

# Овощи России

Научный рецензируемый журнал  
Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» 13168

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

5 2023

VEGETABLE  
crops of RUSSIA  
Scientific peer-reviewed journal



Семеноводство арбуза сорта Холодок  
на Быковской бахчевой селекционной опытной станции –  
филиале ФГБНУ ФНЦО, Волгоградская область



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





## Конференция «Питание в Космосе: наука, инновации, перспективы», посвящённая 300-летию Российской академии наук

**Уважаемы коллеги!**

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», НИИ ПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», ФГБНУ "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) приглашают принять участие в **Конференции «Питание в Космосе: наука, инновации, перспективы»**, посвященной 300-летию Российской академии наук, **которая состоится 9 апреля 2024 г. (11.00-18.00)** (на базе ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» )

Конференция посвящена исследованиям по проблемам питания космонавтов.

**Участники:** представители Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Российской академии наук, научно-исследовательских и высших учебных заведений, космических экипажей и др.

В программе Конференции будут рассмотрены следующие вопросы:

- космическое питание в настоящее время и на перспективу при совершении межпланетных полетов на Луну и на Марс;
- организация питания испытателей в экспериментах на Земле;
- исследования и разработки по расширению ассортимента продуктов питания для штатных поставок космонавтам;
- теоретические и практические аспекты технологии пищевых продуктов для рациона питания космонавтов.

Вопросы по участию в Конференции можно направлять по e-mail: [sts\\_76@bk.ru](mailto:sts_76@bk.ru)  
Почтовый адрес: ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»  
109240, г. Москва, Устьинский проезд, дом 2/14

## 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. Кочиева** – 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, Краков, 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. Волощук** – доктор биол. наук, Институт генетики, физиологии и защиты растений АН Молдовы, Кишинев, Республика Молдова

**И.Г. Джафаров** – доктор с.-х. наук, проф., член-корр. НАНА, ректор, Азербайджанский государственный аграрный университет, Гянджа, Азербайджанская Республика

**В.П. Прохоров** – доктор биол. наук, проф., Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, 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

**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.Л. 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. Домблидес** – 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, советник председателя совета директоров, ГК «ЭФКО», г. Москва, Россия

**Е.А. Калашникова** – доктор биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева», 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., Директор Аграрно-технологического института РУДН (АТИ), 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. Ушаев** – 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. Чекумарев** – академик РАН, доктор с.-х. наук, заместитель президента РАН, Российская 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. **Фото на обложке:** Быковская бахчевая селекционная опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦО.

**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](mailto:vegetables.of.russia@yandex.ru)  
<http://www.vegetables.ru> Тел.: +7(495) 599-24-42

**Тираж 100 экземпляров.**

**Дата выхода в свет: 29.09.2023**

**Отпечатано в типографии:**

Акционерное общество  
«Соломбальская типография».  
163012, г. Архангельск, ул. Добролюбова, д. 1.  
Тел.: +7 (8182) 48-20-20, [www.daprint.ru](http://www.daprint.ru)

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.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 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 of 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. Allahverdiyev** – 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, Chişinău, Republic of Moldova

**Ibrahim Hasan oglu Jafarov** – Corresponding Member of ANAS, Professor, Dr. Sci. (Agriculture), Rector, Azerbaijan State Agricultural University, Ganja, Azerbaijan Republic

**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

**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 technologies 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), Advisor to the Chairman of the Board of Directors, EFKO Group of Companies, Moscow, Russia

**Elena A. Kalashnikova** – Dr. Sci. (Biology), Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 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, director of Agrarian Technological Institute of RUDN University, Moscow, Russia

**Vladimir V. Pylnev** – 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).

**Cover photo:** Bikovskaya cucurbits breeding experimental station – branch of the FSBSI FSVC

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

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

**Circulation is 100 copies. Published: 29.09.2023**

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

The license ПИ №ФЦ77-72184 of the January, 15, 2018.

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

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific journals and publications, which should include the main scientific results of dissertations for the degree of doctor and candidate of sciences (Higher Attestation Commission of Russia).

In 2016, the journal is included in the AGRIS database (Agricultural Research Information System).

Journal has entered into an electronic licensing relationship with EBSCO Publishing.

The full text of journal can be found in the EBSCOhost™ databases.



**СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ****Лобачевский Я.П., Дорохов А.С., Сибирев А.В.**Современное состояние технологического обеспечения  
производства овощных культур в Российской Федерации. ....5**Коротцева И.Б., Ермолаев А.С., Химич Г.А.**Генетика окраски плода у *Cucurbita pepo* L. ....18**Корнилов А.С., Сакара Н.А., Ванюшкина И.А.**Итоги селекционной работы по вигне-адзуки (*Vigna angularis* (Willd))  
для муссонного климата Дальнего Востока России. ....24**Бухаров А.Ф., Янченко А.В., Федосов А.Ю.**Прайминг – инновационное развитие методологии  
подготовки семян к посеву (обзор). ....28**Боровая С.А., Богинская Н.Г., Клыков А.Г.**Использование фитоэкстрактов  
для микроклонального размножения гречихи. ....37**Ниматулаев Н.М., Сузан В.Г., Литвиненко Н.В., Грехова И.В.**Результаты исследований местных образцов  
чеснока озимого в Республике Дагестан. ....43**САДОВОДСТВО, ОВОЩЕВОДСТВО, ВИНОГРАДАРСТВО И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ****Нечипоренко И.В., Акимова С.В., Казаков П.О.**Особенности дорастивания *ex vitro* растений  
клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.)  
с закрытой корневой системой. ....49**Маврина П.О., Адамов Г.В., Маланкина Е.Л.**Изучение влияния аланина на накопление фенольных соединений  
в листьях цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.). ....62**Соколова Е.В., Балеев Д.Н.**Иммунологические свойства растений рода *Filipendula*. ....68**Бочарова М.А., Терехова В.И., Аниськина Т.С.**Оценка влияния комплекса биопрепаратов  
на агробиологические характеристики огурца в условиях светокультуры. ....73**Иванов П.И., Терехова В.И.**

К вопросу роста и развития плодов томата. ....79

**Сёмин И.В.**Признаки несовместимости компонентов прививки  
в привойно-подвойных комбинациях груши с айвой обыкновенной. ....84**Травина С.Н.**Перспективные сортообразцы картофеля селекции  
Полярной опытной станции – филиала ВИР. ....90**АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ****Гусейнов К.Г., Джафаров И.Г., Гусейнов Г.Г., Мусаев Ф.Б.**Томатная минирующая моль (*Tuta absoluta*)  
в условиях Азербайджана. ....97**Жигadlo Т.Э.**Современные нематодоустойчивые  
сорта картофеля в условиях Севера. ....102

## BREEDING, SEED PRODUCTION AND PLANT BIOTECHNOLOGY

**Lobachevsky Ya.P., Dorokhov A.S., Sibirev A.V.**

The current state of technological support  
for vegetable crops production in the Russian Federation. ....5

**Korotseva I.B., Ermolaev A.S., Khimich G.A.**

The genetics of fruit color in *Cucurbita pepo* L. ....18

**Kornilov A.S., Sakara N.A., Vanyushkina I.A.**

Results of breeding work on cowpea- adzuki (*Vigna angularis* (Willd))  
for the monsoonal climate of the Russian Far East. ....24

**Bukharov A.F., Yanchenko A.V., Fedosov A.Yu.**

Priming – innovative development  
of methodology preparation of seeds for sowing (review). ....28

**Borovaya S.A., Boginskaya N.G., Klykov A.G.**

Using plant extracts  
for the micropropagation of buckwheat. ....37

**Nimatulaev N.M., Suzan V.G., Litvinenko N.V., Grekhova I.V.**

Research results of local samples  
of winter garlic in the Republic of Dagestan. ....43

## HORTICULTURE, VEGETABLE PRODUCTION, VITICULTURE AND MEDICINAL CROPS

**Nechiporenko I.V., Akimova S.V., Kazakov P.O.**

Peculiarities of *ex vitro* growing completion of bog cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.)  
with a closed root system. ....49

**Mavrina P.O., Adamov G.V., Malankina E.L.**

Effect of alanine on accumulation of phenolic compounds  
in the leaves of chicory (*Cichorium intybus* L.). ....62

**Sokolova E.V., Baleev D.N.**

Immunomodulatory properties of plants of the genus *Filipendula*. ....68

**Bocharova M.A., Terekhova V.I., Aniskina T.S.**

Assessment of the effect of a complex of biological products  
on the growth, development and yield of cucumber in light culture. ....73

**Ivanov P.I., Terekhova V.I.**

On the issue of growth and development of tomato fruits. ....79

**Semin I.V.**

Signs of incompatibility of grafting components  
in scion-rootstock combinations of pear with common quince. ....84

**Travina S.N.**

Candidates for potato varieties bred  
at the Polar Experimental Station VIR. ....90

## AGROCHEMISTRY, SOIL SCIENCE, PLANT PROTECTION AND QUARANTINE

**Huseynov K.G., Jafarov I.G., Huseynov H.G., Musaev F.B.**

Tomato leaf miner (*Tuta absoluta*)  
in the conditions of Azerbaijan. ....97

**Zhigadlo T.E.**

Modern nematoderesistant varieties  
of potatoes in the conditions of the North. ....102

## Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-5-17>  
УДК 635.1/.8:338.36(470)

Я.П. Лобачевский,  
А.С. Дорохов, А.В. Сибирев\*

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»  
109428, Москва, Россия, 1-й Институтский проезд, дом 5

\*Автор для переписки: sibirev2011@yandex.ru

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в анализе материалов, планировании и проведении экспериментов, написании текста статьи и формировании выводов

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

**Для цитирования:** Лобачевский Я.П., Дорохов А.С., Сибирев А.В. Современное состояние технологического обеспечения производства овощных культур в Российской Федерации. Овощи России. 2023;(5):5-17.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-5-17>

**Поступила в редакцию:** 20.08.2023

**Принята к печати:** 30.08.2023

**Опубликована:** 29.09.2023

Yakov P. Lobachevsky,  
Alexey S. Dorokhov, Alexey V. Sibirev\*

Federal State Budgetary Scientific Institution  
"Federal Scientific Agroengineering Center VIM"  
109428, Moscow, Russia,  
1st Institute Passage, house 5

