайности картофеля. Так, по мнению специалистов компании BASF, препараты инновационной защиты растений [19] позволят производителям клубнеплода повысить его продуктивность минимум на 21%. С учетом данного обстоятельства можно предположить, что применение функций нового поколения BASF поднимет урожайность

Таблица 2. Результаты анализа тесноты взаимосвязи между отдельными элементами материальных затрат на производство картофеля и размерами площадей его возделывания в ООО «Вит» Энгельсского района Саратовской области
Table 2. Results of the analysis of the closeness of the relationship between individual elements of material costs for potato production and the size of the areas of its cultivation in OOO "Vit", Engels District, Saratov Region

Показатель	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Коррел ($r_n(x_i; y_{ni})$)
Площадь возделывания картофеля (x), га	60	70	40	40	50	50	40	40	40	45	
Материальные затраты (y), тыс. руб.											
Затраты материальные на всю продукцию	14520	18746	8954	9666	11830	12905	11407	10370	13300	16993	0,75
Оплата труда с отчислениями на социальные нужды	820	1870	760	1564	985	1485	927	2180	2678	4988	-0,12
Семена и посадочный материал	6005	9646	2312	2139	6181	3582	4868	3142	5759	6695	0,76
Минеральные удобрения, бактериальные и другие препараты	1074	520	518	313	607	527	386	365	732	1725	0,16
Средства защиты растений	3254	2180	1504	1396	0	1265	943	1047	108	213	0,59
Нефтепродукты всех видов	963	830	725	1159	1860	1629	850	1575	777	820	-0,02
Содержание основных средств	840	975	1694	580	391	828	365	1734	955	1187	-0,17

Источник: составлена и рассчитана авторами по данным [17]

исследуемой культуры, например, в ООО «Агрия» с 258 ц/га до 312 ц/га.

Учеными Вавиловского университета (г. Саратов) были проведены исследования урожайности различных сортов картофеля, которые могут получить товаропроизводители с учетом природно-климатических условий Саратовской области. В результате ими было определено, что наибольшую продуктивность (413 ц/га) дает сорт Гулливер [20]. В нашем исследовании мы предположили, что при использовании данного сорта урожайность картофеля в организациях Право и Левобережья будет соответствовать значению не ниже среднего по региону (по данным бухгалтерской отчетности это 337 ц/га). [17]. Ранее нами было определено, что реализация сортосмены наиболее эффективна преимущественно для ООО «ЛукСар», «Агрия», «ПокровскАгроЛ» и «Горизонты». Графы 9 и 11 таблицы 3 отражают потенциально возможные урожаи картофеля, которые могут получить товаропроизводители на новой площади с учетом как его фактической, так и прогнозируемой урожайности.

В таблице 4 представлены суммы материальных затрат на приобретение семенного картофеля предлагаемого сорта (его ориентировочная цена составляет минимум 200 руб./кг) в расчете как на 1 га угодий (0,49 млн руб.), так и всю площадь его возделывания в исследуемых предприятиях области [21]. Расчет производился с учетом нормы посадки семенных клубней средних размеров (2,5 т на 1 га площади).

В таблице 5 показаны результаты расчета материальных затрат на приобретение системы базовой защиты картофеля от BASF, которая включает в себя применение фунгицидов против наиболее распространенных в Нижнем Поволжье грибковых заболеваний: альтернариоза (Сигнум), ризоктониоза (Серкадис), фитофтороза (Акробат МЦ, Орвего, Полирям ДФ), а также десиканта (Баста). Стоимость того или иного препарата была определена в расчете как на 1 га площади (при внесении в борозду: Сигнум, Акробат МЦ, Орвего, Полирям ДФ, Баста), так и на т семян (при обработке клубней перед посадкой: Серкадис), исходя из нормы его расхода. От этого показателя с учетом кратности обработки почвы (а также семян или же всходов,) вычисляются совокупные расходы на покупку новых средств химической защиты культуры в расчете уже на всю площадь ее возделывания в исследуемых хозяйствах области.

Засушливые условия Саратовской области требуют организацию грамотной системы орошения земель сельскохозяйственного назначения. Анализ сводной годовой бухгалтерской отчетности деятельности аграрных предприятий Саратовской области показал, что три из исследуемых девяти организаций региона нуждаются в строительстве ирригационной системы (ООО «Овощная долина», «Горизонты» и «ЛукСар»). Так как площади картофеля в этих хозяйствах даже по проекту остаются незначительными (29, 2 и 18 га, соответственно), а рельеф почвы территории области достаточно ровный, для них подходит как круговой (класса Пивот (PIVOT)), так и капельный типы систем орошения.

Таблица 3. Результаты расчета оптимальных размеров площадей возделывания картофеля и прогнозируемых урожаев культуры в исследуемых организациях Саратовской области
Table 3. Results of calculating the optimal sizes of potato cultivation areas and predicted crop yields in the studied organizations of the Saratov region

Организации (направление развития)	Фактические показатели			Проектные показатели			Проектные показатели			
	Общая площадь возделывания сельскохозяйственных культур, га	Площадь возделывания картофеля, га	Урожайность картофеля, ц/га	Максимально возможная площадь возделывания картофеля (30% в севообороте), га	Площадь возделывания картофеля (оптимум), га	Прирост площадей возделывания картофеля, %	Материальные затраты на производство картофеля (в расчете на 1 га площади), тыс. руб.	Выход продукции на оптимальную площадь, ц	Прогнозируемая урожайность, ц/га	Выход продукции с оптимальной площади с учетом прогнозируемой урожайности, ц
ООО «ЛукСар» (сортосмена)	60	10	90	18	18	80	95	1620	337	6066
ООО «Агрия» (замена средств защиты растений)	158	40	258	47	47	18	511	12126	312	14664
ООО «Агрия» (сортосмена)	158	40	258	47	47	18	511	12126	337	15839
ООО «ПокровскАгроЛ» (сортосмена)	2148	100	190	644	176	76	333	33458	337	59312
ООО «Горизонты» (сортосмена)	7827	1	119	2348	2	100	374	238	337	674
ООО «Хозяин» (замена средств защиты растений)	239	25	250	72	40	60	175	10000	303	12120
ООО «Воскресенское» (замена средств защиты растений)	24357	140	500	7307	223	59	420	111500	605	134915
ООО «Овощная долина» (замена средств защиты растений)	98	22	355	29	29	32	758	10295	429	12441

Оптимальный размер площадей картофеля рассчитывался с учетом коэффициентов корреляции (0,76 для сортосмены и 0,59 для замены средств ЗАРА)

Источник: составлена и рассчитана авторами по данным [17]

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Таблица 4. Результаты расчета материальных затрат на покупку товарных семян картофеля сорта Гулливер (по данным за 2023 год)
 Table 4. Results of calculating material costs for the purchase of commercial potato seeds of the Gulliver variety (according to data for 2023)

Организация	Фактическая урожайность картофеля, ц/га	Урожайность сорта Гулливер, ц/га	Ориентировочная цена элитных семян сорта Гулливер на российском рынке, руб./кг	Площадь возделывания культуры, га	Норма посадки средних клубней на 1 га возделываемой площади, т/га	Материальные затраты на покупку семян в расчете на 1 га площади высеива картофеля, тыс. руб.	Материальные затраты на покупку семян предлагаемого сорта, тыс. руб.
ООО «Агрия»	258	До 413	200–225	47	2,5	499	23441
ООО «ПокровскАгроСервис»	190			176			87780
ООО «Горизонты»	119			2			998
ООО «ЛукСар»	90			18			8978

Источник: рассчитано по [17]

Результаты проведенного исследования показывают, что капитальные затраты на строительство ирригационной системы для предприятий ООО «Овощная долина», «Горизонты» и «ЛукСар» составят:

– при конструкции системы орошения кругового типа (PIVOT): без государственной поддержки – 4,4, 0,3 и 2,7 млн руб., соответственно, с учетом бюджетных субсидий – 2,2, 0,2 и 1,4 млн руб., соответственно;

– при организации капельного полива: без государственной поддержки – 7,7, 0,5 и 4,7 млн руб., соответ-

ственно, с учетом бюджетных субсидий – 3,9, 0,3 и 2,4 млн руб., соответственно.

Более высокие урожаи культуры, которые могут быть получены с учетом дополнительной площади его возделывания, требуют новый подход к организации хранения готовой продукции. По мнению производителей картофеля Саратовской области, продукт выгоднее хранить в собственных ангарах, а не в отдаленных специализированных складах и базах [23]. Исходя из этого, считаем, что данным предприятиям необходимо строи-

Таблица 5. Результаты расчета затрат по приобретение системы средств базовой защиты картофеля от компании BASF
 Table 5. Results of cost calculation for purchasing a system of basic potato protection products from BASF

Организации	Площадь возделывания культуры, га	Объемы высеива картофеля на заданную площадь, т	Затраты на обработку картофеля, тыс. руб.							Совокупные затраты на обработку почвы, тыс. руб.
			Препаратором Сигнум (альтернариоз)	Препаратором Серкадис (ризоктониоз)	Препаратором Акробат МЦ (фитофтороз)	Препаратором Орвего (фитофтороз)	Препаратором Полирям ДФ (фитофтороз, альтернариоз)	Баста (десикант)		
ООО «ПокровскАгроСервис»	176	440	1024	1650	2957	3105	4312	1012	14060	
ООО «Горизонты»	2	5	12	19	34	35	49	12	160	
ООО «ЛукСар»	18	45	105	169	302	318	441	104	1438	
ООО «Агрия»	47	119	276	444	796	836	1161	270	3784	
Препарат	Норма расхода	Цена препарата	Кратность обработки, раз	Стоимость препарата						
Сигнум	0,3	кг/га	9700	руб./кг	2	кг/га	2910	руб./га		
Серкадис	0,25	л/т	15000	руб./л	1	л/т	3750	руб./т		
Акробат МЦ	2,0	кг/га	2800	руб./кг	3	кг/га	5600	руб./га		
Орвего	1,0	л/га	4410	руб./л	4	л/га	4410	руб./га		
Полирям ДФ	2,5	кг/га	2450	руб./кг	4	кг/га	6125	руб./га		
Баста	2,5	л/га	1150	руб./л	2	л/га	2875	руб./га		

Источник: рассчитана по [22]

Норма высеива на 1 га площади средних клубней картофеля составляет 2,5 т/га

тельство на своей территории инновационных хранилищ (например, арочного типа), укомплектованных специальным оборудованием, поддерживающим оптимальный климат в помещении (МикроКлимат-2М) [24]. Подобные мероприятия могут осуществляться при поддержке государством. Так, с 2024 г. на федеральном уровне страны действуют проекты, в рамках которых предусмотрены компенсации (в размере 25%) капитальных затрат на сооружение подобных объектов [4].

Таблица 6 отражает результаты проведения экономической оценки реализации предлагаемых направлений развития картофелеводства на примере организаций исследуемой области.

Так, данные таблицы показывают, что материальные затраты на производство картофеля в совокупности в исследуемых хозяйствах области при осуществлении предлагаемой стратегии наращивания производственного потенциала (замена средств защиты растений в ООО «Агрия», «Хозянин», «Воскресенское», «Овощная долина», реализации сортосмены в ООО «ЛукСар», «ПокровскАгроЛ» и «Горизонты», организации новых систем хранения картофеля в данных предприятиях и орошения в ООО «Овощная долина», «ЛукСар» и «Горизонты») возрастают:

Таблица 6. Экономическая оценка реализации предлагаемых направлений развития подотрасли на примере исследуемых организаций Саратовской области
Table 6. Economic assessment of the implementation of the proposed directions for the development of the sub-sector using the example of the studied organizations of the Saratov region

	Материальные затраты на производство картофеля (фактические), тыс. руб., в т. ч.:						Материальные затраты на производство картофеля (проектные), тыс. руб., в т. ч.:						Уровень рентабельности (фактический), %	Уровень рентабельности (проектный), %
	Всего	Оплата труда и отчисления	Семена и посадочный материал	Средства защиты растений	Нефтепродукты	Прочие	Всего	Оплата труда и отчисления	Семена и посадочный материал	Средства защиты растений	Нефтепродукты	Прочие		
ООО «Агрия»*	24024	4501	8615	2487	1296	557	26350	4501	8615	3784	1567	1254	4,30	10,22
ООО «Агрия»**	24024	4501	8615	2487	1296	557	30629	4501	14065	2487	1693	1254	4,30	2,42
ООО «Агрия»***	24024	4501	8615	2487	1296	557	31926	4501	14065	3784	1693	1254	4,30	0,81
ООО «ПокровскАгроЛ»	58597	8575	15511	2499	7374	3772	103727	8575	52668	2499	13073	5864	8,29	16,19
ООО «Хозянин»	7000	304	1248	1075	197	2397	9920	304	1248	3195	239	3094	158,14	113,16
ООО «Воскресенское»	93740	13609	33499	10604	3084	4442	107190	13609	33499	17814	5375	15593	13,35	19,81
При орошении (дождевание)														
ООО «Овощная долина»	22300	603	4959	2310	2175	11999	24600	905	4959	2602	2629	12914	12,95	22,89
ООО «ЛукСар»	1705	270	234	616	257	72	8468	405	5387	616	964	608	-30,87	45,56
ООО «Горизонты»	748	522	64	2	80	26	2107	1044	599	2	227	101	-33,93	-26,07
При орошении (капельный полив)														
ООО «Овощная долина»	22300	603	4959	2310	2175	11999	25557	603	4959	2602	2629	13082	12,95	18,29
ООО «ЛукСар»	1705	270	234	616	257	72	9115	270	5387	616	964	713	-30,87	35,23
ООО «Горизонты»	748	522	64	2	80	26	1671	522	599	2	227	113	-33,93	-18,15
Итого (с учетом дождевания), млн руб.	208	28	64	20	14	23	282	29	107	31	24	39	-	-
Итого (с учетом капельного орошения), млн руб.	208	28	64	20	14	23	284	28	107	31	24	40	-	-

*если в ООО «Агрия» замещаются средства защиты растений; **если в ООО «Агрия» реализуется только сортосмена; ***если в ООО «Агрия» реализуется сортосмена и замещаются средства защиты растений

Источник: составлена и рассчитана по [17]

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Таблица 7. Результаты проведения экономической оценки эффективности предлагаемых направлений развития картофелеводства (на примере исследуемых организаций Саратовской области)
Table 7. Results of the economic assessment of the effectiveness of the proposed directions for the development of potato growing (using the example of the studied organizations of the Saratov region)

Организации	Прибыль в расчете на 1 ц картофеля, руб.		Материальные затраты в расчете на 1 ц картофеля, руб.		Уровень рентабельности подотрасли организаций, %	
	По проекту	Отклонение (+/-) проектного показателя от его фактического значения, руб.	По проекту	Отклонение (+/-) проектного показателя от его фактического значения, руб.	По проекту	Отклонение (+/-) проектного показателя от его фактического значения, п.п.*
ООО «Агрия»	184	102	1797	-184	10,22	5,92
ООО «ПокровскАгроСиб»	283	171	1749	-3	16,19	7,90
ООО «Воскресенское»	158	45	795	-46	19,81	6,46
При дождевании						
ООО «Овощная долина»	486	187	2123	-13	22,89	9,94
ООО «ЛукСар»	636	961	1396	344	45,56	76,43
При капельном орошении						
ООО «Овощная долина»	403	104	2206	69	18,29	5,34
ООО «ЛукСар»	529	854	1503	450	35,23	66,10
Итого по организациям (в т. ч. при дождевании)	-	-	-	-	17,39	7,81
Итого по организациям (в т. ч. при капельном орошении)	-	-	-	-	17,03	7,45

*фактический уровень рентабельности подотрасли в разрезе исследуемых хозяйств области составляет 9,58%
Источник: рассчитана авторами по [17]

- с учетом организации в ООО «Овощная долина», «ЛукСар» и «Горизонты» систем дождевания – на 74 млн руб. (или на 36%);

- с учетом организации в них же систем капельного орошения – на 76 млн руб. (или на 37%).