\*Correspondence: sibirev2011@yandex.ru

**Authors' Contribution:** All authors participated in the analysis of materials, planning and conducting experiments, writing the text of the article and forming conclusions

**Conflict of interest:** The authors declare that there are no conflicts of interest

**For citation:** Lobachevsky Ya.P., Dorokhov A.S., Sibirev A.V. The current state of technological support for vegetable crops production in the Russian Federation. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):5-17. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-5-17>

**Received:** 20.08.2023

**Accepted for publication:** 30.08.2023

**Published:** 29.09.2023

# Современное состояние технологического обеспечения производства овощных культур в Российской Федерации



## Резюме

Основным сдерживающим фактором развития отрасли овощеводства является низкий технический уровень агротехники возделывания овощей. Необходимо отметить, что многие работы в отечественной селекции, а также в семеноводстве овощных культур выполняются вручную. Снижение доли российских сортов на рынке семенного материала овощных культур во многом обусловлено тем, что технологический уровень и техническая оснащенность большинства учреждений-оригинаторов российских сортов просто не сопоставимы с уровнем современных западно-европейских селекционно-семеноводческих центров и компаний, которые стремятся наращивать объемы поставок семенного материала на российский рынок. Одним из существенных факторов роста эффективности производства овощных культур является применение высокоэффективной сельскохозяйственной техники и оборудования. В настоящий момент машин для выполнения основных операций возделывания овощной продукции в России не производится, а имеющиеся сельскохозяйственные машины у производителей овощной продукции находятся на грани физического износа и уже давно выработали свой ресурс амортизации. Представленные на российском рынке существующие зарубежные аналоги не в полной мере отвечают агротехническим требованиям, предъявляемые российскими аграриями к машинам иностранного производства. На основании анализа технического обеспечения отрасли овощеводства в Российской Федерации экономически определена потребность товаропроизводителей в современных высокотехнологичных комплексах машин для производства овощных культур исходя из суммарной посевной площади овощных культур. Результаты проведенных статистических исследований позволили оценить современное состояние сельскохозяйственного машиностроения по производству необходимого количества машин для овощеводства. Увеличение посевных (посадочных) площадей и ожидаемое наращивание производства основных видов растениеводческой продукции на фоне снижения показателей обеспеченности сельхозтехникой способствует возрастанию нагрузки на единицу техники и создает риски снижения уровня механизации сельского хозяйства. В настоящее время низкие объемы производства отечественных семян связаны в том числе с низким уровнем технической оснащенности селекционно-семеноводческих организаций специализированными машинами и оборудованием.

**Ключевые слова:** технология, семеноводство, производство, овощные культуры, комплекс машин, потребность

# The current state of technological support for vegetable crops production in Russian Federation

## Abstract

The main limiting factor in the development of the vegetable growing industry is the low technical level of vegetable cultivation. It should be noted that many works in domestic breeding, as well as in seed production of vegetable crops, are carried out manually. The decrease in the share of Russian varieties in the market of seed material of vegetable crops is largely due to the fact that the technological level and technical equipment of most originating institutions of Russian varieties are simply not comparable with the level of modern Western European breeding and seed production centers and companies that seek to increase the supply of seed material to the Russian market. One of the significant factors in increasing the efficiency of vegetable production is the use of highly efficient agricultural machinery and equipment. At the moment, there are no machines for performing the main operations of cultivating vegetable products in Russia, and the available agricultural machines for vegetable producers are on the verge of physical wear and tear and have long ago exhausted their depreciation resource. The existing foreign analogues presented on the Russian market do not fully meet the agrotechnical requirements imposed by Russian farmers on foreign-made machines. Based on the analysis of the technical support of the vegetable growing industry in the Russian Federation, the need for commodity producers in modern high-tech complexes of machines for the production of vegetable crops is economically determined based on the total sown area of vegetable crops. The results of the statistical studies carried out made it possible to assess the current state of agricultural engineering for the production of the required number of machines for vegetable growing. The increase in sown (planting) areas and the expected increase in the production of the main types of crop products against the background of a decrease in the availability of agricultural machinery contributes to an increase in the load per unit of equipment and creates risks of a decrease in the level of agricultural mechanization. Currently, low volumes of domestic seed production are associated, among other things, with the low level of technical equipment of breeding and seed-growing organizations with specialized machines and equipment.

**Keywords:** technology, seed production, production, vegetable crops, complex of machines, need



**В** Российской Федерации производится более 13 млн тонн овощей, однако данного объема недостаточно для обеспечения населения продуктами питания, в силу чего во внесезонный период на продовольственном рынке России практически отсутствует продукция отечественного производства. Согласно Росстату, за 2022 год, фактическое потребление овощей в России на душу населения составляет 109 кг, а уровень самообеспеченности по овощам и продовольственным бахчевым культурам составляет 86,3%, что предполагает необходимость увеличения их производства. Это в решающей мере определяет развитие отрасли овощеводства как одно из узких звеньев во всей системе агропромышленного комплекса [1, 2].

Основным сдерживающим фактором развития отрасли овощеводства является низкий технический уровень агротехники возделывания овощей. Необходимо отметить, что многие работы в отечественной селекции, а также в семеноводстве овощных культур выполняются вручную. Снижение доли российских сортов на рынке семенного материала овощных культур во многом обусловлено тем, что технологический уровень и техническая оснащённость большинства учреждений-оригинаторов российских сортов просто не сопоставимы с уровнем современных западно-европейских селекционно-

семеноводческих центров и компаний, которые стремятся наращивать объёмы поставок семенного материала на российский рынок. Одним из существенных факторов роста эффективности производства овощных культур является применение высокоэффективной сельскохозяйственной техники и оборудования [3, 4]. В настоящий момент машин для выполнения основных операций возделывания овощной продукции в России не производится, а имеющиеся сельскохозяйственные машины у производителей овощной продукции находятся на грани физического износа и уже давно выработали свой ресурс амортизации. Представленные на российском рынке существующие зарубежные аналоги не в полной мере отвечают агротехническим требованиям, предъявляемые российскими аграриями к машинам иностранного производства [5, 6].

Потребность в селекционной технике в настоящее время составляет (по группам машин): селекционные сеялки – 230 ед.; рассадопосадочные машины – 225 ед.; селекционные комбайны – 235 ед.; селекционные молотильные установки – 453 ед.; селекционные сушильные агрегаты – 247 ед.; селекционные сортировочные машины – 341 ед.

Для посева таких овощных культур, как морковь, лук, капуста, свекла используются овощные сеялки

**Таблица 1. Технологический комплекс машин для производства оригинальных семян овощных культур (лук, моркови столовой, капусты всех видов), шт.**

| Наименование                                                                                                                                                                     | Годы       |           |           |           |           |           |           |           |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                                                                                                                                                                  | 2018       | 2019      | 2020      | 2021      | 2022      | 2023      | 2024      | 2025      | 2026      |
| Сеялка для посева семян овощных культур (лук, моркови столовой, капусты всех видов)                                                                                              | 5          | 6         | 7         | 8         | 10        | 10        | 11        | 12        | 13        |
| Сажалка для посадки маточников лука, картофеля                                                                                                                                   | 14         | 20        | 21        | 25        | 30        | 31        | 31        | 32        | 32        |
| Рассадопосадочная машина                                                                                                                                                         | 7          | 9         | 10        | 12        | 14        | 14        | 14        | 16        | 16        |
| Ботвоудалитель 1,6 м                                                                                                                                                             | 2          | 2         | 2         | 2         | 3         | 3         | 4         | 4         | 4         |
| Копатель лука-севка                                                                                                                                                              | 2          | 2         | 2         | 2         | 3         | 3         | 4         | 4         | 4         |
| Комбайн для уборки моркови столовой самоходный                                                                                                                                   | 4          | 4         | 4         | 4         | 4         | 4         | 5         | 5         | 5         |
| Машина капустоуборочная                                                                                                                                                          | 4          | 4         | 5         | 4         | 5         | 4         | 4         | 4         | 5         |
| Комбайн для подбора лука, самоходный                                                                                                                                             | 2          | 2         | 2         | 3         | 4         | 4         | 4         | 3         | 2         |
| Машина для уборки семенников лука                                                                                                                                                | 4          | 4         | 4         | 3         | 2         | 2         | 2         | 2         | 3         |
| Линия для закладки корнеклубнеплодов и лука на хранение<br>- приемный бункер<br>- транспортер<br>- буртоукладчик                                                                 | 2          | 1         | 2         | 1         | 2         | 1         | 1         | 2         | 3         |
|                                                                                                                                                                                  | 6          | 6         | 6         | 3         | 2         | 2         | 1         | 1         | 1         |
| Инспекционный стол                                                                                                                                                               | 3          | 1         | 3         | 1         | 2         | 1         | 2         | 1         | 1         |
| Сортировочный комплекс для семян лука, моркови, капусты:<br>- сушилка платформенная<br>- шасалка семеноводческая<br>- воздушно-решетная сортировка<br>- гравитационный сепаратор | 2          | 4         | 6         | 4         | 4         | 4         | 5         | 3         | 2         |
| <b>ИТОГО по годам</b>                                                                                                                                                            | <b>59</b>  | <b>67</b> | <b>76</b> | <b>73</b> | <b>86</b> | <b>85</b> | <b>90</b> | <b>90</b> | <b>91</b> |
| <b>ИТОГО</b>                                                                                                                                                                     | <b>717</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |



точного высева, общая потребность которых составляет порядка 230 единиц.

Для удовлетворения потребностей семеноводческих хозяйств в высадкопосадочных (рассадопосадочных) машинах их требуется более 220 шт. (табл. 1).

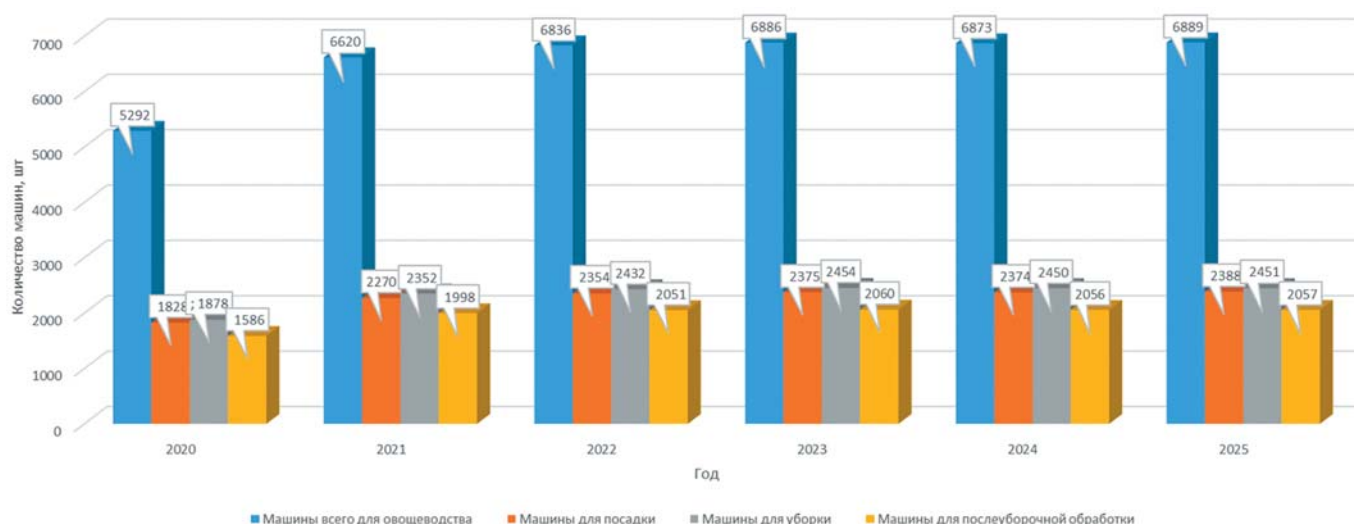
Уборка урожая – одна из наиболее трудоемких технологических операций. Ее удельный вес в общих расходах труда и заработной платы составляет: по томату – 51,9% и 49,9% соответственно; по огурцу – 60,4% и 57,4%; по моркови – 81,4% и 77,1%; по свекле столовой – 63,7% и 60,9%.

Для уменьшения расходов на единицу овощной продукции и повышения ее конкурентоспособности на рынке нужно максимально механизировать технологический процесс сбора овощной продукции. В большинстве стран мира томаты, лук, картофель, капусту уже давно собирают механизированным способом. Частичная механизация используется и при сборе огурцов, перца, баклажанов и других овощных культур. Для удовлетворения овощеводческих хозяйств в уборочных машинах, при их нормативной годовой загрузке 28, 5 га требуется наличие машин около 230 шт. Для удовлетворения потребности населения в овощах в 2023 году необходимо производить капусты 5788 тыс. тонн, томата – 2864, огурца – 1432, моркови – 1432, свеклы – 716, лука – 2684. При этом следует отметить, что рост урожайности овощных культур в хозяйствах всех категорий будет достигнут за счет интенсификации производства и активизации инновационной деятельности. Запланированный рост урожайности овощей защищенного грунта будет достигнут в результате использования современных технологий выращивания овощных культур. При разработке прогноза производства овощей отдельных культур исходили из того, что валовой сбор тех овощных культур, который удовлетворяет потребность населения или больше, планировали на достигнутом уровне, объем

производства тех культур, который не удовлетворяет потребности населения, планировали увеличить до необходимого уровня.

Запланированный рост урожайности овощей защищенного грунта будет достигнут в результате использования современных технологий выращивания овощных культур. Темпы роста урожайности будут колебаться по федеральным округам и субъектам Российской Федерации. Данные колебания урожайности в значительной степени определяются почвенно-климатическими условиями. В перспективе основное производство овощей будет сосредоточено в хозяйствах Южного федерального округа – 32%, Центрального – 21%, Приволжского – 21,1% валового сбора овощей. Наиболее крупные площади будут находиться в Краснодарском крае – 58,1 тыс. га, Ростовской области – 39,1 тыс. га, Республике Дагестан – 41,3 тыс. га, Волгоградской области – 32,8 тыс. га. В большинстве субъектов Российской Федерации планируется рост посевной площади овощей и только в некоторых, где она в основном сосредоточена в хозяйствах населения, будет ее сокращение. Наиболее высокая урожайность овощных культур планируется в хозяйствах Северо-Западного федерального округа – 271 ц/га, Сибирского – 259 ц/га, Центрального – 208 ц/га. Среди субъектов Российской Федерации наиболее высокую урожайность будут иметь хозяйства Московской области – 375 ц/га, Ленинградской – 344 ц/га, Оренбургской области – 321 ц/га.

Высокая урожайность овощных культур в хозяйствах этих субъектов Российской Федерации объясняется в определенной степени тем, что в структуре посевной площади овощей указанных регионов преобладает капуста, являющаяся более урожайной культурой. Необходимость ускоренного перевода селекционных работ, оригинального, элитного и репродукционного семеноводства овощных культур



**Рис. 1. Техническая оснащенность отрасли овощеводства и прогнозируемая потребность машин**  
**Fig. 1. Technical equipment of the vegetable growing industry and the predicted need for machines**

и картофеля на современный организационный и технологический уровень, невозможно без разработки энергоэффективных машин, выполняющих комплекс работ в селекции, семеноводстве и производстве овощных культур [7, 8]. В развитии работ по отечественному семеноводству овощных культур целесообразно использовать серийные специальные машины для подготовки почвы под посадку, для ухода за посадками, сажалки разных типов, уборочную технику и машины для механизации работ в хранилищах.

Расчет парка сельскохозяйственных машин с учетом нормативной загрузки для выполнения отдельных технологических процессов возделывания и уборки представлен на рисунке 1.

В настоящий момент в Российской Федерации отсутствуют машины для возделывания и уборки картофеля на этапе селекционно-семеноводческих работ, качественно выполняющие технологические операции посадки, обработки, уборки, способные составить конкуренцию западноевропейским производителям сельскохозяйственных машин. В настоящее время практически вся селекция и оригинальное семеноводство России базируются на ручном труде. Зарубежные аналоги, хотя и позволяют выполнять агротехнические требования, но и они не лишены недостатков использования их в российских почвенно-климатических условиях, особенно для выращивания сортов отечественной селекции [7]. Опытные партии экспериментальных машин (сажалка клоновая, сажалка кассетная [3], барабан повреждений для оценки пригодности гибридов картофеля к механизированной уборке [4], копатель селекционный [5], подрезающая скоба, комбайн однорядный и др. [6-8]) за прошедшие годы пришли в негодность. Для этого названные машины должны выпускаться в технологических модификациях по рядности и производительности, иметь разные, в том числе «мягкие», режимы работы и снабжаться

различными приспособлениями, в том числе для предупреждения и снижения повреждений овощных корнеплодов. В этой связи, обоснование требований к машинам и оборудованию, совершенствование технологии и комплекса машин для ее осуществления, является актуальной научной и практической проблемой, имеющей важное значение для экономики страны. К универсальным машинам относятся транспортные средства общего назначения, энергетические средства различного тягового класса, к специальным машинам – техника для посадки, культиваторы, машины для полива, химзащиты [9, 10].

Не менее важным аспектом является обстоятельство, характеризующее особую значимость проблемы развития механизации процессов селекции и семеноводства овощных культур, в том числе разработкой современных технологий, характеризующих внедрение цифровых систем контроля и управления технологическими процессами производства [11, 12]. Интенсивность ведения сельского хозяйства в современных условиях производства невозможна без высокого уровня насыщения машинно-технологических комплексов средствами интеллектуализации [13-15].

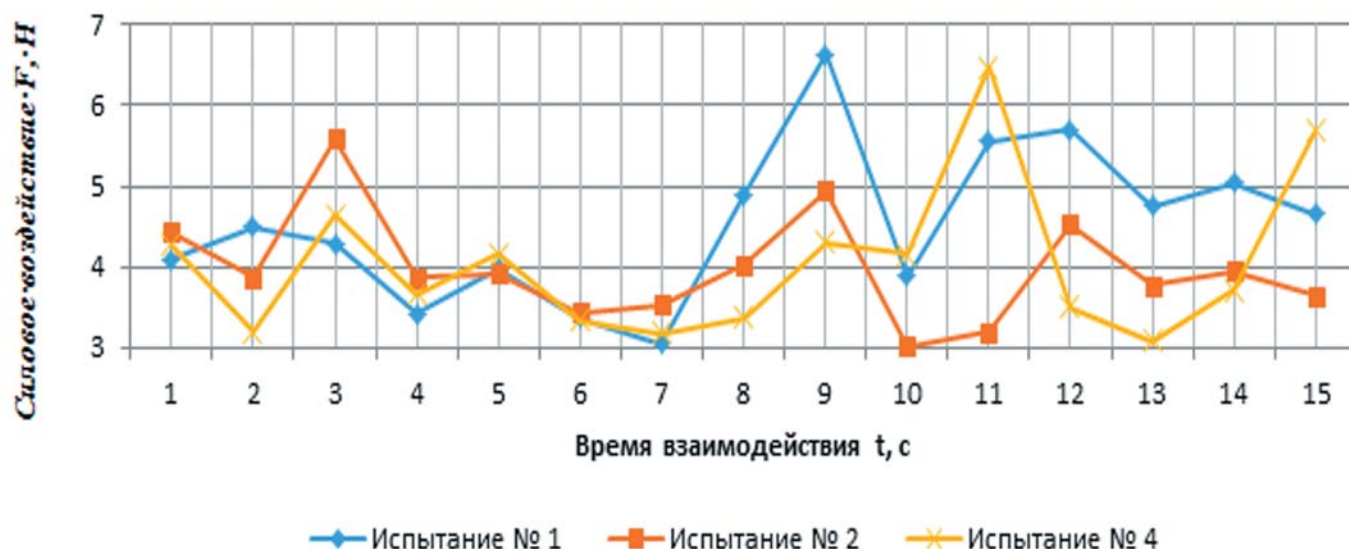
## Обсуждение

Анализ особенностей технологических процессов селекции и семеноводства картофеля, последовательности этапов и разнообразия производственных операций, а также их классификация позволили разработать комплекс машин и оборудования для селекционных и семеноводческих работ в картофелеводстве: устройство для оценки пригодности сортов клубней картофеля к механизированной уборке; модуль по ускоренному размножению мини клубней картофеля; систему управления орошением технологического модуля с управляющим спектром облучения при производстве миниклубней картофеля; линию для послеуборочной обработки лука, морко-



**Рис. 2. Общий вид макетного образца устройства для оценки пригодности сортов и гибридов к механизированной уборке**  
**Fig. 2. General view of a prototype device for assessing the suitability of varieties and hybrids for mechanized harvesting**





**Рис. 3. Силовое воздействие сепарирующей поверхности на клубень картофеля**  
**Fig. 3. Force effect of the separating surface on the potato tuber**

ви, свеклы столовой и картофеля с автоматической системой контроля; автоматическую посадочную машину для селекции и семеноводства картофеля; машины для сортофитопро очистки и закладки на хранение овощных культур и картофеля.

ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разработано и изготовлено устройство для оценки пригодности сортов клубней картофеля к механизированной уборке, которое предназначено для оценки силового воздействия на клубни картофеля рабочих органов уборочной машины в системе оригинального семеноводства картофеля. Устройство (рис. 2) состоит из барабана с обрезиненными прутками 1, с лопастью 2 и откры-

тым за ней окном для загрузки и выгрузки партии испытуемых клубней. Внутри барабана над его осью установлена пальчиковая горка 3, позволяющая менять угол наклона. По торцам барабана установлены неподвижные стенки, предназначенные для удерживания клубней от выкатывания за пределы барабана и имитации боковин элеватора и боковин других рабочих органов картофелеуборочных комбайнов.

Лабораторно-полевые исследования макетного образца устройства для оценки пригодности сортов и гибридов к механизированной уборке клубней картофеля (рис. 3), свидетельствуют о том, что в про-



**Рис. 4. Общий вид модуля**  
**Fig. 4. General view of the module**



**Рис. 5. Устройство модуля (общий вид после высадки рассады)**  
**Fig. 5. Module device (general view after planting seedlings)**

цессе сепарации на рабочих поверхностях устройства для оценки пригодности сортов и гибридов к механизированной уборке клубни взаимодействуют как между собой, так и с активными рабочими органами устройства. Клубни падают при прохождении участка встряхивания на прутки сепарирующего барабана и при переходе с одного ролика на другой, что отображают представленные ниже графические зависимости.

Для технического обеспечения производства миниклубней в системе оригинального семеноводства картофеля разработан и изготовлен модуль по ускоренному размножению миниклубней картофеля. Модуль состоит из следующих частей (рис. 3-5):

рамы с колесами, снабженными стопорами от свободного перемещения; коробка для выращивания растений; осветительной панели; 4 направляющих для перемещения световой панели; технологических крышек; система для подвязывания растений к шпалере с целью удержания растений в вертикальном положении; система полива с резервуаром для питательного раствора; комплекта датчиков контроля режима выращивания; электронного пульта управления модулем.

Результаты лабораторных исследований позволяют сделать вывод о том, что модуль позволяет увеличить выход миниклубней в расчете на одно растение в 4-6 раз, при одновременном обеспече-



**Рис. 6. Схема системы управления орошением технологического модуля с управляющим спектром облучения при производстве миниклубней картофеля**  
**Fig. 6. Scheme of the irrigation control system of the technological module with the control spectrum of irradiation in the production of potato minitubers**



нии однородности их массово-размерных характеристик. В качестве посадочного материала могут быть использованы микрорастения и миниклубни.

Для обеспечения растений картофеля необходимым количеством воды в разные фенологические фазы развития разработана автоматизированная система управления (рис.6) орошением модуля по производству миниклубней картофеля.

Основные преимущества управления спектром облучения картофельных растений при производстве миниклубней картофеля в технологическом модуле:

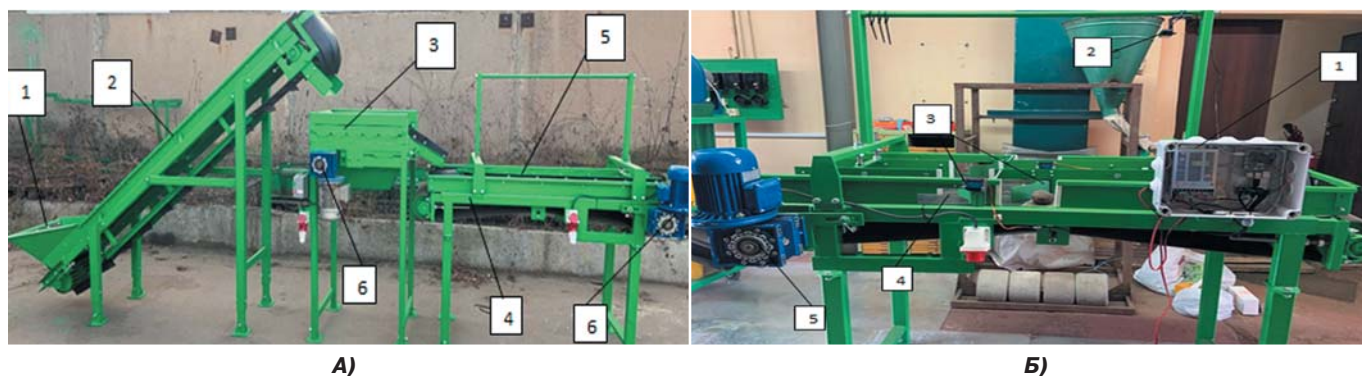
- возможность подбора спектр облучения, который является оптимальным для разных фаз вегетации растений, с целью обеспечения большего количественного выхода миниклубней и повышения их качества;
- возможность изменения спектрального состава излучения вместе с мощностью излучения, что позволит управлять ростом, развитием и продолжительностью активного плодоношения картофельного растения;
- возможность лёгкой интеграции системы авто-

матического управления интенсивностью и спектральным составом света (САУ ИС) в систему управления всего технологического модуля для производства миниклубней.

Для выполнения поставленной задачи в контрольных местах грунта устанавливаются датчики влажности. Датчики постоянно анализируют наличие влаги в почве и выдают информацию на контроллер, который автоматически регулирует объем и продолжительность подачи воды.

Для использования возможности адаптации спектра облучения растений в соответствии со спектром зелёных частей растения разработана система автоматического управления интенсивностью и спектральным составом света, облучающего растения (САУ ИС), в которой реализовано управление источником облучения как минимум по трём независимым каналам, ответственным за три опорных спектральных зоны: синюю – 490-440 нм, фиолетовую – 440-380 нм и ультрафиолетовую – 380-315нм.

Модуль анализа спектра выполняет матричное преобразование сигналов фотопреобразователей к интенсивностям в опорных спектральных зонах.

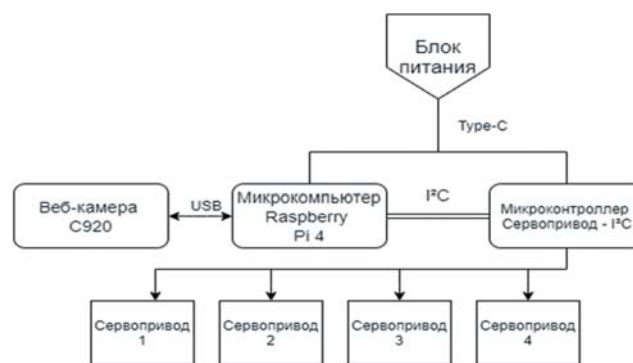


**Рис. 7. Общий вид линии для послеуборочной обработки лука, моркови и столовой свеклы с автоматической системой контроля:** А): 1 – приемный бункер; 2 – передаточный транспортер; 3 – спиральный очиститель вороха; 4 – стол сортировочный; 5 – транспортные ленты; 6 – электродвигатели; Б): 1 – блок управления; 2 – камера; 3 – исполнительные механизмы; 4 – лотки; 5 – электродвигатель привода транспортной ленты

**Fig. 7. General view of the line for post-harvest processing of onions, carrots and table beets with an automatic control system:** А): 1 - receiving hopper; 2 - transfer conveyor; 3 - spiral heap cleaner; 4 - sorting table; 5 - conveyor belts; 6 - electric motors; Б): 1 - control unit; 2 - camera; 3 - actuators; 4 - trays; 5 - conveyor belt drive motor



А)



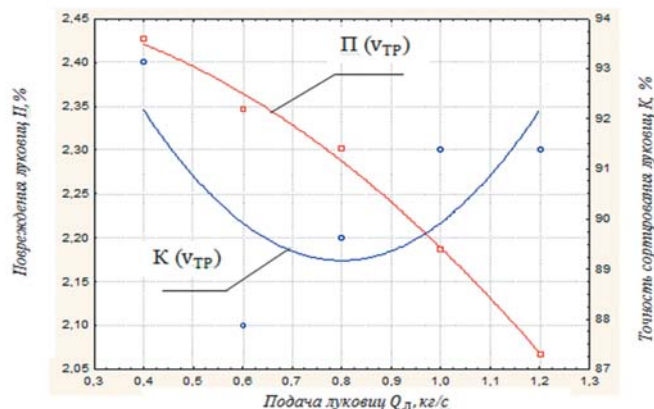
Б)

**Рис. 8: А) – Общий вид системы распознавания корнеклубнеплодов и лукович;**

**Б) – Блок-схема системы управления комплексом машин послеуборочной обработки лука**

**Fig. 8: А) - General view of the recognition system for root crops and bulbs;**

**Б) - Block diagram of the control system for the complex of machines for post-harvest processing of onions**



**Рис. 9. Зависимость точности сортирования K, % и повреждений луковиц P, % от поступательной скорости движения транспортера сортировального стола**  
**Fig. 9. Dependence of the sorting accuracy K, % and bulb damage P, % on the forward speed of the sorting table conveyor**

Модуль формирования установок обеспечивает прием команды от системы управления технологическим модулем, в которых содержатся уровни интенсивности и спектрального состава облучения, соответствующие требованиям картофельных растений в данный период вегетации. Модуль формирования установок, основываясь также на интенсивности и спектральном составе падающего и рассеянного зелеными частями растения излучения, формирует команды для модуля управления светодиодами.