Результаты произведенных расчетов показывают, что для ООО «Агрия» целесообразна только замена средств защиты растений (табл. 6, строка 3, графы 14 и 15), что повысит материальные затраты предприятия на картофель на 2,3 млн руб. (или на 9,7%), а уровень рентабельности подотрасли – на 5,92 п.п. Применение новых фунгицидов при одновременном сортозамещении или же реализация сортосмены как отдельного мероприятия снижают эффективность картофелеводства данного хозяйства: в первом случае уровень рентабельности подотрасли падает на 3,5 п.п., во втором – на 1,2 п.п. Также следует отметить, что повышенные расходы на приобретение средств защиты растений нового поколения и строительство инновационных хранилищ в совокупности снизят результативность работы ООО «Хозяин» (уровень рентабельности картофелеводства падет на 45,0 п.п.), а предприятие ООО «Горизонты» при этом останется по-прежнему убыточным (табл. 6).

Таким образом, потенциальный рост площадей возделывания картофеля в комплексе с реализацией пред-

лагаемых мероприятий в перспективе повысит эффективность функционирования таких организаций области, как ООО «Агрия» (только при замене средств защиты растений), «ПокровскАгроСиб», «Воскресенское», «Овощная долина» и «ЛукСар». При этом наибольшую выгоду от сортосмены (при дождевании) получит ООО «ЛукСар» – затраты предприятия в расчете на 1 ц картофеля возрастут на 344 руб., а прибыль увеличится на 961 руб. (табл. 7).

Предложенный подход к развитию картофелеводства, позволяющий определиться оптимальные размеры посевных площадей картофеля и обосновать направления совершенствования деятельности товаропроизводителей на основе перспективных инноваций может быть применим органами управления федерального и местного уровней для принятия решений в части формировании концепций развития АПК, и адаптирован под специфику других подотраслей сферы сельского хозяйства.

В таблице 8 представлены результаты расчета капитальных и сопутствующих затрат на строительство арочных хранилищ [24] и систем орошения [25], а также сроков окупаемости предлагаемых проектов. Так, например, определено, что прибыль, которую могут получить исследуемые производители картофеля от реализации сортосмены или использования фунгицидов нового поколения, позволят окупить потенциальные расходы от 1-го до 3-х лет. Расчет площади

Таблица 8. Расчет сроков окупаемости строительства арочных хранилищ и ирригационных сооружений на примере исследуемых организаций Саратовской области
Table 8. Calculation of payback periods for the construction of arched storage facilities and irrigation structures using the example of the studied organizations of the Saratov region

Организации	Сооружение модульного хранилища для картофеля (укомплектованного оборудованием МикроКлимат-2М)					Сооружение ирригационной системы			Прибыль по проекту, тыс. руб.	Срок окупаемости проекта, (простой период), лет		
	Расчет капитальных затрат:		Капитальные затраты на сооружение объектов для хранения картофеля, тыс. руб.*	Амортизационные отчисления, тыс. руб. (10 лет)	Затраты на электроэнергию, тыс. руб.	Капитальные затраты, тыс. руб.*	Амортизационные отчисления, тыс. руб. (10 лет)	Затраты на электроэнергию, тыс. руб.				
Проектируемые показатели объемов производства картофеля, т	Площадь ангаря (секции) на планируемый объем производства картофеля, м ²	Количество единиц ангаров (или секций в ангаре), шт.										
ООО «Агрия»	1479	759	-	6974	697	61	-	-	-	2692	3	
ООО «ПокровскАгроСиб»	5931	759	3	20920	2092	182	-	-	-	61476	1	
ООО «Воскресенское»	13492	759	7	48813	4881	425	-	-	-	21328	3	
При дождевании												
ООО «Овощная долина»	1562	759	-	6974	697	61	2177	218	212	65	5807	2
ООО «ЛукСар»	562	437	-	4015	401	61	1351	135	132	40	3723	2
При капельном орошении												
ООО «Овощная долина»	1562	759	-	6974	697	61	3855	386	564	804	4604	3
ООО «ЛукСар»	562	437	-	4015	401	61	2393	239	350	499	2972	3

Капитальные затраты рассчитаны с учетом государственных компенсаций: до 25% на строительство хранилищ и до 50% на сооружение систем орошения;
Источник: рассчитано по [17, 24, 25, 26]

ангара (или его секции) был произведен с учетом нормы вместимости хранилищ [26], затраты на электроэнергию были получены в соответствии с методикой [27].

С учетом того, что значительный объем картофеля (свыше 50%) дают хозяйства населения, необходимо образование потребительской кооперации, в рамках которой можно предложить создание цехов и линий по первичной переработке клубнеплода с целью получения на выходе мытой и упакованной (в сетки и вакуум) продукции, реализуемой на рынки, в торговые сети, детские сады и школы. Развитию крупных производителей картофеля в перспективе может способствовать организация более глубокой переработки клубнеплода (например, в картофельные хлопья, крахмал, чипсы, замороженный фри) [28]. Создание подобных производств относится к рентабельным мероприятиям, позволит заместить иностранные аналоги с российского рынка, но потребует существенной поддержки со стороны государства.

Заключение

В статье предложен комплексный подход к развитию картофелеводства, включающий в себя формирование стратегии наращивания производства в регионах с

неразвитым картофелеводством. Подход основан на результатах исследования степени влияния отдельных элементов затрат на выход продукцией, позволяющих определить потенциально возможный оптимальный рост площадей исследуемой культуры, обосновать выбор приоритетных направлений совершенствования деятельности товаропроизводителей на основе приоритетных инноваций. Установлено, что изменению площадей возделывания картофеля могут способствовать в основном расходы, связанные с приобретением семян и посадочного материала, а также средств защиты растений. Реализация предлагаемых мероприятий по сортосмене и применению фунгицидов нового поколения позволит в перспективе увеличить площади возделывания культуры в Саратовской области на 90 га, а выход продукции повысить на 91,7 тыс. ц. При этом материальные затраты и прибыль в пяти исследуемых предприятиях (ООО «ЛукСар», «Овощная долина», «Агрия», «ПокровскАгроСиб», «Воскресенское») возрастут, в том числе: с учетом организации в ООО «ЛукСар» и «Овощная долина» системы дождевания – на 70,0 и 87,8 млн руб., соответственно, капельного орошения – на 71,6 и 86,1 млн руб., соответственно.

• Литература

1. Приказ Минсельхоза России «Об утверждении методики расчета значений отдельных показателей Федерального проекта «Развитие отраслей овощеводства и картофелеводства» от 4 апреля 2023 г. № 335 Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 [сайт]. КонсультантПлюс; [прочитировано: 20 февраля 2025]. Доступно: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minselhoza-Rossii-ot-04.04.2023-N-335/>
2. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 гг.» от 25.08.2017 № 996 (ред. от 30.09.2023 г. № 1614); [прочитировано: 1 марта 2025]. Доступно: <https://xn--m1aeig.xn--p1ai/sites/default/files/2024-02/pp-1614-ot-30.09.2023-1.pdf>
3. Постановление Правительства РФ «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации» от 14 мая 2021 г. № 731 (с изменениями и дополнениями) [сайт]. Гарант. Информационно-правовое обеспечение; [прочитировано: 1 марта 2025]. Доступно: <https://base.garant.ru/400773886/>
4. Федеральный проект Развитие овощеводства и картофелеводства с 01.01.2023 [сайт]. Официальный сайт администрации Сладковского сельского поселения Лабинского района; [опубликовано: 16 июня 2022; прочитировано: 20 февраля 2025]. Доступно: <https://sladkovskoesp.ru/archive/4517-federalnyj-proekt-razvitiye-ovoshchevodstva-i-kartofelevodstva-s-01-01-2023>
5. Федеральная служба государственной статистики [сайт]. Федеральная служба государственной статистики; [прочитировано: 15 апреля 2025]. Доступно: <https://rosstat.gov.ru/>
6. Левкина А.Ю., Переverзин Ю.Н. Анализ ситуации и потенциал развития отрасли картофелеводства в Саратовской области. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2014;(3(47)):220-223. <https://elibrary.ru/sjdtbt>
7. Лексина А.А. Исследование рационального функционирования и развития предприятий пищевой промышленности - потенциальных участников кластера масложирового подкомплекса региона. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2024;(7):54-62. <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2024-0-7-54-62> <https://elibrary.ru/muhbly>
8. Волохова М.А. Агрегированная модель рациональной загрузки перерабатывающих мощностей кластера масложирового подкомплекса. *АПК: экономика, управление*. 2024;(4):74-82. <https://doi.org/10.33305/244-74> <https://elibrary.ru/chverpn>
9. Волохова М.А. Методика выявления и оценки параметров кластера зернопродуктового подкомплекса в агломерационных микронах. *АПК: экономика, управление*. 2023;(6):62-72. <https://doi.org/10.33305/236-62> <https://elibrary.ru/gmmhg>
10. Брызгалина М.А., Брызгалин Т.В. Моделирование механизма реализации последующих поставок сырья в кластере масложировой специализации региона. *АПК: экономика, управление*. 2024;(11):63-71. <https://doi.org/10.33305/2411-63> <https://elibrary.ru/kbwmwk>
11. Лексина А.А., Брызгалина М.А. Модель механизма формирования и развития экспортно-ориентированного кластера зернопродуктового подкомплекса региона. *АПК: экономика, управление*. 2023;(9):92-106. <https://doi.org/10.33305/239-92> <https://elibrary.ru/sdocgk>
12. Анализ ситуации и потенциал развития картофелеводства в Саратовской области. *Картофельная система*. 2014;(2); [опубликовано: 15 марта 2024; прочитировано: 20 апреля 2025]. Доступно: <https://potatosystem.ru/analiz-situacii-i-potencial-razvitiya-kartofelevodstva-v-saratovskoj-oblasti/>
13. Виталия Бересток. Урожайность картофеля в разных зонах. [сайт]. АгроХХI. Агропромышленный портал; [прочитировано: 4 июля 2025]. Доступно: <https://www.agroxxi.ru/kartofel/kartofel-tehnologija-vozdelyvanja/urozhaistnost-kartofelja-v-raznyh-zonah.html>
14. Лексина А.А. Направления и методика оценки развития свекловодства на основе инновационных технологий. *АПК: экономика, управление*. 2025;(2):75-89. <https://doi.org/10.33305/252-75> <https://elibrary.ru/btotsd>
15. Размещение культуры в севообороте [сайт]. StudFiles. Файловый архив студентов; [прочитировано: 23 апреля 2025]. Доступно: <https://studfile.net/preview/9973986/page:2/>
16. Васильев А.Н. О показателях специализации регионов. *Проблемы современной экономики. Евразийский международный научно-аналитический журнал*. 2009;2(30); [прочитировано: 18 апреля 2025]. Доступно: <https://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=2559>
17. Министерство сельского хозяйства Саратовской области [сайт]. Министерство сельского хозяйства Саратовской области. Официальный портал; [прочитировано: 15 марта 2025]. Доступно: <https://www.minagro.saratov.gov.ru/>
18. Еськов И.Д., Теняева О.Л., Шаповалов А.Г. Защита картофеля от болезней при гребневой технологии возделывания в лесостепной зоне Поволжья. *Биосфера*. 2022;14(4):319-322. <https://doi.org/10.24855/biosfera.v14i4.696> https://elibrary.ru/jid_gd
19. Элементарно устойчивое к осадкам. *Картофель* 2024. Рекомендации по применению препаратов BASF для защиты картофеля в России; [прочитировано: 3 марта 2025]. Доступно: <https://vsesrz.ru/upload/iblock/225/s104412w02svheuqefhm21u7zf1ek1ir.pdf>
20. Новиков А.А., Родин К.А. Новые сорта картофеля для возделывания при орошении в Нижнем Поволжье. *Мелиорация и гидротехника*. 2024;14(3):155–164. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-3-155-164> <https://elibrary.ru/huzsyg>
21. Картофель Гулливер, суперэлита 2 кг [сайт]. Семена почтой. Интернет-Магазин Семян; [прочитировано: 25 марта 2025]. Доступно: [https://zakaz-semena.ru/kartofel-semennoj/kartofel-gulliver-supereleta-2-kg/](https://zakaz-semena.ru/kartofel-semennoj/kartofel-semennoj-kartofel-semennoj/kartofel-gulliver-supereleta-2-kg/)
22. Средства защиты растений [сайт]. MIR-AGR.BY; [прочитировано: 14 марта 2025]. Доступно: <https://mir-agro.by/sredstva-zashchity-rastenij/>
23. Саратовским фермерам нужны холодильники, чтобы заместить импортную картошку [сайт]. Бизнес-Вектор; [опубликовано: 15 июля 2015; прочитировано: 22 марта 2025]. Доступно: <https://www.business-vector.info/saratovskim-fermeram-nuzhnye-holodil/?ysclid=m7hbdj5yip953382972>
24. Коммерческое предложение на типовое модульное хранилище зерна и овощей укомплектованное оборудованием МикроКлимат-2М для создания микроклимата, изготовленное на мобильных комплексах системы строительства из стали УСМ (UBM®) компании «M.I.C. Industries, Inc.», США по ТУ 5282-001-45051897-02 [сайт]. Строительное управление № 16; [прочитировано: 21 февраля 2025]. Доступно: <https://su16.ru/nasha-produkcija/kommercheskoe-predlozhenie-na-tipovoe-modulnoe-hranilishhe-zerna-i-ovoshshej/>
25. Технологии высоких урожаев. Российские оросительные системы ОРСИС; [прочитировано: 21 февраля 2025]. Доступно: <https://informraduga.ru/sites/all/files/orsis.pdf?ysclid=m36zxq5bnrj574442467>
26. Система нормативных документов в агропромышленном комплексе Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. Нормы технологического проектирования предприятий по хранению и обработке картофеля промошвощной продукции. НТП-АПК 1.10.12.001-02. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Москва: 2002. [прочитировано: 2 апреля 2025]. Доступно: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/710/4294817608.pdf>
27. Сравнение вентиляторов для овощехранилища [сайт]. АгроВент; [прочитировано: 2 апреля 2025]. Доступно: <https://agrovent.ru/blog/poleznaya-informatsiya/sravnenie-ventilyatorov-dlya-ovoshchekhralishcha/>
28. Алена Белая. Готов к употреблению. Какая продукция переработки картофеля актуальна для рынка. *АгроИнвестор*. 2020;(5); [прочитировано: 2 апреля 2025]. Доступно: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/33647-gotov-k-uptrebleniyu-kakaya-produktiya-pererabotki-kartofelya-aktualna-dlya-rynska/>

• References (in Russ.)

1. Order of the Ministry of Agriculture of Russia "On approval of the methodology for calculating the values of individual indicators of the Federal Project "Development of vegetable and potato growing industries" dated April 4, 2023 No. 335 of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets, approved by Decree of the Government of the Russian Federation dated July 14, 2012 No. 717 [Internet]. ConsultantPlus. [date of access: February 20, 2025]. Available at: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minselhoza-Rossii-ot-04.04.2023-N-335/> (In Russ.)
2. Resolution of the Government of the Russian Federation "On approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2030" dated 08/25/2017 No.