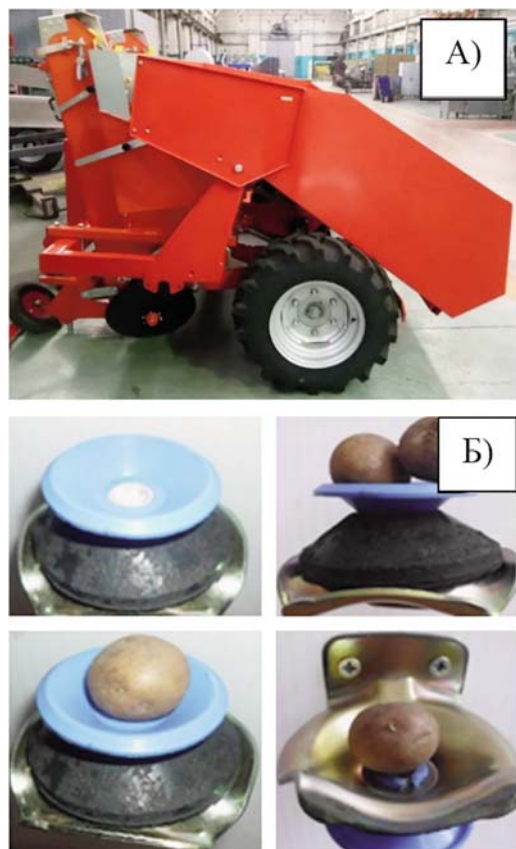
Модуль управления светодиодами, в свою очередь, обеспечивает стабилизацию тока светодиод-

ных ламп таким образом, чтобы обеспечить заданную облученность картофельных растений.

Для выполнения качественного сортирования товарной продукции разработана линия для послеуборочной обработки корнеклубнеплодов и лука с системой автоматизированного сортирования (рис. 7), которая обеспечивает сортирование товарной продукции посредством сканирования системой технического зрения разделяемого объекта, передачи полученной информации на блок управления и дальнейшей ее трансформации через систему оптического контроля (рис. 7А) на исполнительные механизмы сортирования, представленные упруго-эластичными рабочими органами, приводимыми в действие электроприводами, схема управления которыми представлена на рисунке 7Б.

Результаты лабораторных исследований линии для послеуборочной обработки корнеклубнеплодов и лука с системой автоматизированного сортирования позволяет констатировать, что наибольшая точность сортирования луковиц более 91%, достигается при поступательной скорости движения транспортера сортировального стола, равной 1,2 м/с, при повреждении луковиц 2,3%, что соответствует агротехническим требованиям на послеуборочную обработку.

ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разработана автоматическая посадочная машина (рис. 10. А), которая обеспечивает равномерную посадку клубней, как по ширине,



| Показатель                             | Значение       |
|----------------------------------------|----------------|
| Тип                                    | навесная       |
| Агрегируется (марка трактора)          | МТЗ-82 (кл. 2) |
| Ширина захвата, рядков/м               | 1,8            |
| Габаритные размеры посадочной машины   |                |
| Длина × ширина × высота, мм            | 2210×2565×2300 |
| Масса конструкционная, кг              | 1070           |
| Количество высаживающих аппаратов, шт. | 2              |
| Диаметр высаживающих ложечек, мм       | 50             |

В)

**Рис. 10: А) – Общий вид макетного образца автоматической посадочной машины для селекции и семеноводства картофеля; Б) – Общий вид ложечек высаживающего аппарата; В) – Техническая характеристика посадочной машины**  
**Fig. 10: А) - General view of a model sample of an automatic planting machine for potato breeding and seed production; Б) - General view of the spoons of the planting apparatus; В) - Technical characteristics of the landing machine**

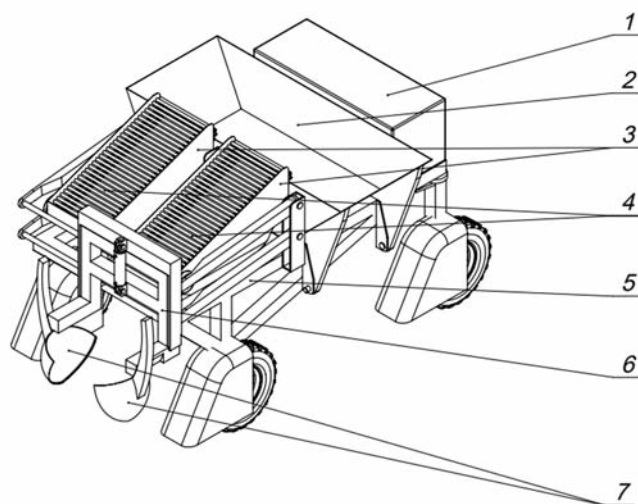


так и по глубине раскрываемой борозды, что способствует более дружному появлению всходов картофеля, равномерному фракционному составу клубней, экономии земельных ресурсов и как следствие повышению рентабельности производимой продукции.

Современные посадочные машины комплектуются двумя наборами сменных ложечек: для крупной фракции семенных клубней 60-80 г и мелкой 40-60 г, так как в оригинальном семеноводстве размеры мини-клубней, полученных биотехнологическим способом, варьируют от 5 до 20 г, разработан высаживающий аппарат, обеспечивающий захват и перемещение в направляющий кожух по одному миниклубню в каждой ложечке и изготовлен опытный образец посадочной машины.

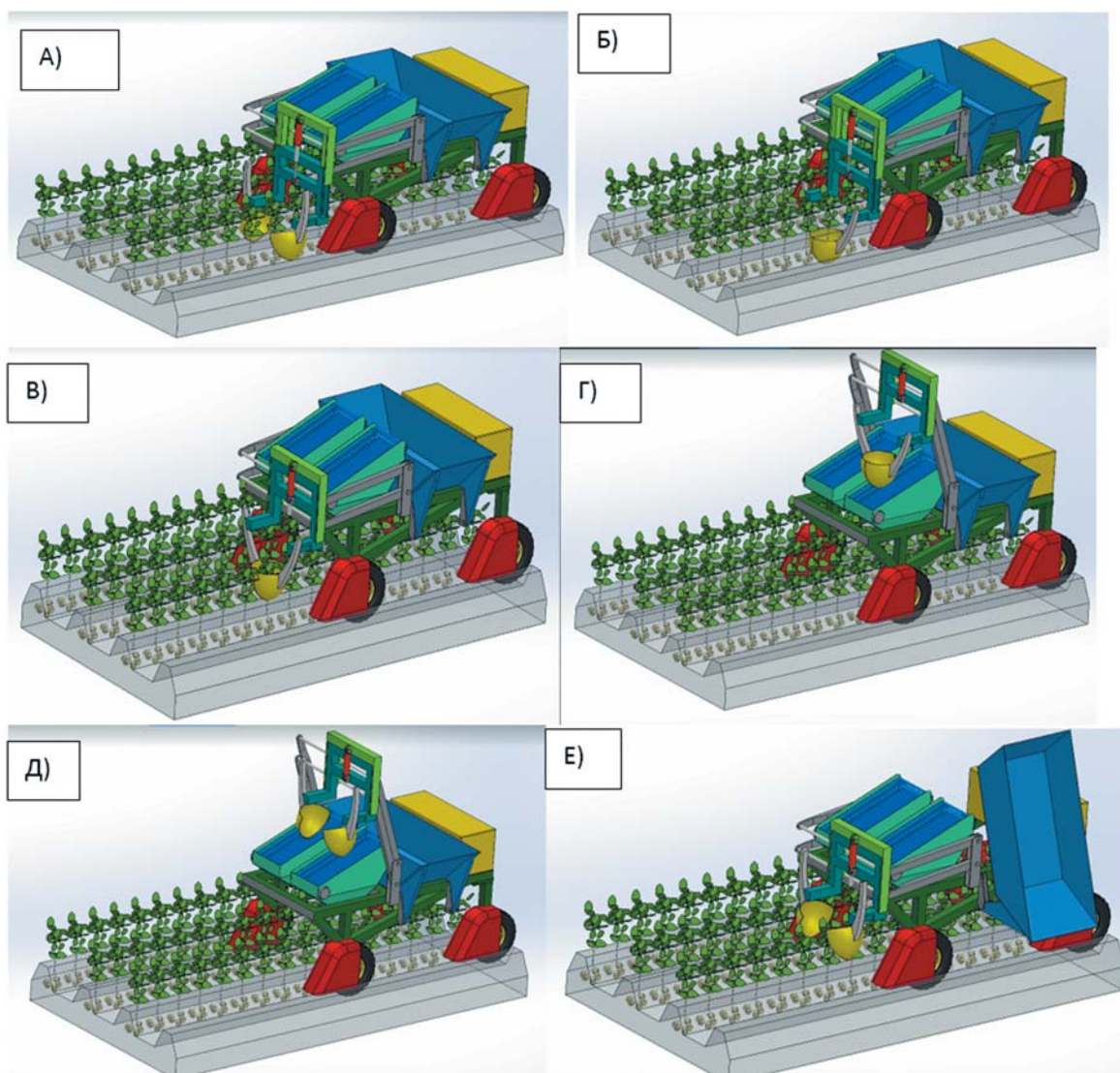
С целью исключения перескакивания миниклубней с одной ложечки на другую и защемления их между ложечками и направляющим кожухом (рисунок 10 Б) необходимо обратную сторону ложечки выполнить в виде приёмной чаши 8.