- 996 (as amended on 09/30/2023 No. 1614) [Internet]. [date of access: March 1, 2025]. Available at: <https://xn--m1aeig.xn--p1ai/sites/default/files/2024-02/pp-1614-ot-30.09.2023-1.pdf> (In Russ.)
3. Resolution of the Government of the Russian Federation "On the State Program for the Effective Involvement of Agricultural Lands into Circulation and the Development of the Land Reclamation Complex of the Russian Federation" dated May 14, 2021 No. 731 (with amendments and additions) [Internet]. Garant. Information and legal support. [date of access: March 1, 2025]. Available at: <https://base.garant.ru/400773886/> (In Russ.)
4. Federal project Development of vegetable and potato growing from 01.01.2023 [Internet]. Official website of the administration of Sladkovskoye rural settlement of Labinsky district. [date of publication: June 16, 2022; date of access: February 20, 2025]. Available at: <https://sladkovskoesp.ru/archive/4517-federalnyj-proekt-razvitiye-ovoshchovedstva-i-kartofelevodstva-s-01-01-2023> (In Russ.)
5. Federal State Statistics Service [Internet]. Federal State Statistics Service. [date of access: April 15, 2025]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/> (In Russ.)
6. Levkina A.Yu., Pereverzin Yu.N. Analysis of the situation and development potential of the potato industry in the Saratov region. *News of the Orenburg State Agrarian University*. 2014;3 (47):220-223. (In Russ.) <https://elibrary.ru/sjdtbt>
7. Leksina A.A. Study of rational functioning and development of food industry enterprises - potential participants of the cluster of oil and fat subcomplex of the region. *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2024;(7):54-62. (In Russ.) <https://doi.org/10.31442/0235-2494-2024-0-7-54-62> <https://elibrary.ru/muhbyb>
8. Volohova M.A. Aggregated model of rational loading of processing capacities of the oil and fat subcomplex cluster. *AIC: economics, management*. 2024;(4):74-82. (In Russ.) <https://doi.org/10.33305/244-74> <https://elibrary.ru/chvepn>
9. Volohova M.A. Methodology for identifying and assessing the parameters of a grain product subcomplex cluster in agglomeration microzones. *AIC: economics, management*. 2023;(6):62-72. (In Russ.) <https://doi.org/10.33305/236-62> <https://elibrary.ru/gmmhghe>
10. Bryzgalina M.A., Bryzgalin T.V. Modeling the mechanism for implementing subsequent deliveries of raw materials in the cluster of oil and fat specialization of the region. *AIC: economics, management*. 2024;(11):63-71. (In Russ.) <https://doi.org/10.33305/2411-63> <https://elibrary.ru/kbumwk>
11. Leksina A.A., Bryzgalina M.A. Model of the mechanism of formation and development of an export-oriented cluster of the grain product subcomplex of the region. *AIC: economics, management*. 2023;(9):92-106. (In Russ.) <https://doi.org/10.33305/239-92> <https://elibrary.ru/sdocgk>
12. Analysis of the situation and potential for development of potato growing in the Saratov region. Potato system. 2014;(2). [date of publication: March 15, 2024; date of access: April 20, 2025]. Available at: <https://potatosystem.ru/analiz-situacii-i-potenzial-razvitiya-kartofelevodstva-v-saratovskoj-oblasti/> (In Russ.)
13. Vitalia Berestok. Potato yield in different zones. [Internet]. AgroXXI. Agro-industrial portal. [date of access: July 4, 2025]. Available at: <https://www.agroxxi.ru/kartofel/kartofel-tehnologija-vozdelyvaniya/urozhainost-kartofelja-v-raznyh-zonah.htm> (In Russ.)
14. Leksina A.A. Directions and methods for assessing the development of sugar beet growing based on innovative technologies. *AIC: economics, management*. 2025;(2):75-89. (In Russ.) <https://doi.org/10.33305/252-75> <https://elibrary.ru/btots>
15. Placement of crops in crop rotation [Internet]. StudFiles. Students' file archive. [date of access: April 23, 2025]. Available at: <https://studfile.net/preview/9973986/page:2/> (In Russ.)
16. Vasiliev A.N. On the indicators of regional specialization.
- Problems of modern economy. Eurasian international scientific and analytical journal*. 2009;2(30). [date of access: April 18, 2025]. Available at: <https://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=2559> (In Russ.)
17. Ministry of Agriculture of the Saratov Region [Internet]. Ministry of Agriculture of the Saratov Region. Official portal. [date of access: March 15, 2025]. Available at: <https://www.minagro.saratov.gov.ru/> (In Russ.)
18. Eskov I.D., Tenyaeva O.L., Shapovalov A.G. Protection of potatoes from diseases under ridge cultivation technology in the forest-steppe zone of the Volga region. *Biosphere*. 2022; 14(4):319-322. (In Russ.) <https://doi.org/10.24855/biosfera.v14i4.696> https://elibrary.ru/jid_gd
19. Elementary more resistant to precipitation. Potato 2024. Recommendations for the use of BASF preparations for the protection of potatoes in Russia. [date of access: March 3, 2025]. Available at: <https://vsesrz.ru/upload/iblock/225/s1044t2w02svheuqefhm21u7zf1ek1ir.pdf> (In Russ.)
20. Novikov A.A., Rodin K.A. New potato varieties for cultivation under irrigation in the Lower Volga region. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2024;14(3):155-164. (In Russ.) <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-3-155-164> <https://elibrary.ru/huzsyg>
21. Potato Gulliver, superelite 2 kg [Internet]. Seeds by mail. Online Seed Store. [date of access: March 25, 2025]. Available at: <https://zakaz-semena.ru/kartofel-semennoj/kartofel-semennoj-kartofel-semennoj/kartofel-gulliver-superelite-2-kg/> (In Russ.)
22. Plant protection products [Internet]. MIR-AGR.BY. [date of access: March 14, 2025]. Available at: <https://mir-agro.by/sredstva-zashchity-rastenij/> (In Russ.)
23. Saratov farmers need refrigerators to replace imported potatoes [Internet]. Business Vector. [date of publication: July 15, 2015; date of access: March 22, 2025]. Available at: <https://www.business-vector.info/saratovskim-fermeram-nuzhny-holodil/?ysclid=m7hbdj5yip953382972> (In Russ.)
24. Commercial offer for a standard modular grain and vegetable storage facility equipped with MicroClimate-2M equipment for creating a microclimate, manufactured on mobile complexes of the USM steel construction system (UBM®) M.I.C. Industries, Inc., USA, according to TU 5282-001-45051897-02 [Internet]. Construction Department No. 16. [date of access: February 21, 2025]. Available at: <https://su16.ru/nasha-produkcija/kommercheskoe-predlozhenie-na-tipovoe-modulnoe-hranilishche-zerna-i-ovoshhej/> (In Russ.)
25. High Yield Technologies. Russian ORSIS Irrigation Systems [date of access: February 21, 2025]. Available at: <https://informraduga.ru/sites/all/files/orsis.pdf?ysclid=m36zxq5nrj574442467> (In Russ.)
26. System of regulatory documents in the agro-industrial complex of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Standards of technological design of enterprises for storage and processing of potatoes and food products. NTP-APK 1.10.12.001-02. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Moscow: 2002. [date of access: April 2, 2025]. Available at: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/710/4294817608.pdf> (In Russ.)
27. Comparison of fans for vegetable storage [Internet]. Agrovent. [date of access: April 2, 2025]. Available at: <https://agrovent.ru/blog/poleznaya-informatsiya/sravnenie-ventilyatorov-dlya-ovoshchekhranilishcha/> (In Russ.)
28. Alena Belya. Ready to eat. What potato processing products are relevant for the market. Agroinvestor. 2020;(5). [date of access: April 2, 2025]. Available at: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/33647-gotov-k-upotrebleniyu-kakaya-produktsiya-pererabotki-kartofelya-aktualna-dlya-rynska/> (In Russ.)

Об авторах:

Майя Анатольевна Брызгалина – кандидат экон. наук, старший научный сотрудник ФИЦ СНЦ РАН, <https://orcid.org/0000-0001-5084-7304>, Scopus Author ID: 57215875976; Researcher ID: AAI-2224-2020, SPIN-код: 3203-8273, автор для переписки, bryzgalina.maiya@yandex.ru

Тимур Валерьевич Брызгалин – кандидат экон. наук, научный сотрудник ФИЦ СНЦ РАН, <https://orcid.org/0000-0002-3834-1949>, Scopus Author ID: 57215872761, Researcher ID: J-8030-2018, SPIN-код: ti-nov@mail.ru

About the Authors:

Maiya A. Bryzgalina – Cand. Sci. (Economics), Senior Researcher at the Federal Research Centre «Saratov Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences», <https://orcid.org/0000-0001-5084-7304>, Scopus Author ID: 57215875976; Researcher ID: AAI-2224-2020, SPIN-code: 3203-8273, Corresponding Author, bryzgalina.maiya@yandex.ru

Timur V. Bryzgalin – Cand. Sci. (Economics), Researcher at the Federal Research Centre «Saratov Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences», <https://orcid.org/0000-0002-3834-1949>, Scopus Author ID: 57215872761, Researcher ID: J-8030-2018, SPIN-code: ti-nov@mail.ru

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-140-144>
УДК: 635.21:573.6:581.192.7

М.И. Зайцева*, Ю.Н. Федорова,
Л.Н. Федорова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия»
182112, Россия, Псковская область,
г. Великие Луки, проспект Ленина, д.2

*Автор для переписки:
andrianova_88@mail.ru

Вклад авторов: Зайцева М.И.: изучение литературы, проведение исследований, анализ и интерпретация полученных данных, написание статьи и ее редактирование. Федорова Ю.Н.: научное руководство исследованием, разработка методологии исследования, редактирование, концептуализация, курирование данных. Федорова Л.Н.: участие в проведении исследований, курирование данных, редактирование рукописи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Для цитирования: Зайцева М.И., Федорова Ю.Н., Федорова Л.Н. Влияние регулятора роста растений Мивал-Агро в составе питательной среды на ускоренное развитие картофеля в культуре *in vitro*. Овощи России. 2025;(5):140-144.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-140-144>

Поступила в редакцию: 16.07.2025

Принята к печати: 25.09.2025

Опубликована: 28.10.2025

Margarita I. Zaytseva,
Yulia N. Fedorova, Larisa N. Fedorova

Authors' contribution: M.I. Zaytseva: conceived the review topics and involved in the bibliographic search, the conducting of the research, analysis and interpretation of the received data, writing a manuscript and its editing. Yu.N. Fedorova: scientific management of research, the development of the research methodology, editing of the manuscript, conceptualization, data curation. L.N. Fedorova: participation in research, creation of the manuscript, and its editing.

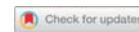
Conflict of interest. The authors declares that there is no conflict of interest.

For citation: Zaytseva M.I., Fedorova Yu.N., Fedorova L.N. The effect of plant growth regulator Mival-agro in the nutrient medium on the accelerated development of potatoes *in vitro*. Vegetable crops of Russia. 2025;(5):140-144. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-140-144>

Received: 16.07.2025

Accepted for publication: 25.09.2025

Published: 28.10.2025





Влияние регулятора роста растений Мивал-Агро в составе питательной среды на ускоренное развитие картофеля в культуре *in vitro*

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Получение высококачественного семенного картофеля отечественной селекции является ключевым аспектом успешного развития картофелеводства в России и преодоления зависимости от зарубежных сортов. Использование метода клonalного микроизменения позволяет значительно ускорить процесс производства высококачественного элитного посадочного материала. В настоящее время одним из ключевых факторов, способствующих повышению эффективности клonalного микроразмножения, является использование регуляторов роста, позволяющих контролировать морфогенетические процессы в культуре *in vitro*. Цель исследования: изучить влияние различных концентраций кремнийорганического регулятора роста растений Мивал-Агро на рост и развитие оздоровленных растений картофеля в культуре *in vitro*.

Материал и методика. Лабораторные исследования проводили на базе ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА в лаборатории микроплантажного размножения. Объектом исследований служили отечественные среднеспелые сорта картофеля Гусар, Аврора, Манифест, Сиреневый туман и Реал. Регулятор роста растений Мивал-Агро использовали в качестве одного из компонентов питательной среды Мурасиге-Скуга в концентрациях: 2,5 мл/л, 5,0 мл/л и 7,5 мл/л. Опыты были проведены в трехкратной повторности, в каждом варианте опыта изучалось по 60 пробирочных растений. Полученные в ходе эксперимента данные, обрабатывались методом дисперсионного анализа.

Результаты. Степень развития корневой системы является значимым фактором, определяющим успешность адаптации и последующего роста микрорастений в почвенном субстрате. В ходе исследования было установлено, что оптимальная концентрация препарата Мивал-Агро в составе питательной среды для стимуляции ризогенеза составляет 5 мл/л. На 21-е сутки культивирования количество корней у сорта Гусар достигало 10,5 шт., что выше стандарта на 4,2 шт., длина корней превысила контроль на 36,2 мм. У сорта Аврора, Сиреневый туман, Реал и Манифест количество корней составило 8,1 шт., 8,7 шт., 10,4 шт., 9,2 шт. Длина корней у вышеуказанных сортов превысила стандарт на 25,4 мм, 30,0 мм, 36,7 мм и 31,4 мм соответственно.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: картофель, микрорастения, питательная среда, фитогормоны, регуляторы роста, ризогенез

The effect of plant growth regulator Mival-agro in the nutrient medium on the accelerated development of potatoes *in vitro*

ABSTRACT

Relevance. Obtaining high-quality seed potatoes of domestic breeding is a key aspect of Russian potato growing successful development and overcoming dependence on foreign varieties. The use of the clonal micro-propagation method can significantly speed up the production process of high-quality elite seeds. Currently, one of the key factors enhancing the efficiency of clonal micropagation is the use of plant growth regulators that control morphogenetic processes in culture *in vitro*. The purpose of the study: to study the effect of various concentrations of the organosilicon plant growth regulator Mival-Agro on the growth and development of healthy potato microplants.

Material and methods. Laboratory studies were conducted in the laboratory of microclonal reproduction of Velikiye Luki State Agricultural Academy. The object of research was medium-ripened potato varieties Gusar, Aurora, Manifest, Sirenevyi Tuman and Real. The plant growth regulator Mival-Agro was used as one of the Murashige-Skuga nutrient medium components in concentrations of 2.5 ml/l, 5.0 ml/l and 7.5 ml/l. The experiments were repeated by three times, and 60 test tube plants were studied in each experiment. The data obtained during the experiment were processed by the method of variance analysis.

Results. The development level of the root system is a significant factor determining the successful adaptation and subsequent growth of microplants in soil substrate. During the study, it was found that the optimal concentration of Mival-Agro in the nutrient medium for stimulating rhizogenesis was 5 ml/l. By the 21st day of cultivation: the Gusar variety developed 10.5 roots per plant, exceeding the control by 4.2 roots, while root length surpassed the control by 36.2 mm. The Avrora, Sirenevyi Tuman, Real, and Manifest varieties developed 8.1, 8.7, 10.4, and 9.2 roots per plant. Root length in these varieties exceeded the control by 25.4 mm, 30.0 mm, 36.7 mm, and 31.4 mm, respectively.

KEYWORDS: potato, micro plants, nutrient medium, phytohormones, growth regulators, rhizogenesis

Введение

Основополагающим условием развития картофелеводства в России является получение высококачественного семенного материала преимущественно отечественной селекции. Использование альтернативных методов интенсификации производства, включая внесение удобрений, применение средств защиты растений и современной техники, не обеспечивает ожидаемой эффективности, если используется некачественный семенной фонд [1,2].

Поэтому основной задачей оригинального семеноводства картофеля является производство и быстрое размножение исходного материала высокого качества в объемах, необходимых для ведения элитного семеноводства [3,4].

Значительно ускорить процесс производства элиты и повысить ее качество [5,6] возможно благодаря использованию современных методов биотехнологии, в частности, метода клонального микроразмножения [7,8].

Основными показателями эффективности метода клонального микроразмножения являются процессы ризогенеза и морфогенеза [9,10]. Число сформированных корней влияет на способность растений приживаться в открытом грунте [11]. А чем выше выход междуузлий, тем больше микрорастений будет получено при черенковании в процессе ускоренного размножения [12,13].

В настоящее время одним из ключевых факторов, способствующих повышению эффективности клонального микроразмножения, является использование регуляторов роста, позволяющих контролировать морфогенетические процессы в культуре *in vitro* [14,15].

Фитогормоны из группы ауксинов и их синтетические аналоги влияют на растяжение, деление и дифференциацию клеток [16]. Выраженное стимулирующее действие ауксины оказывают на процесс корнеобразования. При этом избыточная концентрация ауксинов ингибирует развитие корней и побегов [17,18].

Мивал-агро – это кемнийорганический регулятор роста растений, в состав которого входят два биологически активных соединения: 1-хлормтилсилатран (мивал) и триэтаноламмониевая соль ортокрезоксусной кислоты (крезацин). Некоторые авторы сравнивают проявление активности входящего в состав препарата крезацина с действием ауксинов и гиббереллинов [19].

В данном исследовании в искусственную питательную среду для выращивания на ней безвирусных растений картофеля в условиях *in vitro* добавляли Мивал-Агро в различных концентрациях, и определяли наиболее оптимальную дозировку с целью активизации развития корневой системы и увеличения коэффициента размножения.

Цель исследования: изучить влияние различных концентраций регулятора роста растений Мивал-Агро на рост и развитие оздоровленных растений картофеля в культуре *in vitro*.

Задачи исследования:

1. Выявить оптимальную концентрацию регулятора роста растений Мивал-Агро в питательной среде для клонального микроразмножения с целью увеличения объемов производства картофеля в культуре *in vitro*.

2. Изучить влияние Мивал-Агро на процессы ризогенеза микрорастений картофеля в условиях *in vitro*.

Объекты и методы исследования

Лабораторные исследования были проведены в 2019–2021 годах на базе ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА в лабо-

ратории микроклонального размножения по «Методическим рекомендациям по оздоровлению и ускоренному размножению семенного картофеля» (1985).

Объектом исследований служили отечественные среднеспелые сорта картофеля Гусар, Аврора, Манифест, Сиреневый туман и Реал. Для ускорения роста растений-регенерантов и увеличения коэффициента размножения в качестве одного из компонентов стандартной питательной среды Мурасиге-Скуга использовали регулятор роста растений Мивал-Агро в следующих концентрациях: 2,5 мл/л, 5,0 мл/л и 7,5 мл/л. Опыты были проведены в трехкратной повторности, в каждом варианте опыта изучалось по 60 пробирочных растений. Полученные в ходе эксперимента данные, обрабатывались дисперсионным методом согласно методике [20].

Этиолированные ростки получали с пророщенных в темноте клубней картофеля, затем проводили их стерилизацию и диагностику на наличие вирусов. Выделение апикальных меристем и их перенос в пробирки с питательной средой проводили в условиях стерильного ламинар-бокса.

Регенерированные из меристемной ткани микрорастения черенковали и высаживали в пробирки с питательной средой на глубину междуузлия. В исследованиях использовали питательную среду Мурасиге-Скуга (MS).

Учет биометрических данных: измерение высоты растений и длины корней, подсчет числа междуузлий и количества корней проводили на 7, 14 и 21 сутки после посадки микрорастений. Для определения зараженности вирусами применяли метод ИХА и ИФА [21,22]. Для этого использовали верхнюю часть микрорастений.

Результаты и их обсуждение

Результаты исследований влияния Мивал-Агро на процесс ризогенеза растений картофеля в условиях *in vitro* приведены в таблице 1. Согласно полученным данным у сорта Аврора на 7, 14 и 21 дни культивирования положительное влияние на число и длину корней оказала питательная среда MS + Мивал-Агро 5,0 мл (MS + MA 5,0). На 21-й день число корней равнялось 6-11 шт. и превышало стандарт на 29%, а длина корней составила 58-75 мм, что больше стандартного значения на 57%.

У сорта Гусар максимальные значения количества и длины корней были получены также в варианте MS + MA 5,0. На 21-й день число корней составило 7-13 шт., что на 67% больше стандарта. Длина корней равнялась 84-109 мм и превысила стандартное значение на 58%.

Наибольшее число и длина корней у сорта Сиреневый туман были получены на 7, 14 и 21 дни пассажа на питательной среде MS + MA 5,0. На 21 день культивирования у данного сорта сформировалось 6-12 шт. корней, больше стандарта на 55,3%. Длина корней превысила контроль на 53%.

По числу и длине корней максимальная прибавка относительно контроля была отмечена у сорта Реал также на питательной среде MS + MA 5,0. На 21-й день культивирования число корней равнялось 7-14 шт., что на 82% больше стандарта. Длина корней составила 91-106 см и превысила контроль на 61%.

У сорта Манифест положительное действие на процесс ризогенеза оказала питательная среда MS + MA 5,0. Число корней на 21-й день равнялось 8-12 шт., а длина корней составила 74-89 мм.

Таким образом, по всем изучаемым сортам картофеля, на 7, 14 и 21 день пассажа положительное влияние на про-

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Таблица 1. Динамика развития корневой системы микрорастений картофеля под действием различных концентраций регулятора роста растений Мивал-Агро
Table 1. Dynamics of potato microplants root system development under the influence of various concentrations of plant growth regulator Mival-Agro

Сорт	Среда	Число корней, шт.			Длина корней, мм			± St на 21-е сутки	
		7-е сутки	14-е сутки	21-е сутки	7-е сутки	14-е сутки	21-е сутки	Число корней, %	Длина корней, %
Аврора	MS	1-2	2-5	4-8	9-18	17-32	29-54	-	-
	MS + MA 2,5	1-2	2-6	5-9	18-28	20-48	33-61	+ 13	+ 10
	MS + MA 5,0	1-3	3-7	6-11	29-40	39-52	58-75	+ 29	+ 57
	MS + MA 7,5	1-2	2-6	3-8	10-14	17-23	21-30	- 5	- 42
Гусар	MS	1-2	2-5	3-9	20-29	25-40	50-75	-	-
	MS + MA 2,5	2-3	5-8	4-10	33-42	44-61	63-87	+ 24	+ 22
	MS + MA 5,0	3-4	8-11	7-13	45-54	67-82	84-109	+ 67	+ 58
	MS + MA 7,5	1-2	2-3	3-8	12-24	15-30	20-45	- 8	- 52
Сиреневый туман	MS	1-2	2-4	4-7	18-25	32-40	57-68	-	-
	MS + MA 2,5	1-3	4-7	6-10	27-35	49-57	67-76	+ 45	+ 26
	MS + MA 5,0	2-4	4-8	6-12	39-47	70-82	80-95	+ 55	+ 53
	MS + MA 7,5	1-3	2-4	4-7	18-23	26-34	33-37	+ 2	- 43
Реал	MS	1-2	2-3	2-6	22-27	29-37	53-64	-	-
	MS + MA 2,5	2-3	5-7	5-9	34-43	50-58	73-82	+ 38	+ 32
	MS + MA 5,0	3-4	6-9	7-14	57-65	77-87	91-106	+ 82	+ 60
	MS + MA 7,5	1-2	2-4	4-6	16-21	23-30	31-35	- 2	- 47
Манифест	MS	1-2	2-3	4-6	19-24	27-34	47-58	-	-
	MS + MA 2,5	2-4	4-7	7-9	24-33	38-46	58-67	+ 40	+ 30
	MS + MA 5,0	2-5	4-7	8-12	38-46	58-68	74-89	+ 67	+ 62
	MS + MA 7,5	1-2	2-3	4-7	17-22	23-3	30-34	+ 2	- 36
HCP₀₅ для сорта			1,6			12,1			
HCP₀₅ для среды			1,4			10,8			

Применение Мивал-Агро в концентрации 2,5 мл/л оказало положительное влияние на ризогенез микрорастений всех изучаемых сортов, но в меньшей степени, чем в концентрации 5 мл/л. На 21-е сутки у сорта Аврора в варианте MS + MA 2,5 сформировалось 5-9 шт., корней, что больше стандарта на 13 %, при этом длина корней составляла 33-61 мм и превысила стандарт на 10 %. У сортов Гусар, Сиреневый туман, Реал и Манифест превышение стандарта по числу корней составило 24%, 45%, 38% и 40% соответственно. Длина корней у перечисленных сортов превысила стандартные показатели на 21-35 %.

Процесс корнеобразования оказала питательная среда MS + Мивал-Агро 5,0 мл/л. На контроле на 21-й день культивирования у всех изучаемых сортов сформировалось в среднем 3-9 шт. корней, а в варианте с применением 5,0 мл/л Мивал-Агро – 6-14 шт. По длине отклонение от стандарта составляло +57...+63 %.

Наибольшая концентрация препарата Мивал-Агро (7,5 мл/л) в составе питательной среды отрицательно повлияла на ризогенез микрорастений по всем изучаемым сортам, что говорит о том, что избыточная концентрация ауксинов подавляет развитие корней. При культивировании микрорастений на питательной среде MS + MA 7,5 количество кор-

ней соответствовало стандарту, а длина корней была ниже контроля на 42% (сорт Аврора), 52% (сорт Гусар), 43 % (сорт Сиреневый туман), 47% (Реал), 35% (сорт Манифест).

С целью определения влияния на ризогенез растений картофеля в культуре *in vitro* состава питательной среды, содержащей регулятор роста растений Мивал-Агро использовали метод планирования экспериментов второго порядка.

За факторы воздействия принимали: x – состав питательной среды, y – число дней культивирования. В качестве критерия оптимизации процесса ризогенеза выбирали Q - число корней, шт.

Математический анализ экспериментальных данных поз-

Таблица 2. Уравнения регрессии зависимости числа корней микрорастений картофеля от концентрации регулятора роста растений Мивал-Агро в составе питательной среды и дней пассажа
Table 2. Regression equations of the potato microplants roots number dependence on the concentration of the plant growth regulator Mival-Agro in the nutrient medium and the days of cultivation

Сорт	Вид уравнения
Аврора	$Q = -4776,5455 + 92,149*x + 0,821*y - 0,4444*x*x - 0,0069*x*y + 0,01*y^2$
Гусар	$Q = -16458,2421 + 317,9902*x + 0,075*y - 1,5358*x*x - 0,003*x*y - 4,2517E-5*y^2$
Манифест	$Q = -15095,5122 + 291,7844*x - 0,5951*y - 1,4097*x*x + 0,007*x*y + 0,0073*y^2$
Реал	$Q = -17087,4709 + 330,1059*x + 0,2168*y - 1,5942*x*x - 0,0016*x*y - 0,0002*y^2$
Сиреневый туман	$Q = -13181,9379 + 254,7402*x - 0,1892*y - 1,2306*x*x + 0,0041*x*y + 0,0045*y^2$

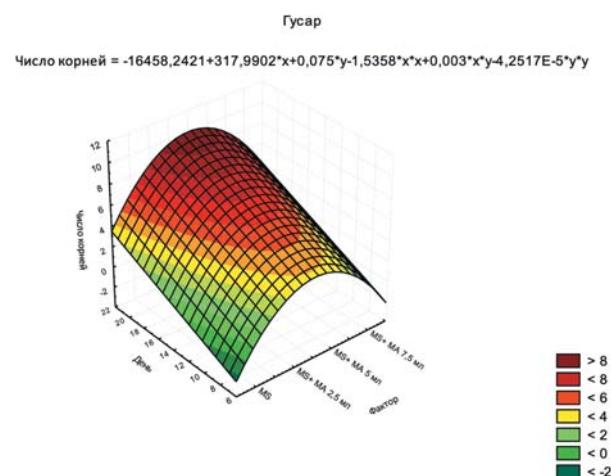


Рис. 1. Зависимость числа корней сорта Гусар от концентрации регулятора роста Мивал-Агро и дней культивирования.
Fig. 1. The dependence of Gusal variety roots number on the concentration of the growth regulator Mival-Agro and the days of cultivation.

Таблица 3. Уравнения регрессии зависимости длины корней микрорастений картофеля от концентрации регулятора роста растений Мивал-Агро в составе питательной среды и дней пассажа
Table 3. Regression equations of the potato microplants roots length dependence on the concentration of the plant growth regulator Mival-Agro in the nutrient medium and the days of cultivation

Сорт	Вид уравнения
Аврора	$L = -1,8248E5+2687,3457*x+45,5579*y-15,4269*x*x-0,4238*x*y+0,0059*y*y$
Гусар	$L = -1,8199E5+3513,6804*x+51,4997*y-16,9561*x*x-0,4866*x*y+0,0495*y*y$
Манифест	$L = -1,3244E5+2556,6189*x+34,5971*y-12,335*x*x-0,3174*x*y+0,0142*y*y$
Реал	$L = -1,8885E5+3645,4487*x+55,6606*y-17,5878*x*x-0,5256*x*y+0,0417*y*y$
Сиреневый туман	$L = -1,4355E5+2270,672*x+46,5539*y-13,3662*x*x-0,4275*x*y+0,0020*y*y$

волил получить основные уравнения регрессии для оценки зависимости числа корней Q у исследуемых сортов картофеля от состава питательной среды, которые представлены в табл. 2.

Анализ математических уравнений показал, что количество корней зависит от состава питательной среды и от длительности культивирования.

На рисунке 1 изображена поверхность отклика для обра- зовавшихся корней у картофеля сорта Манифест. Исследование этой зависимости позволило установить, что число корней увеличивается по мере продления срока *in vitro* культивирования. Чем дольше длится процесс, тем интенсивнее развивается корневая система. Кроме того, концентрация препарата Мивал-Агро также достоверно влияет на ризогенез микрорастений.

Число корней у сорта Гусар возрастает с увеличением продолжительности культивирования растений картофеля *in vitro* и зависит от состава питательной среды. Мивал-Агрон в концентрации 5 мл/л оказывает достоверное влияние: число корней у всех изучаемых сортов картофеля. Наибольшее число корней сформировалось на 21-й день культивирования на питательной среде MS + MA 5,0. С увеличением концентрации регулятора роста в составе питательной среды число корней снижается и до значений существенно ниже стандартных.