Обеспечение качественных показателей посадки клубней картофеля достигается в результате техни-



**Рис. 11. Конструктивная схема машины для сортофиточистки овощных культур и картофеля:**  
1 – силовая установка; 2 – саморазгружающийся бункер; 3 – бункер для почвы; 4 – планчатый транспортер; 5 – рама шасси; 6 – подъемный механизм; 7 – рабочий орган в форме ковшей

**Fig. 11. Structural diagram of a machine for variety cleaning of vegetable crops and potatoes:**  
1 – power plant; 2 – self-unloading bunker; 3 – soil bunker; 4 – slatted conveyor; 5 – chassis frame; 6 – lifting mechanism; 7 – working body in the form of buckets



**Рис. 12. Технологическая схема работы машины для сортофиточистки овощных культур и картофеля**  
**Fig. 12. Technological scheme of the machine for phyto-cleaning of vegetable crops and potatoes**

ческого решения конструкции высаживающего аппарата, а именно за счет конфигурации формы поверхности ложечки высаживающего аппарата и ее расположения на тяговом элементе, выполненной в виде роликовой длиннозвенной цепи.

Набор сменных ложечек четырех типоразмеров позволит осуществлять более качественную и бережную посадку не только мини-клубней, но и супер-суперэлиты, суперэлиты, элиты, репродукционного и продовольственного картофеля.

Разработанная конструкция ложечек высаживающего аппарата элеваторного типа, в зависимости от установленных чаш, способствует обеспечению посадочной машины более универсальной, позволяющей производить более качественную и бережную посадку клубней картофеля всех категорий с массой от 5 до 80 грамм. Небольшие контурные размеры посадочной машины расширяют ее применение на мелко-контурных участках фермеров и хозяйств населения (ЛПХ). Известно, что получение стабильных, высоких и качественных урожаев в различных почвенно-климатических условиях требует выведения и адаптации новых сортов, что сопряжено с рядом специфических трудно механизированных операций полевой стадии производства и обработки урожая на селекционно-опытных участках [1-4]. Мировое производство селекционной техники сосредоточено в основном в индустриально развитых странах в частных фирмах: «Алмако» (США), «Хеге» (Германия), «Винтерштайгер» (Австрия), «Сампо Розенлев» (Финляндия), «Веструп» (Дания). Стратегическое решение проблемы механизации процессов селекции, сортоиспытания и первичном семеноводстве овощных культур в России закупкой машин за рубежом нецелесообразно из-за высокой стоимости не только самих машин, но и комплектующих к ним и других расходных материалов [5,8, 9].

В настоящее время имеются различные машинно-технологические комплексы для удаления зараженных растений картофеля и овощных культур, выполняющих технологический процесс по запланированному алгоритму последовательности выполнения работ. В связи с тем, что первую прочистку проводят вскоре после появления полных всходов, когда растения достигают высоты 15-20 см при удалении кустов, пораженных черной ножкой, ризоктониозом и вирусами, следовательно, машина для прочистки зараженных растений картофеля должна обеспечить условие поступательного движения по поверхности поля с возможностью распознавания здоровых и зараженных растений картофеля. В настоящее время предприятия отечественного сельскохозяйственного машиностроения не обеспечивают разработку данной категории машин в том числе и с автоматизированным выполнением технологического процесса удаления зараженных растений. В связи с чем предлагается следующий проект машины по проведению для удаления зараженных растений картофеля и овощных культур (рисунок 11).

Представленная машина состоит из рамы шасси на котором установлен саморазгружающийся бункер для растений, бункер для почвы с установленным на нём планчатым транспортёром и рабочими органами для извлечения поражённых растений из почвы вместе с корневой системой и почвой. Рабочий орган может представлять собой два ковша с заострёнными кромками или пару вилок.

Принцип работы предлагаемой машины для сортофитопроочистки представлен на рисунке 12 и заключается в следующем.

При движении по полю при помощи оператора или с использованием технологий машинного зрения определяется заражённое растение или растение (рисунок 12 А), не соответствующее сортовым признакам.

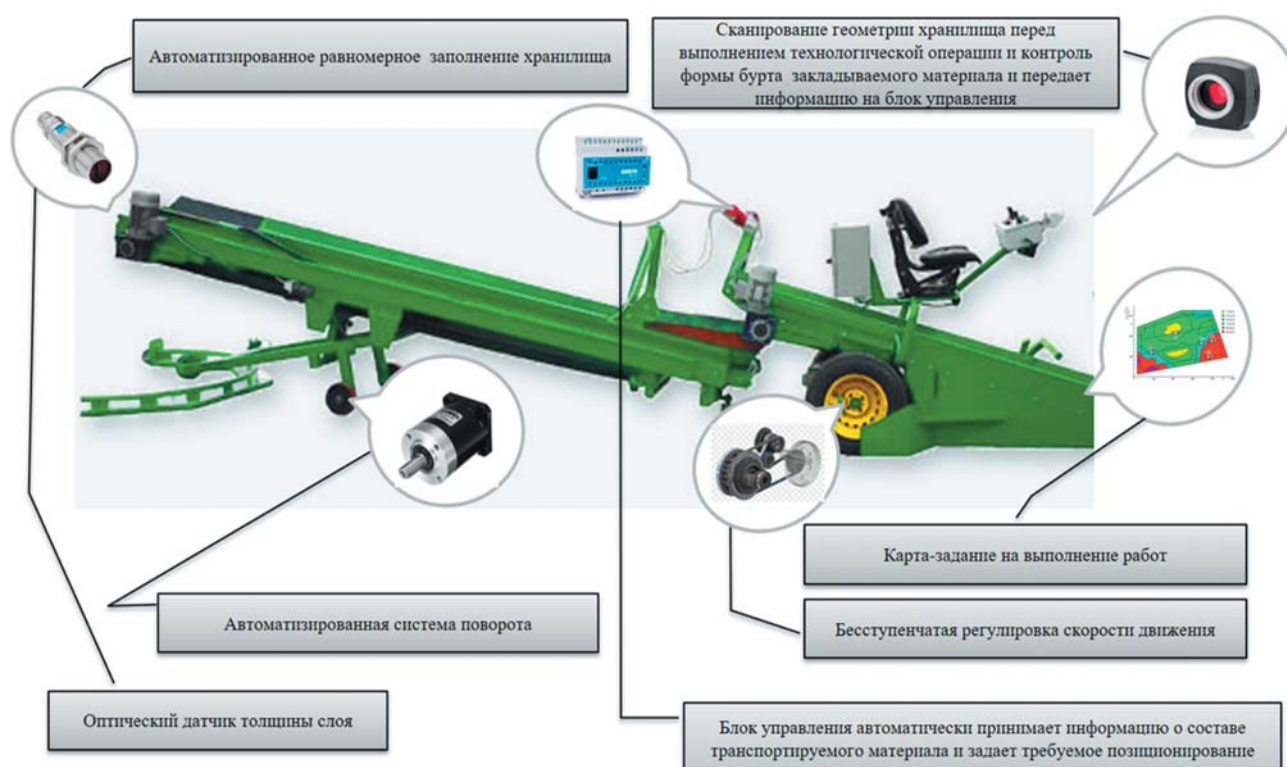
В случае определения подобного растения машина останавливается, при этом рабочий орган должен находиться над растением (рис. 12 Б), которое подлежит удалению, после чего при помощи гидроцилиндров происходит заглубление каждого из ковшей (вил) до их полного смыкания, тем самым образую полусферу (рис. 12 В). Затем рабочий орган извлекается из почвы и поднимается над бункером для почвы, после чего происходит раскрытие ковшей (вил) и содержащаяся в них масса почвы и растения с корневой системой поступает на планчатый транспортер (рис. 12 Г), при движении по которому происходит отделение почвы от корневой системы растения (рис. 12 Д), при этом почва сыпается в нижестоящий бункер для почвы, а растения с корневой системой поступаю в саморазгружающийся бункер (рис. 12 Е).

При данной схеме работы грунт, поступивший в бункер для почвы может быть в нём дополнительно продезинфицирован одним из наиболее актуальных способов, кроме того образованная лунка после удаления растения может быть отдельно продезинфицирована аэрозолем препаратов [10].

После дезинфекции грунта в машине он может быть сыпан в следующую лунку, образующуюся после извлечения другого растения. В настоящее время не достаёт автоматизированных инструментов принятия решений, комплексно использующих данные различных информационных источников для поддержки и оптимизации производственных и технологических процессов. Для более качественного и оперативного управления сложными процессами в современном сельскохозяйственном производстве, например, с уборкой, логистикой вывоза урожая с поля или же закладки на хранение, их оптимизации по определенным критериям необходимо слияние различных показателей, получаемых от сенсоров разных типов и информационных источников.

Выполнение операций загрузки, перегрузки процесса послеуборочной обработки является трудоемким этапом всего цикла производства овощных культур и картофеля.





**Рис. 13. Технологическая схема роботизированной машины для закладки на хранение овощных культур и картофеля**  
**Fig. 13. Technological scheme of a robotic machine for storing vegetables and potatoes**

Разнообразие различных типов погрузочных машин, ставит проблему выявления наиболее перспективных средств, способных эффективно работать в условиях крестьянско-фермерских хозяйств и небольших площадей хранилищ с эффективным использованием их полезной площади. При загрузке хранилища важно следить за перемещением стрелы погрузчика в горизонтальной плоскости, во избежание образования в насыпи овощных культур почвенных столбов, из-за чего клубень начинает гнить или прорасти. Реализация данных направлений в настоящее время обеспечивается широким внедрением труда человека, от квалификации выполнения которого зависят сохранение посадочного материала (семеноводство овощных культур и картофеля), а также показатели качества при их товарном производстве.

Кроме того, согласно результатам исследований установлено, что механические повреждения корнеклубнеплодов в зависимости от технологии закладки на хранение обеспечиваются при его уборке по поточной технологии, при которой перед закладкой на хранение выполняются операции сепарации и сортирования на фракции, а процессы в селекции и семеноводстве овощных культур и картофеля, определяющие закладку на хранение продукции выполняются по прямоточной технологии, исключающей послеуборочную обработку и для закладки качественной продукции на хранение необходимо обеспечивать идентификацию зараженных и некондиционных семенников овощных культур и картофеля устройствами, обеспечивающими закладку их на хранение.