Для оценки влияния состава питательной среды с содержанием регулятора роста растений Мивал-Агро на длину корней растений картофеля использовали метод планирования экспериментов второго порядка. За факторы воздействия

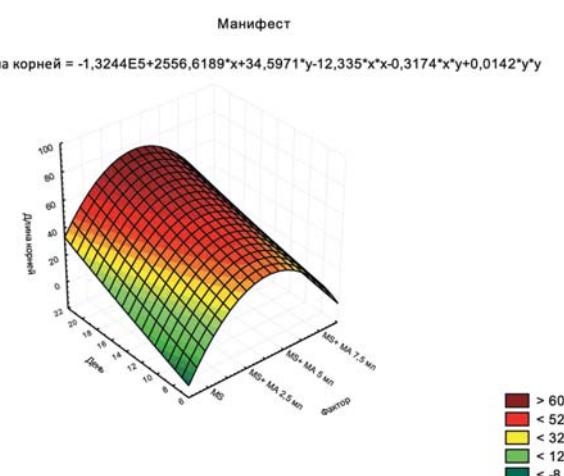


Рис. 2. Зависимость длины корней микрорастений картофеля сорта Манифест от концентрации препарата Мивал-Агро и продолжительности культивирования *in vitro*
Fig. 2. The dependence of the Manifest potato microplants root length on the concentration of the growth regulator Mival-Agro and the days of cultivation.

ствия принимали: x – состав питательной среды, y – время выращивания. В качестве критерия оптимизации процесса ризогенеза выбирали L - длину корней, см.

Полученные уравнения свидетельствуют, что длина корней L находится в прямой зависимости от продолжительности культивирования и концентрации препарата Мивал-Агро.

Поверхность отклика на рисунке 2 отображает прямую зависимость длины корней от количества дней культивирования *in vitro*. Концентрация препарата Мивал-Агро также оказывает достоверное влияние на ризогенез микrorастений. У сорта Манифест наибольшая длина корней сформировалась к 21-му дню пассажа в варианте MS + MA 5 мл и составила 81.8 мм, что превышает контроль на 31.4 мм.

Заключение

Развитая корневая система имеет ключевое значение для успешной адаптации и последующего роста пророщенных растений в условиях *in vivo*. Согласно результатам исследования, оптимальная концентрация Мивал-Агро в питательной среде для развития корневой системы микрорастений составляет 5 мл/л. На 21-й день культивирования изучаемые сорта картофеля сформировали 8,1-10,5 шт. корней (в стандартном варианте 5,5-7,3 шт.). Длина корневой системы составляла 70,1-98,7 мм, что превышает стандарт на 25,5-36,7 мм.

Концентрация препарата Мивал-Агро 7,5 мл/л подавляла развитие корневой системы у всех исследуемых сортов картофеля.

• Литература

1. Buckseth T., Kumar V., Sharma A. C., Anil & Singh, Choondhary A.K. Chronological outlook on the advancement in seed potato production technologies. *Indian Journal of Agronomy*. 2023;(68):231-240.
2. Navarrete I., Parra-Rondinel F., Scurrah M., Bonifacio A., Andrade-Piedra J.I. Recent developments for robust potato seed systems through agrobiodiversity and farmers engagement in the Andes. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2024;(69):101454. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2024.101454>.
3. Gu J., Evers J.B., Driever S.M., Shan K., Struik P.C. Branching response to stem density and its impact on yield in hybrid potato grown from true seeds and seedling tubers. *Field Crops Research*. 2024;(317):109548. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109548>
4. Lal P., Tiwari R.K., Behera B., Yadav M.R., Sharma E., Altaf M.A., Jena R., Ahmad A., Dey A., Kumar A., Singh S., Lal M.K., Kumar R. Exploring potato seed research: a bibliometric approach towards sustainable food security. *Front. Sustain. Food Syst.* 2023;(7):1229272. <http://dx.doi.org/10.3389/fsufs.2023.1229272>
5. Лебедева Н.В. Ускоренное размножение ранних сортов картофеля в условиях *in vitro* и его использование в семеноводстве Северо-Запада РФ. Великие Луки, 2015. 188 с.
6. Ходаева В.П., Куликова В.И. Продуктивность оригинального семенного материала в зависимости от способов размножения оздоровленного картофеля. *Достижения науки и техники АПК*. 2009;(9):18-19. <https://www.elibrary.ru/megjrl>
7. Boubaker H, Saadaoui W, Dasgan HY, Tarchoun N, Gruda NS. Enhancing Seed Potato Production from *In Vitro* Plantlets and Microtubers through Biofertilizer Application: Investigating Effects on Plant Growth, Tuber Yield, Size, and Quality. *Agronomy*. 2023;13(10):2541. <https://doi.org/10.3390/agronomy13102541>
8. Мякишева Е.П., Тавартиладзе О.К., Дурниkin Д.А. Новые особенности процесса клonalного микроразмножения сорта картофеля селекции Западной Сибири. *Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета им. Богдана Хмельницкого*. 2016;(1):375-389. <https://www.elibrary.ru/wjavij>
9. Федорова Л.Н., Федорова Ю.Н. Оптимальная питательная среда для микроразмножения картофеля. *Картофель и овощи*. 2009;(5):30. <https://www.elibrary.ru/lluxoz>
10. Kacheyo O.C., Schneider H.M., Vries M.E., Struik P.C. Shoot Growth Parameters of Potato Seedlings are Determined by Light and Temperature Conditions. *Potato Research*. 2024;(67):1159–1186. <https://doi.org/10.1007/s11540-023-09681-1>.
11. Pieter Wauters P., Hutchings J., Munguti F., Borus D., Nyawade S., Atieno E.O., Sharma K., Parker M.L. Can rooted apical cuttings complement seed systems to improve availability of quality seed potato in Africa? The case of Kenya. *Crop Science*. 2023;(64):1294-1310. <https://doi.org/10.1002/csc2.21034>
12. Замалиева Ф.Ф. Семеноводство картофеля на оздоровленной основе. *Защита и карантин растений*. 2007;(2):18-20. <https://www.elibrary.ru/hylvct>
13. Лукина Ф.А., Платонова А.З. Изучение влияния различных способов черенкования на рост и развитие растений картофеля в зависимости от сортовых особенностей. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2019;2(368):65-68. <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2019-12031> <https://www.elibrary.ru/duljfj>
14. Amanpreet S., Aulakh C. S., Sidhu A. S. Increasing the seed production efficiency of autumn potato with plant growth regulators. *Crop Science*. 2024;(64):21194. <https://doi.org/10.1002/csc2.21194>
15. Meksy Dianawati M., Haryati Y., Hamdani K.K. Various Modified Treatments on Improving G0 Seed Multiplication in Potato. *E3S Web of Conferences*. 2023;(444):04015. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404015>
16. Syarif Husen S., Purnomo A.E., Wedyan M.A., Susilowati E., and Nurfitriani R. Optimization of Potato Cuttings of Granola Kembang Cultivars with the Application of Auxin and Paclobutrazol for Tuber Production. *BIO Web of Conferences*. 2024;(104):00045. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410400045>
17. Encyclopedia of Plant Physiology / series editor: A. Pirson, M. H. Zimmermann. – Berlin; Heidelberg; New York; Tokyo, 1985. Volume 18. 522 p. ISBN: 978-3-642-70101-6.
18. Тимофеева О.А., Невмержицкая Ю.Ю. Клональное микроразмножение растений. Казань: Казанский университет, 2012. 56 с.
19. Воронков М.Г., Барышок В.П. Силатраны в медицине и сельском хозяйстве. Новосибирск: Издательство Сибирского отделения Российской академии наук, 2005. 257 с. ISBN 5-7692-0728-0.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. Москва: Альянс, 2011. – 351 с. – ISBN 978-5-903034-96-3.
21. Инструкция по применению иммуноферментного диагностического набора для определения вирусов картофеля. ФГБНУ ВНИИКХ: Коренево, 2016. 8 с.
22. Симаков Е.А. Методические рекомендации по технологии оздоровления сортов картофеля. Москва: ВНИИКХ Россельхозакад., 2008. 30 с.

• References (in Russ.)

5. Lebedeva N.V. Accelerated reproduction of early potato varieties *in vitro* and its use in seed production in the North-West of the Russian Federation: 06.01.05 – Breeding and seed production of agricultural plants. Velikiye Luki, 2015. 188 p. (In Russ.)
6. Khodaeva V.P., Kulikova V.I. Productivity of the original seed material depending on the methods of propagation of healthy potatoes. *Achievements of science and technology of the agroindustrial complex*. 2009;(9):18-19. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/megjrl>
8. Myakisheva E.P., Tavartkiladze O.K., Durnikin D.A. New features of the process of clonal micropagation of potato varieties of Western Siberia. *Biological bulletin of Bogdan Chmelniitskiy Melitopol state pedagogical university*. 2016;(1):375-389. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/wjavij>
9. Fedorova L.N., Fedorova Yu.N. Optimal nutrient medium for potato micro-propagation. *Fedorova Potato and vegetables*. 2009;(5):30. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/lluxoz>
12. Zamalieva F.F. Potato seed production on a health-improving basis. *Plant protection and quarantine*. 2007;(2):18-20. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/hylvct>
13. Lukina F.A., Platonova A.Z. Study of the influence of various methods of cuttings on the growth and development of potato plants, depending on varietal characteristics. *International Agricultural Journal*. 2019;2(368):65-68. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2019-12031> <https://www.elibrary.ru/duljfj>
18. Timofeeva O.A., Nevmerzhitskaya Yu.Yu. Clonal micropagation of plants: an educational and methodical manual. Kazan: Kazan University, 2012. 56 p. (In Russ.)
19. Voronkov M.G., Baryshok V.P. Silatrans in medicine and agriculture. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2005. 257 p. ISBN 5-7692-0728-0. (In Russ.)
20. Dospekhov B.A. Methodology of field experience: (with the basics of statistical processing of research results). 6th ed., ster., reprinted from the 5th ed., 1985. Moscow: Alliance, 2011. 351 p. ISBN 978-5-903034-96-3. (In Russ.)
21. Instructions for the use of an enzyme immunoassay for the detection of potato viruses. Korenevo. 2016. 8 p. (In Russ.)
22. Simakov E.A. Methodological recommendations on the technology of potato variety improvement. M., 2008. 30 p. (In Russ.)

Об авторах:

Маргарита Игоревна Зайцева – аспирант, автор для переписки, andrianova_88@mail.ru

Юлия Николаевна Федорова – доктор с.-х. наук, профессор, ректор, SPIN-код: 6467-3149

Лариса Николаевна Федорова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаб.

микроплантажного размножения растений, SPIN-код: 8953-4856

About the Authors:

Margarita I. Zaytseva – Postgraduate Student of Chemistry, Agrochemistry and Agroecology Department, Corresponding Author, andrianova_88@mail.ru

Yulia N. Fedorova – Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Rector, SPIN-code: 6467-3149

Larisa N. Fedorova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Laboratory of microclonal plant propagation, SPIN-code: 8953-4856

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-145-153>
УДК: 633.16-02(470.31)

А.Г. Маренкова^{1*}, А.А. Кудрявцев¹,
Е.А. Вертикова¹, С.С. Баженова¹

¹ФГБОУ ВО РГАУ –
МСХА имени К.А. Тимирязева
127434, Россия, г. Москва,
ул. Тимирязевская, 49

*Автор для переписки: lina.marko@mail.ru

Финансирование. Работа выполнена в рамках задания по заказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (№ 124 111 200 132-6).

Вклад авторов: А.Г. Маренкова, А.А. Кудрявцев: проведение исследований, сбор, анализ и интерпретация данных, написание и редактирование рукописи. С.С. Баженова, Е.А. Вертикова: окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Авторы выражают благодарность профессору, д.б.н. Рубец В.С. за ценные советы при планировании исследования и отделу зерновых культур ФГБУ «Госсорткомиссия» за предоставленные для исследования материалы.

Для цитирования: Маренкова А.Г., Кудрявцев А.А., Вертикова Е.А., Баженова С.С. Выделение сортов ярового ячменя по степени проявления качественных морфологических признаков по годам в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны. *Овощи России*. 2025;(5):145-153. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-145-153>

Поступила в редакцию: 21.04.2025

Принята к печати: 19.09.2025

Опубликована: 28.10.2025

Alina G. Marenkova^{1*},
Alexander A. Kudryavtsev¹,
Elena A. Vertikova¹, Svetlana S. Bazhenova¹

¹Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy
(RSAU-MTAA)
49, Timiryazevskaya st.,
Moscow, Russia, 127434

*Corresponding Author: lina.marko@mail.ru

Funding. The work was carried out by order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation (No. 124 111 200 132-6).

Authors Contribution: А.Г. Маренкова, А.А. Кудрявцев: conducting research, collecting, analyzing and interpreting data, writing and editing the manuscript. С.С. Баженова, Е.А. Вертикова: final approval of the version of the article for publication.

Acknowledgments: The authors express their gratitude to Professor, Doctor of Biological Sciences V.S. Rubets for valuable advice in planning the study and to the Department of Grain Crops of the Federal State Budgetary Institution "State Commission for Variety Testing" for the materials provided for the study.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

For citation: Маренкова А.Г., Кудрявцев А.А., Вертикова Е.А., Баженова С.С. Идентификация сортов ярового ячменя по степени проявления качественных морфологических признаков по годам в условиях Центрального района Нечерноземной зоны. *Овощи России*. 2025;(5):145-153. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-5-145-153>

Received: 21.04.2025

Accepted for publication: 19.09.2025

Published: 28.10.2025



Выделение сортов ярового ячменя по степени проявления качественных морфологических признаков по годам в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Защита прав интеллектуальной собственности на селекционные достижения имеет важное значение для поддержания селекции. Многие страны стремятся создать коллекции сортов-эталонов отечественной селекции. Цель нашего исследования: оценка коллекции ярового ячменя по качественным морфологическим признакам (тип куста, антоциановая окраска ушек флагового листа, кончиков ости, нервов наружной цветковой чешуи, положение колоса и флагового листа, опушение влагалища нижних листьев, восковой налёт влагалища флагового листа) и выявление сортов со стабильными проявлениями признаков в качестве кандидатов в сорта-эталоны отечественной коллекции.

Методы и материалы. Исследование проводили в 2022-2024 годах в условиях ЦРНЗ на 66 сортах ярового ячменя. Учёт признаков – согласно Методике проведения испытаний на охраноспособность.

Результаты. Выделены сорта, которые могут служить кандидатами в эталоны: 1601 410 2Ц, Анна, Благодар, Буян, Быйан, Владимир, Гетьман, Грис, Гранал 32, Дина, Зевс, КВС Ирина, КВС Джесси, Корнет стойкий, Красноярзужский 6, Медикум 157, Одесский 22, Поволжский 49, Эльф, Надёжный. Среди них сорта с уникальным проявлением градаций признаков: Быйан и Буян, КВС Джесси, Одесский 22, Анна, Грис, Эльф, Медикум 157, Надёжный. Не обнаружено градаций по признаку «восковой налёт на влагалище флагового листа». Не обнаружено сортов с проявлением градаций признаков: прямостоячий, полустелющийся, стелющийся тип куста; наличие опушения листовых влагалищ нижних листьев; очень сильная антоциановая окраска ушек; отогнутый флаговый лист; очень сильная антоциановая окраска кончиков ости; полуотогнутое и поникшее положение колоса; очень сильная антоциановая окраска нервов наружной цветковой чешуи.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:
ячмень, отличимость, охраноспособность, сорта-эталоны, морфологические признаки

Identification of spring barley varieties according to the degree of manifestation of qualitative morphological features by year in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone

ABSTRACT

Relevance. Protection of intellectual property rights for selection achievements is important for maintaining selection. To obtain the right, a variety must meet the criteria of distinctiveness, uniformity, and stability. In this case, new varieties are compared by morphological characteristics with standard varieties, varieties with a clearly expressed manifestation of the characteristics by which the assessment is carried out. Many countries strive to create collections of standard varieties of domestic selection. The purpose of our study: evaluation of a collection of spring barley by qualitative morphological characteristics (bush type, anthocyanin coloration of flag leaf auricles, awn tips, nerves of the outer flower scale, position of the ear and flag leaf, pubescence of the lower leaf sheath, waxy coating of the flag leaf sheath) and identification of varieties with stable manifestations of characteristics as candidates for standard varieties of the domestic collection.

Methods and Materials. The study was conducted in 2022-2024 in the central region of the non-chernozem zone on 66 varieties of spring barley. The characteristics were taken into account in accordance with the Methodology for conducting tests on environmental protection.

RESULTS. The following varieties were identified that can serve as candidates for standards: 1601 410 2C, Anna, Blagodar, Buyan, Byyan, Vladimir, Getman, Gris, Granal 32, Dina, Zeus, KVS Irina, KVS Jessie, Kornet Stoykiy, Krasnoyaružhsky 6, Medikum 157, Odeskiy 22, Povolzhsky 49, Elf, Nadezhny. Among them are varieties with a unique manifestation of gradations of characteristics: Byyan and Buyan, KVS Jessie, Odeskiy 22, Anna, Gris, Elf, Medikum 157, Nadezhny. No gradations were found for the characteristic "wax coating on the sheath of the flag leaf". No varieties were found that exhibited gradations of the following characteristics: erect, semi-creeping, creeping bush type; presence of pubescence of leaf sheaths of lower leaves; very strong anthocyanin coloration of awn tips; bent flag leaf; very strong anthocyanin coloration of awn tips; semi-bent and drooping position of the spike; very strong anthocyanin coloration of nerves of the outer flower scale.

KEYWORDS:
barley, distinct, protectability, standard varieties, morphological characteristics

Введение

Отечественная селекция в условиях импортозамещения имеет важное значение для обеспечения продовольственной безопасности страны. Для поддержания селекции предусмотрен механизм сбора роялти (селекционного вознаграждения) и защита прав интеллектуальной собственности на селекционные достижения.

Интерес к присуждению прав интеллектуальной собственности роялти (PBR) объясняется ещё и положением Всемирной торговой организации (ВТО), члены которой должны соблюдать Соглашение по торговым аспектам прав интеллектуальной собственности (ТРИПС). Данное соглашение требует введения правовых систем, которые представляют собой систему защиты интеллектуальной собственности. Большинство стран с PBR приняли принципы, разработанные Международным союзом по охране новых сортов растений (UPOV) [1, 2]. Цель UPOV состоит в предоставлении селекционерам прав интеллектуальной собственности на созданные сорта на основании оценки DUS (Distinct, Uniform, Stable). В Российской Федерации защита прав интеллектуальной собственности регулируется Гражданским кодексом Российской Федерации. [3]. Получить право интеллектуальной собственности на селекционное достижение (патент) селекционер может при условии соответствия сорта критериям DUS (Distinct, Uniform, Stable).

Согласно критериям DUS (в РФ – критериям ООС) сорт должен быть отличимым, однородным, стабильным и новым [3]. Отличимость оценивают как явное отличие нового сорта от уже существующих. Однородность предполагает выравненность сорта по морфологическим и другим признакам. Стабильность означает неизменность проявления признаков сорта после неоднократного размножения. Оценка на отличимость, однородность, стабильность проводится согласно методике UPOV [4] (далее – Методика) и заключается в наблюдении и регистрации различных морфологических признаков растений в течение всего вегетационного периода. При этом новые сорта сравнивают с сортами-эталонами, которые демонстрируют различные состояния признака.

Основная сложность при оценке отличимости заключается в необходимости сравнения новых сортов по морфологическим признакам с сортами-эталонами. В идеале сорта-эталоны должны поддаваться точному описанию и не подвергаться воздействию внешних факторов, а также быть общедоступными. Однако на практике многие страны стремятся создать национальные коллекции сортов-эталонов, которые были бы не только адаптированы к их условиям среды, но и содержали в себе большей частью сорта отечественной селекции.

Так, например, в Республике Беларусь ведётся работа по внедрению и созданию национальной коллекции сортов-эталонов картофеля для оценки критериев ООС, а также фотокаталога основных морфологических признаков картофеля для корректной идентификации сортов [5], сформирована коллекция сортов-эталонов яровой мягкой пшеницы по методике UPOV [6]. Подобные исследования по оценке морфологических признаков проводились и в Казахстане на национальных генофондах ячменя и рапса [7, 8]. В Украине на основе методики UPOV была сформирована коллекция сортов-эталонов мягкой озимой пшеницы [9, 10, 11], ржи посевной и сорго обычного [12].

Цель нашего исследования: оценка коллекции ярового ячменя по степени проявления качественных морфологических признаков и выявление сортов со стабильными по годам проявлениями градаций признаков в качестве кандидатов в сорта-эталоны отечественной коллекции.

Материалы и методы

В качестве материала было использовано 66 сортов ярового ячменя (табл. 1). Семена предоставлены Государственной комиссией Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений (ФГБУ «ГОССОРТКОМИССИЯ»).

Наблюдения и учёт признаков проводили на кафедре генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2022–2024 годах. Посевы располагали на полях Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Агротехника общепринята для зоны. Посев выполняли селекционной сеялкой СКС-6-10. Площадь делянки в сеялочном посеве – 1 м², повторность 2-кратная. Уборка – вручную. Учёт признаков проведён на второй повторности сеялочных посевов. Проявление качественных признаков по каждому сорту фиксировали с помощью фотокамеры. Все фотографии, представленные в статье, сделаны лично автором статьи.

Для оценки отличимости сортов в Методике [4] применяют 30 морфологических признаков. В настоящем исследовании рассмотрены только 9 признаков, оценка которых проведена в фазы главный стебель и 5 боковых-мягкая восковая спелость [4]. Учёт качественных признаков проводили визуально (VG) по делянке сеялочных посевов. Каждому признаку присвоены индексы в соответствии со степенью его выраженности. Оптимальное время учёта каждого признака приведено согласно описанию стадий развития в соответствии с десятичным кодом Zadoks для зерновых культур [13].

Данные о метеорологических условиях вегетации за 2022–2024 годах были предоставлены Метеорологической обсерваторией имени В.А. Михельсона.

Таблица 1. Изучаемые сорта ярового ячменя
Table 1. Studied varieties of spring barley

№	Сорт	№	Сорт
1	1601 410 2Ц	34	КВС Алисиана
2	Ача	35	КВС Джесси
3	Дина	36	КВС Ирина
4	Одесский 22	37	КВС Хоббс
5	Батик	38	Консита
6	Бином	39	Корнет стойкий
7	Биом	40	Лель
8	Ергенинский голозёрный	41	Леон
9	Красноярский 6	42	Медикум 157
10	Лекарь	43	Михайловский
11	Надёжный	44	Омский 90
12	Омский 91	45	Орда
13	Омский голозёрный 4	46	Осколец
14	Поволжский 49	47	Приморец
15	Соратник	48	Прерия
16	T12	49	Ратник
17	Формула 1	50	Рафаэль
18	Ярунчик	51	Сигнал
19	Абба	52	Такмак
20	Амидала	53	Хаджибей
21	Анна	54	Челябинский 96
22	Биос 1	55	Эллинор
23	Благодар	56	Эльф
24	Быйан	57	Эней УА
25	Вакула	58	Красноярский 91
26	Владимир	59	Лаишевский
27	Гетьман	60	ТСХА 14
28	Гранал 32	61	Челябинский 99
29	Грис	62	Атаман
30	Грейс	63	Буян
31	Дева	64	Зазерский 85
32	Зевс	65	Суздалец
33	Квенч	66	Ручей

Результаты и обсуждение

Градации признака «тип куста» можем видеть на рисунке 1. Признак оценивают визуально по расположению листьев и побегов. Для этого используют угол, образованный внешними листьями и побегами и горизонтом почвы. В нашем исследовании среди изучаемых сортов стабильных проявлений признака с градациями 1, 7 и 9 обнаружено не было. Прямостоячий и стелющийся тип куста были обнаружены лишь в 2022 году, на данном рисунке они приведены лишь в качестве сравнения градаций*.

Градации признака «антоциановая окраска ушек флагового листа» можем видеть на рисунке 2. Признак оценивается визуально по площади и интенсивности антоцианового окрашивания. В нашем исследовании среди изучаемых сортов стабильных проявлений признака с градацией 9 (очень сильное) обнаружено не было.

Градации признака «положение флагового листа» можем видеть на рисунке 3. Признак оценивают по отклонению флагового листа от оси стебля. В нашем исследовании среди изучаемых сортов стабильных проявлений признака с градацией 9 (пониклый) обнаружено не было.

Выражение признака «восковой налёт влагалища флагового листа» можем видеть на рисунке 4. У всех изучаемых сортов налёт был одинаковым, разделить его на какие-либо градации не представлялось возможным, равно как и отнести проявление признака к определённой градации.

Градации признака «антоциановая окраска кончиков ости» можем видеть на рисунке 5. Признак оценивается визуально по площади и интенсивности антоцианового окрашивания. В нашем исследовании среди изучаемых сортов стабильных проявлений признака с градацией 9 и 3 обнаружено не было. Сорт Биос 1 не является стабильным по признаку и приведён в качестве примера при сравнении градаций*.

Градации признака «восковой налёт колоса» можем видеть на рисунке 6. Признак оценивается визуально по интенсивности воскового налёта.

Градации признака «положение колоса» можем видеть на рисунке 7. Признак оценивают по отклонению колоса от оси стебля. Сорт Ручей не является стабильным по признаку и приведён в качестве примера при сравнении градаций*. В нашем исследовании среди изучаемых сортов стабильных проявлений признака с градацией 7 и 9 обнаружено не было.



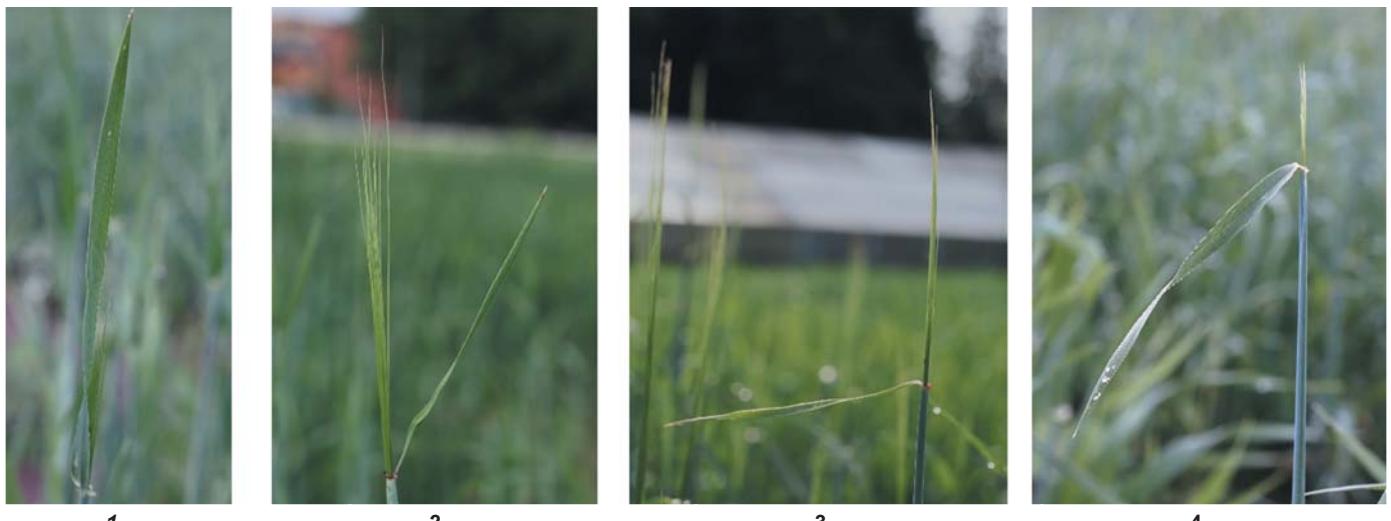
Рис. 1. Градации признака «типа куста»: 1 – прямостоячий тип, индекс 1 (Краснояржский 6*, 2022 год), 2 – полупрямостоячий тип, индекс 3 (Одесский 22, 2024 год), 3 – промежуточный тип, индекс 5 (Корнет стойкий, 2024 год), 4 – полустелющийся тип, индекс 7 (Квенч*, 2022 год)

Fig. 1. Gradations of the “bush type” feature: 1 – upright type, index 1 (Krasnoyarzhsky 6*, 2022), 2 – semi-upright type, index 3 (Odessky 22, 2024), 3 – intermediate type, index 5 (Cornet Stable, 2024), 4 – semi-creeping type, index 7 (Kvench*, 2022)



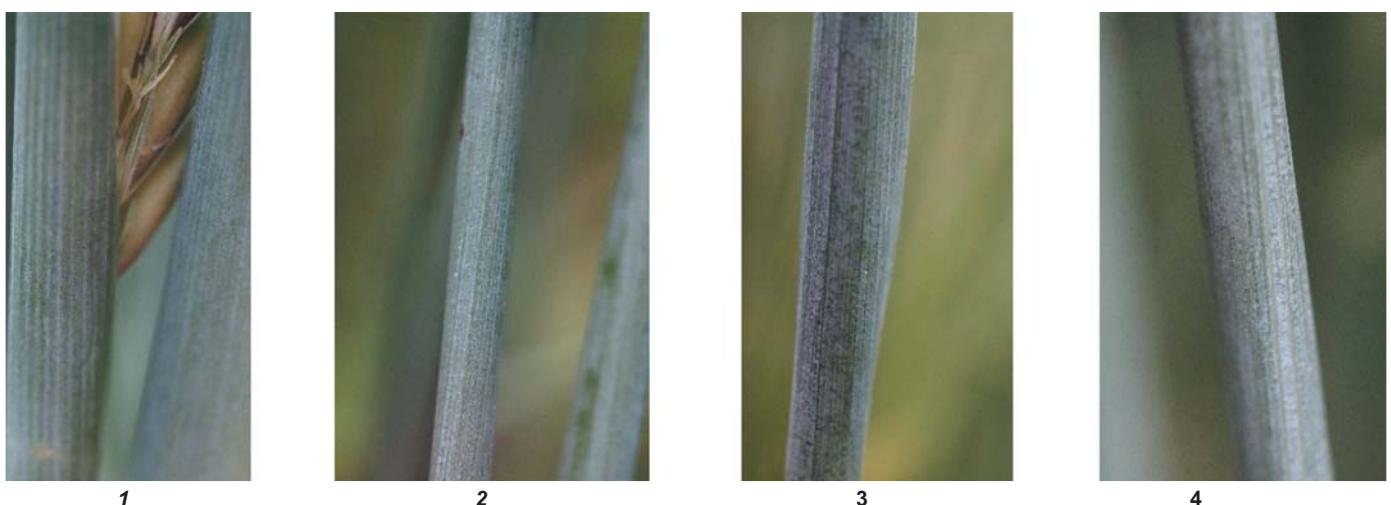
Рис. 2. Градации признака «антоциановая окраска ушек»: 1 – отсутствует или очень слабая, индекс 1 (Благодар, 2024 год), 2 – слабая, индекс 3 (Быйан, 2024 год), 3 – средняя, индекс 5 (Корнет стойкий, 2024 год), 4 – сильная, индекс 7 (КВС Джесси, 2024 год)