В целях повышения уровня автоматизации следует стремиться регистрировать важные параметры в реальном времени или через другие источники и включать их в массив данных. Доступные важные и ценные данные сами по себе не помогут или не могут быть полностью использованы, если неизвестны или не могут быть установлены алгоритмы их взаимосвязей.

Следовательно, выполнение работ по автоматизации, первичных этапов роботизации операций процесса загрузки овощных культур, а также картофеля и их распределение по площади хранилища с учетом агротехнических, экономических и эргономических показателей работы представляет научную проблему, решение которой позволит обеспечить переход к высокопродуктивному чистому агрохозяйству, исключающему широкое внедрение ручного труда, а также исключению или же максимальному снижению заражения посадочного материала и товарной продукции овощных культур и картофеля.

В ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разрабатывается роботизированная машина для закладки на хранение овощных культур и картофеля, в конструкции которой предусмотрена цифровая система автоматического контроля и управления с программой работы погрузчика при формировании насыпи террасным способом с полезным использованием площади хранилища. Выполнение операций по загрузке овощных культур и картофеля с цифровой системой контроля и управления состоит из следующих этапов:

- 1) Сканирование рельефа поверхности бурта;
- 2) Создание трехмерной поверхности рельефа поверхности бурта;

3) Определение места укладки для равномерного распределения клубней на поверхности бурта методом глубокого обучения искусственной нейронной сети;

4) Передача управляющего сигнала на блок управления роботизированного буртоукладчика;

5) Перемещение роботизированного буртоукладчика по алгоритму движения;

6) Равномерное распределение клубней по поверхности бурта.

Алгоритм функционирования технологической машины в комплексе, отражает технологическую возможность выполнения одной или нескольких операций процесса и реализован в конструкции машины, представленной на рисунке 13.

Таким образом, разработка энергоэффективных машин, выполняющих комплекс работ в селекции и семеноводстве картофеля обеспечит необходимость ускоренного перевода селекционных работ, оригинального, элитного и репродукционного семеноводства картофеля на современный организационный и технологический уровень.

## Выводы

Результаты проведенного анализа технического обеспечения отрасли овощеводства Российской Федерации позволяют сделать вывод о том, что повышение объемов производства овощной продукции неразрывно коррелирует с уровнем технического обеспечения отрасли овощеводства, что подтверждает уровень локализации сельскохозяйственного машиностроения Российской Федерации, а также Республик Беларуси, где сельскохозяйственное машиностроение представлено широкой номенклатурой предприятий, выпускающие комплексы машин от предпосадочной обработки почвы до послеуборочной обработки товарной продукции:

- Российская Федерация: ООО «Колнаг», ООО «Агротехмаш», ЗАО СП «Брянсксельмаш», ОАО «Миллеровосельмаш», ООО «Воронежсельмаш», ЗАО «Белинсксельмаш» и др;

- Республика Беларусь: РУП «Гомсельмаш», ОАО «Бобруйскагромаш», ОАО «Лидаагропромаш».

Потребность товаропроизводителей России в современных высокотехнологичных комплексах машин для производства овощных культур сегодня очень высока. Но большинство хозяйств как в России, так и в странах СНГ являются низкоприбыльными, и не могут приобрести дорогостоящую технику за счет собственных средств. Поэтому один из основных механизмов обновления парка сельхозтехники – привлечение кредитных ресурсов коммерческих банков и лизинговых компаний. Кроме того, интенсивность ведения сельского хозяйства в современных условиях производства невозможна без высокого уровня насыщения машинно-технологических комплексов средствами интеллектуализации. Получать качественную конкурентоспособную

продукцию можно только при использовании современных высокопроизводительных машин, обеспечивающих совмещение технологических операций, в конструкциях которых заложены системы автоматизированного управления технологическими процессами, учета почвенного плодородия, обеспечения экологической чистоты агроландшафтов.

Необходим ускоренный перевод селекционных работ, оригинального, элитного и репродукционного семеноводства на современный организационный и технологический уровень. Поскольку многие работы в селекции должны проводиться по современным методам молекулярной генетики и биотехнологии для их выполнения должно применяться соответствующее лабораторное оборудование. Для облегчения и ускорения селекционных работ в теплицах и на полевых участках должны быть предусмотрены разные сменные рабочие органы и приспособления к тракторам малой мощности, а также различные ручные орудия.

В развитии работ по отечественной селекции и семеноводству овощных культур целесообразно использовать серийные специальные машины для подготовки почвы под посадку, для ухода за посадками, посадочную машину разных типов, уборочную технику и машины для механизации работ в хранилищах.

Для этого названные машины должны выпускаться в технологических модификациях по рядности и производительности, иметь разные, в том числе «мягкие», режимы работы и снабжаться различными приспособлениями, в том числе для предупреждения и снижения повреждений посадочного материала.

В Российской Федерации ФНАЦ ВИМ является фактически единственным производителем специализированной техники для селекции и семеноводства. Однако, в настоящее время номенклатура и объемы производства данных специализированных машин не позволяют удовлетворить существующие потребности.

Связано это с рядом следующих проблем: отсутствие высокотехнологичного станочного оборудования для производства узлов, деталей, сборочных единиц техники; недостаточный уровень обеспечения кадрами рабочих специальностей, инженерами, конструкторами, научными сотрудниками; отсутствие финансовых средств для закупки материалов и комплектующих; низкий уровень локализации производства комплектующих, в частности сложных узлов (дизельные двигатели, трансмиссии, элементы гидравлической системы и электроники); рост цен на импортные комплектующие и сроков их поставки; необходимость проведения ряда исследований, разработки и организации производства отдельных видов селекционно-семеноводческих машин и оборудования, не производящихся в настоящее время.



**Об авторах:**

**Яков Петрович Лобачевский** – доктор технических наук, профессор, академик РАН, lobachevsky@yandex.ru  
**Алексей Семенович Дорохов** – доктор технических наук, профессор, академик РАН, dorokhov.vim@yandex.ru  
**Алексей Викторович Сибирев** – доктор технических наук, профессор РАН, автор для переписки, sibirev2011@yandex.ru

**About the Authors:**

**Yakov P. Lobachevsky** – Doc. Sci. (Engineering), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, lobachevsky@yandex.ru  
**Alexey S. Dorokhov** – Doc. Sci. (Engineering), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, dorokhov.vim@yandex.ru  
**Alexey V. Sibirev** – Doc. Sci. (Engineering), Professor of the Russian Academy of Sciences, Author for Correspondence, sibirev2011@yandex.ru

**• Литература**

1. Аксенов А.Г., Сибирев А.В., Козлова А.И. Методология разработки технологических и технических решений на возделывании овощных культур на примере посадки лука-севка. Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации государственной программы развития сельского хозяйства – международная научно-техническая конференция. – Москва: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства», 2015. С. 284–288.
2. Аксенов А.Г., Сибирев А.В., Емельянов П.А. Обеспеченность техникой для овощеводства. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2016;(8):25-30.
3. Валге А.М. Формализация технологий растениеводства как динамических систем. *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2003;(74):26-34.
4. Морозов Ю.Л., Андрианов В.М., Максимов Д.А., Богданов К.В. Разработка адаптивных технологий производства продукции растениеводства. Государственное научное учреждение Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук. Санкт-Петербург, 2005.
5. Полуэктов Р.А. Динамические модели агроэкосистемы. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. 312 с.
6. Измайлов А.Ю., Гришин А.А., Гришин А.П., Лобачевский Я.П. Экспертные системы интеллектуальной автоматизации технических средств сельскохозяйственного назначения. Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий. Москва, 2014. С. 379–382.
7. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Бейлис В.М., Ценч Ю.С. Инновационная система машинно-технологического обеспечения предприятий агропромышленного комплекса. Том Часть 1. Инновационная система машинно-технологического обеспечения сельскохозяйственных предприятий на длительную перспективу. Москва, 2019.
8. Попов В.Д., Валге А.М., Папушин Э.А. Повышение эффективности производства продукции растениеводства с использованием информационных технологий. *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2009;(81):32–39.
9. Лобачевский Я.П., Ценч Ю.С. Принципы формирования систем машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации технологических процессов в растениеводстве. *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2022;16(4):4-12. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-4-4-12. EDN IDJFYV.
10. Сибирев А.В., Аксенов А.Г., Дорохов А.С. Уточненный расчет сепарирующей поверхности машин для уборки лука. *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018;12(3):28-31. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-28-31. EDN UUULPD.
11. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Дорохов А.С., Сибирев А.В., Крючков В.А., Сазонов Н.В. Современные технологии и техника для сельского хозяйства - тенденции выставки Agritechnika. 2019. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2020;(6):28-40.
12. Рейнгарт Э.С., Сорокин А.А., Пономарев А.Г. Унифицированные картофелеуборочные машины нового поколения. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2006;(10):3–5.
13. Hevko R.B., Tkachenko I.G., Synii S.V. Development of design and investigation of operation processes of small-scale root crop and potato harvesters. *INMATEH-agricultural engineering*. 2016;(49):53 – 60.
14. Протасов А.А. Функциональный подход к созданию лукоуборочной машины // *Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина*. 2011;(47):37-43.
15. Сорокин А.А. Теория и расчет картофелеуборочных машин (монография). М.: ВИМ. 2006. 159 с.