Fig. 2. Gradations of the “anthocyanin coloration of ears” feature: 1 – absent or very weak, index 1 (Blagodar, 2024), 2 – weak, index 3 (Biyan, 2024), 3 – average, index 5 (Kornet Stoykiy, 2024), 4 – strong, index 7 (KVS Jessie, 2024)



*Рис. 3. Градации признака «положение флагового листа»: 1 – прямостоячий, индекс 1 (Краснояржский 6, 2024 год),
2 – полупрямостоячий, индекс 3 (Грис, 2024 год), 3 – горизонтальный, индекс 5 (Одесский 22, 2024 год),
4 – полуизогнутый, индекс 7 (Анна, 2024 год)*

*Fig. 3. Gradations of the feature “position of the flag leaf”: 1 – erect, index 1 (Krasnoyarzhsky 6, 2024),
2 – semi-erect, index 3 (Gris, 2024), 3 – horizontal, index 5 (Odessky 22, 2024), 4 – semi-curved, index 7 (Anna, 2024)*



*Рис. 4. Признак «восковой налёт влагалища флагового листа»: 1 – Корнет стойкий (2024 год),
2 – Медикум 157 (2024 год), 3 – Одесский 22 (2024 год), 4 – Поволжский 49 (2024 год)*

*Fig. 4. The “waxy coating of the flag leaf sheath” feature: 1 – Cornet persistent (2024),
2 – Medicum 157 (2024), 3 – Odesskiy 22 (2024), 4 – Povolzhskiy 49 (2024)*



*Рис. 5. Градации признака «антоксиановая окраска кончиков остий»: 1 – отсутствует или очень слабая, индекс 1 (Благодар, 2024 год),
2 – слабая, индекс 3 (Биос 1*, 2024 год), 3 – средняя, индекс 5 (Владимир, 2024 год), 4 – сильная, индекс 7 (Медикум 157, 2024 год)*

*Fig. 5. Gradations of the feature “anthocyanin coloration of awn tips”: 1 – absent or very weak, index 1 (Blagodar, 2024),
2 – weak, index 3 (Bios 1*, 2024), 3 – average, index 5 (Vladimir, 2024), 4 – strong, index 7 (Medikum 157, 2024)*



Рис. 6. Градации признака «восковой налет колоса»: 1 – отсутствует или очень слабый, индекс 1 (Владимир, 2024 год), 2 – слабый, индекс 3 (Гетьман, 2024 год), 3 – средний, индекс 5 (КВС Джесси, 2024 год), 4 – сильный, индекс 7 (Грис, 2024 год), 5 – очень сильный, индекс 9 (Эльф, 2024 год)

Fig. 6. Gradations of the “waxy coating of the ear” feature: 1 – absent or very weak, index 1 (Vladimir, 2024), 2 – weak, index 3 (Getman, 2024), 3 – average, index 5 (KVS Jessie, 2024), 4 – strong, index 7 (Gris, 2024), 5 – very strong, index 9 (Elf, 2024)

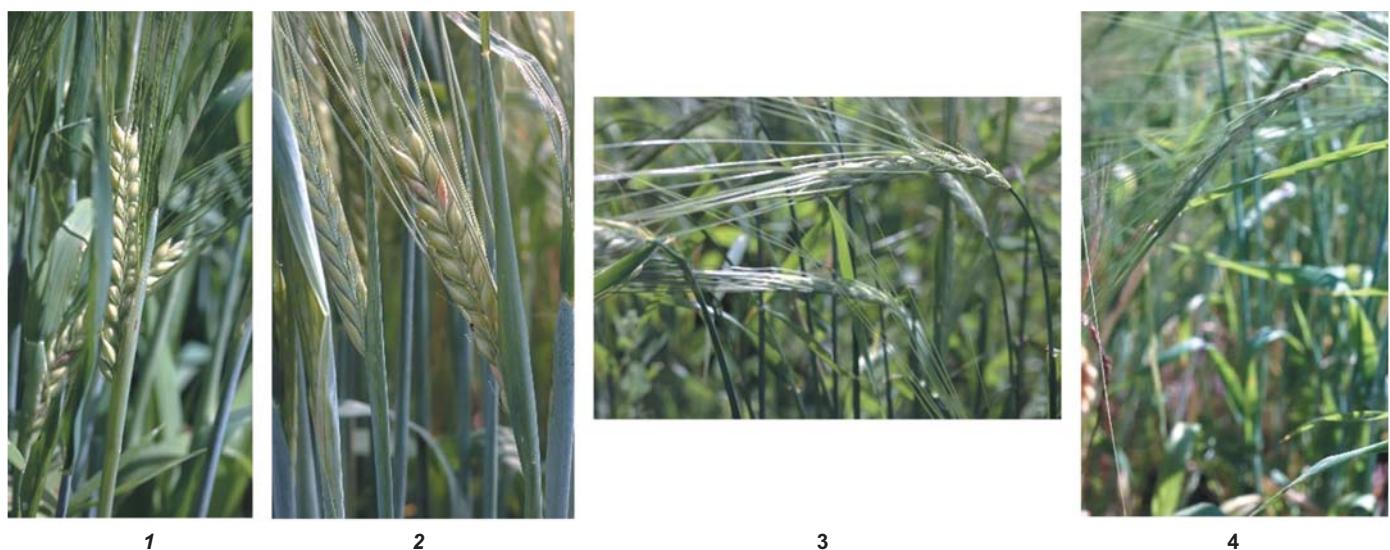


Рис. 7. Градации признака «положение колоса»: 1 – прямостоячий, индекс 1 (КВС Ирина, 2024 год), 2 – полупрямостоячий, индекс 3 (Корнет стойкий, 2024 год), 3 – горизонтальный, индекс 5 (Медикум 157, 2024 год), 4 – полупониклый, индекс 7 (Ручей, 2024 год)*

Fig. 7. Gradations of the “ear position” feature: 1 – upright, index 1 (KVS Irina, 2024), 2 – semi-upright, index 3 (Kornet Stoykiy, 2024), 3 – horizontal, index 5 (Medikum 157, 2024), 4 – semi-drooping, index 7 (Ruchey, 2024)*



Рис. 8. Градации признака «антоциановая окраска нервов наружной цветковой чешуи»:

1 – отсутствует или очень слабая, индекс 1 (Одесский 22, 2024 год), 2 – слабая, индекс 3 (Анна, 2024 год), 3 – средняя, индекс 5 (Надёжный, 2024 год), 4 – сильная, индекс 7 (Медикум 157, 2024 год); 5 – очень сильная, индекс 9 (Лекарь, 2024 год)*

Fig. 8. Gradations of the feature “anthocyanin coloration of the nerves of the outer floral scale”:

1 – absent or very weak, index 1 (Odesskiy 22, 2024), 2 – weak, index 3 (Anna, 2024), 3 – average, index 5 (Nadezhny, 2024), 4 – strong, index 7 (Medikum 157, 2024); 5 – very strong, index 9 (Lekhar, 2024)*

Градации признака «антоциановая окраска нервов наружной цветковой чешуи» можем видеть на рисунке 8. Признак оценивается визуально по площади и интенсивности антоцианового окрашивания. Сорт Лекарь не является стабильным по признаку и приведён в качестве примера при сравнении градаций*. В нашем исследовании среди изучаемых сортов стабильных проявлений признака с градацией 9 обнаружено не было.

Для идентификации сортов ячменя активно используются признаки фиолетовой окраски различных частей вегетативной массы: антоциановая окраска ушек флагового листа, кончиков остей, внутренних нервов наружной цветковой чешуи. Вариации фиолетовой окраски зависят от концентрации и распределения по растению антоциановых пигментов. Антоцианы представляют собой группу флаваноидов, вторичных метаболитов растения, которые обуславливают красно-фиолетовую окраску вегетативных органов, а также голубую, фиолетовую и красно-коричневую пигментацию зерна ячменя [14]. Соответственно, неспособность к синтезу антоциана приводит к отсутствию окрашивания.

Известно, что условия окружающей среды в значительной степени влияют на проявление антоциановой окраски [15]. При одинаковых условиях образцы ячменя различаются по содержанию антоцианов [16], но, доказано, что наиболее выражено антоциановое окрашивание после периодов прохладной, влажной погоды с интенсивным освещением [15]. Метеорологические условия в годы исследований сильно различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Признаки с проявлением антоциановой окраски были зафиксированы в разные годы в период с 12 июня по 19 июля, поэтому для анализа условий возьмём метеорологические данные только за июнь-июль (табл. 2).

Наши исследования подтвердили, что более интенсивно антоциановая окраска проявилась в прохладную влажную погоду. В 2023 году сложились именно такие условия. Июль 2023 года характеризовался меньшей среднесуточной температурой (18,53°C) и большим количеством осадков (151,2 мм) по сравнению с июлем 2022 и 2024 годов. В этот период следует фиксировать признак «антоциановая окраска нервов наружной цветковой чешуи». Признаки «антоциановая окраска ушек флагового листа» и «антоциановая окраска кончиков остей» следует фиксировать во 2-ой и 3-ей декаде июня. Июнь 2023 года отличался меньшими среднесуточными температурами (16,85°C) по сравнению с 2022 и 2024 годами, сумма осадков была приближена к среднемноголетнему значению.

Вероятно, условия, сложившиеся в июне-июле 2023 года, повлияли на степень выраженности признаков. Замечено, что

в 2023 году все признаки, связанные с антоциановым окрашиванием, проявлялись интенсивнее по сравнению с 2022 и 2024 годами. По признаку антоциановой окраски ушек в 2023 зафиксировано 22 сорта с индексом 7, из них только 1 сорт отличался стабильностью по годам и был включён нами в список сортов-кандидатов в эталоны. По признаку антоциановой окраски кончиков остей в 2023 году индекс 7 зафиксирован у 12 сортов, и только 3 сорта отличались стабильностью в течение 3-х лет. По признаку антоциановая окраска нервов из 12 сортов с индексом 7 только 2 сорта мы выделили как стабильные.

В результат исследования нами выявлен ряд сортов ячменя отечественной селекции со стабильными проявлениями признака в течение трёх лет испытаний (табл. 3). Здесь и далее жирным шрифтом выделены те сорта, которые имеют градации по некоторым признакам или же входят в редкую группу крайних градаций признака. Так, например, только сорт Анна характеризуется полуотогнутым положением флагового листа.

Анализ результатов, представленных в таблице, даёт основания считать, что указанные сорта могут служить кандидатами в сорта-эталоны по степени выраженности того или иного признака в условиях центрального района нечерноземной зоны (ЦРНЗ).

Среди представленных сортов не обнаружено крайних степеней выраженности по следующим признакам (в скобках указан индекс выраженности): тип куста – прямостоячий (1), полустелющийся (7), стелющийся (9); опушение листовых влагалищ нижних листьев – имеется (9); антоциановая окраска ушек – очень сильная (9); положение флагового листа – отогнутый (9); антоциановая окраска кончиков остей – очень сильная (9); положение колоса – полуотогнутый (7), пониклый (9); антоциановая окраска нервов наружной цветковой чешуи – очень сильная (9). По признаку «волосковой налёт на влагалище флагового листа» и вовсе не удалось выделить градаций, поскольку в условиях опыта на всех испытуемых образцах был выявлен налёт одинаковой интенсивности.

Некоторые сорта могут быть использованы как сорта-эталоны по некоторым морфологическим признакам (табл. 4). Так, например, сорта Зевс и Красноярский 6 могут служить эталонами для 6 градаций признаков.

Из указанных выше мы выделили сорта со стабильным проявлением признаков, которые могут служить кандидатами-сортами эталонами при оценке на охраноспособность (табл. 5). Данные сорта являются тем минимальным количеством сортов, которым можно покрыть все градации, найденные нами по исследуемым признакам.

Таблица 2. Метеорологические условия в период проявления признаков с антоциановым окрашиванием
Table 2. Meteorological conditions during the period of manifestation of anthocyanin staining traits

	Год наблюдения	Сумма осадков, мм	Средне-многолетние данные, мм	Среднесуточная температура воздуха, °C	Средне-многолетние данные, °C
Июнь	2022	48,9	77	18,79	16,73
	2023	78,2		16,85	
	2024	166,3		20,06	
Июль	2022	90,7	91	20,61	18,3
	2023	151,2		18,53	
	2024	92,2		22,47	

Таблица 3. Сорта ячменя со стабильными проявлениями признаков за годы испытаний в условиях ЦРНЗ
Table 3. Barley varieties with stable manifestations of traits over the years of testing in the conditions of the Central region of the non-chernozem zone

№	Индекс	Степень выраженности	Сорта
1		Тип куста (габитус)	
	1	Прямостоячий	-
	3	Полупримостоячий	Одесский 22, Биом, Лекарь, Омский 91, Т12, Поволжский 49, Гранал 32, Орда, Эльф,
	5	Промежуточный	1601 410 2ц, Бином, Амидала, Биос 1, Быйан , Корнет стойкий, Омский 90, Осколец, Приморец, Рафаэль, Эллинор, Красноярский 91, ТСХА 14, Атаман, Суздалец, Ручей
	7	Полустелющийся	-
	9	Стелющийся	-
2		Опущение листовых влагалищ нижних листьев	
	1	Отсутствует	Все исследуемые сорта
	2	Имеется	-
3		Антоциановая окраска ушек флагового листа	
	1	Отсутствует или очень слабая	Дина, Красноярский 6, Благодар, Вакула, Гранал 32, Зевс, Лель, Красноярский 91, Лайшевский
	3	Слабая	Быйан , Буян
	5	Средняя	Биос 1, Квенч, КВС Ирина , КВС Хоббс, Корнет стойкий , Михайловский, Осколец, Ратник, Рафаэль, Челябинский 96, ТСХА 14
	7	Сильная	КВС Джесси
	9	Очень сильная	-
4		Положение флагового листа	
	1	Прямостоячий	Батик, Красноярский 6, Формула 1, Ярунчик, Гетьман, Гранал 32, Зевс, КВС Джесси, Михайловский 1, Такмак, Хаджибей, Эльф
	3	Полупримостоячий	1601 410 2ц, Поволжский 49, Грис, Корнет стойкий , Челябинский 99
	5	Горизонтальный	Одесский 22
	7	Полутогнутый	Анна
	9	Отогнутый	-
5		Восковой налёт на влагалище флагового листа	
	1	Отсутствует или очень слабый	Не было обнаружено варьирования по данному признаку, все сорта имели налёт одинаковой выраженности
	3	Слабый	
	5	Средний	
	7	Сильный	
	9	Очень сильный	
6		Антоциановая окраска кончиков остьей	
	1	Отсутствует или очень слабая	Дина, Батик, Красноярский 6, Благодар, Вакула, Гранал 32, Зевс, Лель, Эней УА
	3	Слабая	-
	5	Средняя	Биом, Поволжский 49, Ярунчик, Владимир, Гетьман, Грэйс, КВС Джесси , КВС Хоббс, Консита, Осколец, Прерия, Ратник
	7	Сильная	Ача, Леон, Медикум 157
	9	Очень сильная	-
7		Восковой налёт колоса	
	1	Отсутствует или очень слабый	Красноярский 6, Благодар, Владимир, Грэйс, ТСХА 14, Суздалец, Гетьман, КВС Алисиана, Красноярский 91,
	3	Слабый	1601 410 2ц, Ача, Одесский 22, Батик, Бином, Омский 91, Омский голозёрный 4, Формула 1, Абба, Амидала, Биос 1, Вакула, Зевс, Квенч, КВС Джесси , КВС Ирина, Консита, Корнет стойкий , Леон, Медикум 157 , Ратник, Челябинский 96, Эллинор, Атаман, Челябинский 99,
	5	Средний	
	7	Сильный	
	9	Очень сильный	
8		Положение колоса	
	1	Прямостоячий	КВС Ирина, ТСХА 14
	3	Полупримостоячий	1601 410 2ц, Дина, Одесский 22, Бином, Ергенинский голозёрный, Красноярский 6, Надёжный, Поволжский 49, Т12, Амидала, Анна , Благодар, Быйан , Вакула, Грэйс, Дева, Зевс, КВС Алисиана, КВС Джесси , Консита, Лель, Корнет стойкий , Орда, Осколец, Ратник, Атаман, Эллинор, Эльф, Суздалец, Зазерский 85
	5	Горизонтальный	Медикум 157
	7	Полутогнутый	-
	9	Поникальный	-
9		Антоциановая окраска нервов наружной цветковой чешуи	
	1	Отсутствует или очень слабая	1601 410 2ц, Дина, Одесский 22, Батик, Ергенинский голозёрный, Красноярский 6 , Омский голозёрный 4, Благодар, Вакула, Гранал 32, Зевс, Лель, Красноярский 91, Атаман
	3	Слабая	Анна, КВС Ирина, Лайшевский
	5	Средняя	Надёжный
	7	Сильная	Медикум 157 , Омский 90
	9	Очень сильная	-

Таблица 4. Сорта-кандидаты в эталоны по нескольким признакам
Table 4. Candidate varieties for standards according to several characteristics

Кол-во признаков	Наименования сортов																
	Лекарь, Омский 91, Т12, Орда, Рафаэль, Ручей, Лашевский, Буян , Квенч, КВС Хоббс, Челябинский 96, Ярунчик, Надёжный , Омский голозёрный 4, Ача, Леон, Консита, Алисиана, Владимир , Омский 90, Челябинский 99, Ергенинский голозёрный	Биом, Биос 1, Быйан , Эллинор, Атаман, Суздалец, Михайловский, Формулап1, Анна , Красноярский 91, Грэйс, Гетьман , Грис, Бином	Амидала, Осколец Красноярский 91, ТСХА 14, Дина, КВС Джесси, Лель, КВС Ирина , Ратник, Медикум 157 , Эльф	Поволжский 49, Гранал 32, 1601 410 2ц, Корнет стойкий, Благодар, Батик, Вакула, Одесский 22	Краснояружский 6, Зевс												
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	

Таблица 5. Сорта с комплексом признаков, стабильно проявляющихся по годам в условиях ЦРНЗ

Table 5. Varieties with a complex of characteristics that are consistently manifested over the years in the conditions of the central region of the non-chernozem zone

№ признака*	Градации	1601 410 2ц	Анна	Благодар	Буйан	Быйан	Владимир	Гетьман	Грис	Гранал 32	Дина	Зевс	КВС Ирина	КВС Джесси	Корнет стойкий	Краснояружский 6	Медикум 157	Одесский 22	Поволжский 49	Эльф	Надёжный
1																					
3																					
5	+																				
7																					
9																					
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
9																					
1																					
3																					
5																					
7																					
9																					
1																					
3																					
5																					
7																					
9																					
1																					
3																					
5																					
7																					
9																					
1																					
3																					
5																					
7																					
9																					
1																					
3																					
5																					
7																					
9																					
1																					
3																					
5																					
7																					
9																					

* Номер признака приведён согласно табл.3

Выводы

1. Выделены сорта, которые могут служить кандидатами в эталоны по некоторым градациям признаков в условиях ЦРНЗ: 1601 410 2Ц, Анна, Благодар, Буйан, Быйан, Владимир, Гетьман, Грис, Гранал 32, Дина, Зевс, КВС Ирина, КВС Джесси, Корнет стойкий, Краснояружский 6, Медикум 157, Одесский 22, Поволжский 49, Эльф, Надёжный. Указанные сорта отражают все найденные нами градации признаков.

2. Выделены сорта с уникальным проявлением градаций признаков в условиях ЦРНЗ: Быйан и Буйан (слабая окраска антоциановых ушек флагового листа – индекс 3), КВС Джесси (сильная окраска антоциановых ушек флагового листа – 7), Одесский 22 (горизонтальное положение флагового листа – 5), Анна (полутогнутое положение флагового

листа – 7), Грис (сильный восковой налёт колоса – 7), Эльф (очень сильный восковой налёт колоса – 9), Медикум 157 (горизонтальное положение колоса – 7), Надёжный (средняя антоциановая окраска нервов цветковой чешуи – 5), Омский 90 и Медикум 157 (сильная антоциановая окраска нервов цветковой чешуи – 7).

3. В 2023 году все признаки, связанные с антоциановым окрашиванием, проявились интенсивнее по сравнению с 2022 и 2024 годами.

4. В условиях ЦРНЗ среди исследуемых сортов не было обнаружено образцов с проявлением следующих градаций признаков: тип куста – прямостоячий (1), полустелющийся (7), стелющийся (9); опушение листовых влагалищ нижних листьев – имеется (9); антоциановая окраска ушек – очень сильная

(9); положение флагового листа – отогнутый (9); антоциановая окраска кончиков ость – очень сильная (9); положение колоса – полуотогнутый (7), пониклый (9); антоциановая окраска нервов наружной цветковой чешуи – очень сильная (9).

• Литература

- Huw Jones, Robert J. Jarman, Lydia Austin, Jon White & Robert J. Cooke. The management of variety reference collections in distinctness, uniformity and stability testing of wheat. *Euphytica*. 2003;132(2):175–184. <https://doi.org/10.1023/A:1024642828705>
- Ju-Kyung Yu., Yong-Suk Chung. Plant Variety Protection: Current Practices and Insights. *Genes*. 2021;12(8):1127. <https://doi.org/10.3390/genes12081127>
- «Гражданский кодекс Российской Федерации» от 18.12.2006 N 230-ФЗ (ред. от 30.01.2024) [Электронный ресурс]
- Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Ячмень (*Hordeum vulgare L. sensu lato*) 18.08.2005 г. № 12-06/36. ФГБУ «Госсорткомиссия»: офиц. сайт. URL: <https://gossortrf.ru/metodiki-ispytaniy-na-oos/> (дата обращения 02.11.2022). – Текст электронный.
- Бейня В.А., Семашко Т.В. Развитие методологического обеспечения государственного испытания сортов картофеля *Solanum tuberosum L.* на отличимость, однородность и стабильность в Республике Беларусь. *Картофелеводство*. 2021;29(1):9-16. <https://doi.org/10.47612/0134-9740-2021-29-9-16>
- Маркевич И.М. Формирование коллекции сортов-эталонов для идентификации образцов яровой мягкой пшеницы по признакам IUPOV. *Земеделие и селекция в Беларуси*. 2011;47:248-255. <https://www.elibrary.ru/uxblto>
- Абугалиева А.И., Скокбаев С.О., Драчева Л.М., Абугалиева С.И., Туруспеков Е.К. Отличимость, однородность и стабильность сортов ячменя по морфологическим и молекулярным маркерам согласно IUPOV. *Биотехнология. Теория и практика*. 2005;1:26-39. <https://www.elibrary.ru/umwtrt>
- Долгих Л.А., Абугалиева А.И. Рапс и его идентификация согласно IUPOV. *Масличные культуры*. 2009;1(140):127-133. <https://www.elibrary.ru/knospj>
- Василюк П.Н. Формирование коллекций сортов пшеницы озимой мягкой (*Triticum aestivum L.*) с эталонными признаками при проведении экспертизы на ООС. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2013;3:4-7. <https://www.elibrary.ru/viogzp>
- Василюк П.Н., Грынин С.Н., Каражбей Г.Н., Улыч Л.И., Каминская Л.В. Научное обоснование стабильности проявления морфологических признаков пшеницы мягкой (*Triticum aestivum L.*) при проведении квалификационной экспертизы на ООС. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2012;1:36-39. <https://www.elibrary.ru/vkccxl>
- Улич Л.И., Таганцева М.Н., Каминская Л.В., Матус В.М. Наследование и изменчивость морфологических признаков пшеницы (*Triticum*) и особенности их проявления при экспертизе сортов на ООС. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2010;1(11).
- Каражбей Г.Н., Грынин С.Н., Безручко О.И., Каминская Л.В. Исследование морфологических признаков ржи посевной (*Secale cereale L.*) и сорго обычного (двухцветного) (*Sorghum bicolor L.*). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2013;1:69-73. <https://www.elibrary.ru/vdwpzd>
- Zadoks J.C., Chang T.T., Konzak C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*. 1974;14:415-421.
- Макаревич А.М., Шутова А.Г., Спиридович Е.В., Решетников В.Н. Функции и свойства антоцианов растительного сырья. *Труды Белорусского государственного университета. Серия: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем*. 2009;4(2):147-157. <https://elib.bsu.by/123456789/16261>
- Масленников П.В., Чупахина Г.Н. Влияние света различной интенсивности на биосинтез антоцианов. Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: Материалы IV международного симпозиума. Пущино, 2001. С.522-524.

5. В условиях ЦРНЗ не было обнаружено градаций по признаку «восковой налёт на влагалище флагового листа», поскольку в условиях опыта на всех испытуемых образцах был выявлен налёт одинаковой интенсивности.

- Шоева О.Ю., Кукоева Т.В. Взаимосвязь между содержанием антоцианов в основаниях листовых влагалищ у сортов ячменя и в зерне полученных на их основе гибридов. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(4):152-162. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-4-152-162>

• References (in Russ.)

- «Civil Code of the Russian Federation» from 18.12.2006 N 230-ФЗ (ed. from 30.01.2024) Electronic resource.
- Methodology for testing for distinctiveness, uniformity and stability. Barley (*Hordeum vulgare L. sensu lato*) 18.08.2005. № 12-06/36. Federal State Budgetary Institution "State Variety Commission": official website. URL: <https://gossortrf.ru/metodiki-ispytaniy-na-oos/> (date of access 02.11.2022).
- Beinya V.A., Semashko T.V. Development of methodological base for state testing of potato varieties (*Solanum tuberosum L.*) for distinctness, homogeneity and stability in the Republic of Belarus. *Potato Growing*. 2021;29(1):9-16. (In Russ.) <https://doi.org/10.47612/0134-9740-2021-29-9-16>
- Markevich I.M. Formation of a collection of standard varieties to identify spring soft wheat accessions on the basis of UPOV. *Agriculture and breeding in Belarus*. 2011;47:248-255. <https://www.elibrary.ru/uxblto>
- Abugalieva A.I., Skokbaev S.O., Dracheva L.M., Abugalieva S.I., Turuskav E.K. Distinctiveness, uniformity and stability of barley varieties according to morphological and molecular markers according to UPOV. *Biotechnology. Theory and practice*. 2005;1:26-39. <https://www.elibrary.ru/umwtrt>
- Dolgikh L.A., Abugalieva A.I. rapeseed and its identification according to UPOV. .. 2009;1(140):127-133. <https://www.elibrary.ru/knospj>
- Vasiliuk P.N. Formation of collections of winter soft wheat varieties (*Triticum aestivum L.*) with standard characteristics during examination for DUS. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2013;3:4-7. <https://www.elibrary.ru/viogzp>
- Vasiliuk P.N., Griniv S.N., Karazhbey G.N., Ulych L.I., Kaminskaya L.V. Scientific substantiation of the stability of manifestation of morphological characteristics of soft wheat (*Triticum aestivum L.*) during the qualification examination for DUS. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2012;1:36-39. <https://www.elibrary.ru/vkccxl>
- Ulich L.I., Tagantsova M.N., Kaminskaya L.V., Matus V.M. Inheritance and variability of morphological traits of wheat (*Triticum*) and features of their manifestation during examination of varieties for DUS. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2010;1(11).
- Karazhbey G.N., Griniv S.N., Bezruchko O.I., Kaminskaya L.V. Study of morphological characteristics of common rye (*Secale cereale L.*) and common sorghum (two-color) (*Sorghum bicolor L.*). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2013;1:69-73. <https://www.elibrary.ru/vdwpzd>
- Makarevich A.M., Shutova A.G., Spiridovich E.V., Reshetnikov V.N. Functions and properties of anthocyanins of plant raw materials. Proceedings of the Belarusian State University. Series: Physiological, biochemical and molecular bases of functioning of biosystems. 2009;4(2):147-157. <https://elib.bsu.by/123456789/16261>
- Maslenikov P.V., Chupakhina G.N. Effect of light of different intensity on the biosynthesis of anthocyanins. New and unconventional plants and prospects for their use: Proceedings of the IV international symposium. Pushchino, 2001. P. 522-524.
- Shoeva O.Yu., Kukoeva T.V. Relationship between the anthocyanin content values in the leaf sheath base of barley cultivars and in the grain of the hybrids derived from them. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2022;183(4):152-162. (In Russ.) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-4-152-162>

Об авторах:

Алина Геннадьевна Маренкова – аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений, SPIN-код: 2860-4309, автор для переписки, lina.marko@mail.ru

Александр Андреевич Кудрявцев – магистрант кафедры генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений, lolbol331@gmail.com

Елена Александровна Вертикова – доктор с.-х. наук, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений, SPIN-код: 5071-0494, vertikovaea@yandex.ru

Светлана Сергеевна Баженова – кандидат с.-х. наук, доцент кафедры генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений, SPIN-код: 7938-2856, sbazhenova@rgau-msha.ru

About the Authors:

Alina G. Marenkova – PhD-student, Department of Genetics, Breeding and Seed Production, SPIN-code: 2860-4309, Corresponding Author, lina.marko@mail.ru

Alexander A. Kudryavtsev – postgraduate student, Department of Genetics, Breeding and Seed Production of Agricultural Plants, lolbol331@gmail.com

Elena A. Vertikova – Dr. Sci. (Agriculture), Professor of the Department of Genetics, Breeding and Seed Production of Agricultural Plants, SPIN-code: 5071-0494, vertikovaea@yandex.ru

Svetlana S. Bazhenova – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Genetics, Breeding and Seed Production of Agricultural Plants, SPIN-code: 7938-2856, sbazhenova@rgau-msha.ru



ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН СЕМЯН
ФГБНУ ФНЦО

Наши сорта и технологии - гарантия урожая и качества

БОЛЬШОЙ ВЫБОР СЕМЯН от ведущего производителя в России

КОНТАКТЫ:

Отдел продаж ФГБНУ ФНЦО: +7(495)594-77-17, +7(903)190-46-55

E-mail: info@vniissok.com

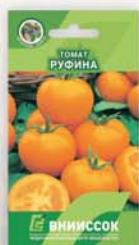
Интернет-магазин: www.vniissok.com

Магазин "Семена ВНИИССОК":

Адрес: 143080, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Липовая, д.2

График работы: понедельник-пятница 9.00-18.00, суббота 9.00-17.00, воскресенье 9.00-14.00

В нашем магазине Вы всегда можете самостоятельно купить семена, свежие овощи, рассаду, цветы, а также сопутствующие товары.



на правах рекламы

МАСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

www.vniissok.com