**• References**

1. Aksenov A.G., Sibirev A.V., Kozlova A.I. Methodology for development of technological and technical solutions for the cultivation of vegetable crops on the example of onion planting. Intelligent machine technologies and equipment for the implementation of the state program for the development of agriculture - international scientific and technical conference. Moscow: All-Russian Scientific Research Institute of Agricultural Mechanization, 2015. pp. 284–288. (In Russ.)
2. Aksenov A.G., Sibirev A.V., Emelyanov P.A. Provision of machinery for vegetable growing. *Tractors and agricultural machinery*. 2016;(8):25-30. (In Russ.)
3. Valge A.M. Formalization of crop production technologies as dynamic systems. *Technologies and technical means of mechanized production of crop production and animal husbandry*. 2003;(74):26-34. (In Russ.)
4. Morozov Yu.L., Andrianov V.M., Maksimov D.A., Bogdanov K.V. Development of adaptive technologies for the production of crop production. State Scientific Institution North-Western Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture of the Russian Academy of Agricultural Sciences. St. Petersburg, 2005. (In Russ.)
5. Poluektov R.A. Dynamic models of agroecosystem. L.: Hydrometeoizdat, 1991. 312 p. (In Russ.)
6. Izmailov A.Yu., Grishin A.A., Grishin A.P., Lobachevsky Ya.P. Expert systems of intelligent automation of agricultural equipment. Innovative development of the agroindustrial complex of Russia on the basis of intelligent machine technologies. Moscow, 2014. pp. 379-382. (In Russ.)
7. Izmailov A.Yu., Lobachevsky Ya.P., Beilis V.M., Tsench Yu.S. Innovative system of machine and technological support for enterprises of the agro-industrial complex. Volume Part 1. An innovative system of machine-technological support of agricultural enterprises for the long term. Moscow, 2019. (In Russ.)
8. Popov V.D., Valge A.M., Papushin E.A. Improving the efficiency of crop production using information technologies. *Technologies and technical means of mechanized production of crop production and animal husbandry*. 2009;(81):32–39. (In Russ.)
9. Lobachevsky Ya.P., Tsench Yu.S. Principles of formation of systems of machines and technologies for complex mechanization and automation of technological processes in crop production. *Agricultural machines and technologies*. 2022;16(4):4-12. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-4-4-12. EDN IDJFYV. (In Russ.)
10. Sibirev A.V., Aksenov A.G., Dorokhov A.S. Refined calculation of the separating surface of the onion harvesting machine. *Agricultural machines and technologies*. 2018;12(3):28-31. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-28-31. EDN UUULPD. (In Russ.)
11. Izmailov A.Yu., Lobachevsky Ya.P., Dorokhov A.S., Sibirev A.V., Kryuchkov V.A., Sazonov N.V. Modern technologies and equipment for agriculture - Agritechnika 2019 exhibition trends. *Tractors and agricultural machines*. 2020;(6):28-40. (In Russ.)
12. Reingart E.S., Sorokin A.A., Ponomarev A.G. Unified new generation potato harvesters. *Tractors and agricultural machines*. 2006;(10):3-5. (In Russ.)
13. Hevko R.B., Tkachenko I.G., Synii S.V. Development of design and investigation of operation processes of small-scale root crop and potato harvesters. *INMATEH-agricultural engineering*. 2016;(49):53-60.
14. Protasov A.A. Functional approach to the creation of an onion harvester // *Bulletin of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Moscow State Agroengineering University*. V.P. Goryachkin. 2011;(47):37-43. (In Russ.)
15. Sorokin A.A. Theory and calculation of potato harvesters (monograph). M.: VIM. 2006. 159 p. (In Russ.)

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-18-23>  
УДК 635.621.3:631.524.5

И.Б. Коротцева, А.С. Ермолаев\*, Г.А. Химич

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

\*Адрес для переписки:  
ErmolaevAlexeyStanislavovich@gmail.com

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в написании статьи, прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Коротцева И.Б., Ермолаев А.С., Химич Г.А. Генетика окраски плода у *Cucurbita pepo* L. Овощи России. 2023;(5):18-23. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-18-23>

**Поступила в редакцию:** 24.07.2023  
**Принята к печати:** 26.08.2023  
**Опубликована:** 29.09.2023

Irina B. Korotseva, Alexey S. Ermolaev\*, Galina A. Khimich

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

\*Correspondence:  
ErmolaevAlexeyStanislavovich@gmail.com

**Conflict of interest:** The authors declare that they have no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors confirm they have contributed to the intellectual content of this paper.

**For citations:** Korotseva I.B., Ermolaev A.S., Khimich G.A. The genetics of fruit color in *Cucurbita pepo* L. Vegetable crops of Russia. 2023;(5):18-23. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-18-23>

**Received:** 24.07.2023  
**Accepted for publication:** 26.08.2023  
**Published:** 29.09.2023

# Генетика окраски плода у *Cucurbita pepo* L.



## Резюме

Вид *Cucurbita pepo* L., к которому относятся кабачок, патиссон, твердокорая тыква и ряд других культур, обладает высокой полиморфностью как по строению растений, так и по форме, размеру, окраске коры и мякоти плодов. Окраска коры плодов этого вида может быть белой, кремовой, желтой, зеленой, оранжевой с рисунком и без. Внешний вид может сильно влиять на маркетинговый успех новых гибридов среди целевой аудитории. Это объясняется тем, что в отношении окраски плодов существуют сильные региональные предпочтения потребителей, хотя чаще всего, на прилавках сетевых магазинов, в свежем или консервированном виде, можно встретить плоды ярких, насыщенных цветов и оттенков. При этом, для консервирования чаще используют ярко окрашенные плоды, тогда как для переработки на икру – светлоокрашенные [1].

Paris H. S. и Brown R. N. обобщили данные по идентификации более 80-ти генных локусов, влияющих на окраску плодов *Cucurbita pepo* L., некоторые из них являются многоаллельными [2]. Окраска плода у твердокорой тыквы зависит от наличия и взаимодействия между собой локусов, отвечающих за этот признак, и множества других факторов, в том числе и условий выращивания [3,4]. У тыквенных культур, в различные фазы, за окраску отвечают разные гены [5–7]. Все это делает селекцию кабачка и патиссона по признаку окраска коры плода весьма сложной. Знание генетики окраски может упростить эту задачу. В данной статье попытались обобщить результаты исследований, представленные в иностранных литературных источниках, по изучению генов *Cucurbita pepo* L., отвечающих за окраску поверхности плода и мякоти, её интенсивность, наличие или отсутствие рисунка различной окраски и конфигурации. Отечественных исследований по данной тематике обнаружить не удалось.

**Ключевые слова:** summer squash, *Cucurbita pepo* L., комплекс B-W-Y-L генов, окраска коры, интенсивность окраски коры, рисунок на поверхности коры, окраска мякоти, кабачок, патиссон, твердокорая тыква, генетика окраски плода

# The genetics of fruit color in *Cucurbita pepo* L.

## Abstract

Species *Cucurbita pepo* L., which includes marrow, squash, hard-barked pumpkin and a number of other crops, has a high polymorphism both in plant structure and in shape, size, color of the bark and fruit pulp. The color of the bark of the fruits of this species can be white, cream, yellow, green, orange with or without a pattern. Appearance can greatly influence the marketing success of new hybrids among the target audience. This is explained by the fact that there are strong regional consumer preferences regarding the color of fruits, although most often, on the shelves of chain stores, in fresh or canned form, you can find fruits of bright, saturated colors and shades. At the same time, brightly colored fruits are more often used for canning, while light-colored ones are used for processing into caviar [1]. Paris H.S. and Brown R.N. summarized the identification of more than 80 gene loci that affect fruit color in *Cucurbita pepo* L., some of which are multi-allelic [2]. The color of the fruit in hard-barked pumpkin depends on the presence and interaction between the loci responsible for this trait, and many other factors, including growing conditions [3,4]. In cucurbits, in different phenophases, different genes are responsible for color [5–7]. All this makes the selection of summer squash and scallop on the basis of the color of the fruit bark very difficult. Knowing the genetics of coloration can make this task easier.

In this article, we tried to summarize the results of studies presented in foreign literature sources on the study of *Cucurbita pepo* L. genes responsible for the color of the surface of the fruit and pulp, its intensity, the presence or absence of a pattern of various colors and configurations. No domestic studies on this topic could be found.

**Keywords:** summer squash, *Cucurbita pepo* L., complex of B-W-Y-L genes, bark color, bark color intensity, drawing on the surface of the bark, pulp color, summer squash, Scallop, Vegetable marrow, fetus color genetics



### Введение

**К**абачок широко востребован в питании не только в России, но и за рубежом благодаря своим высоким питательным и диетическим качествам. Скороспелость, холодостойкость и высокая урожайность плодов делают его привлекательным для сельхозпроизводителей. Не менее востребована эта культура и на перерабатывающих комбинатах.

В структуре посевных площадей овощных и бахчевых культур в РФ кабачки составляют до 3%. По данным Росстата в 2021 году посевные площади кабачка в России составляли 23,59 тыс. га. Основные площади под этой культурой находятся в частном секторе [8].

Кроме таких основополагающих показателей, как: урожайность, лежкость, транспортабельность, выравненность, одной из важных характеристик качества плодов является окраска коры. Внешний вид может сильно влиять на маркетинговый успех новых гибридов среди целевой аудитории. Это объясняется тем, что в отношении окраски плодов существуют сильные региональные предпочтения потребителей, хотя чаще всего, на прилавках сетевых магазинов, в свежем или консервированном виде, можно встретить плоды ярких, насыщенных цветов и оттенков. При этом, для консервирования чаще используют яркоокрашенные плоды, тогда как для переработки на икру – светлоокрашенные (рис. 1, 2) [1].



**Рис. 1. Растение кабачка сорта Корнишонный со светлоокрашенными плодами;**  
**Fig. 1. Gherkin summer squash plant with light-colored fruits**

Кабачки *C. pepo* subsp. *pepo* и патиссоны subsp. *ovifera* (L.) Decker относятся к семейству *Cucurbitaceae*, роду *Cucurbita*, виду *Cucurbita pepo* L. Семейство *Cucurbitaceae*, по разным оценкам, состоит из 98-118 родов и 825-975 видов, в основном распространенных в тропических и субтропических регионах, что говорит о огромном видовом морфологическом разнообразии (9,10). Так, например, если для *Cucumis sativus* число хромосом равно 14 ( $2x=2n=14$ ), для *Citrullus vulgaris* число хромосом равно 22 ( $2x=2n=22$ ), то для *Cucurbita* число хромосом уже будет равно 40 ( $2x=2n=40$ ) [11,12].

Вид *Cucurbita pepo* L., к которому относятся кабачок, патиссон, твердокорая тыква и ряд других культур, обладает высокой полиморфностью по форме, размеру и окраске плодов. Окраска коры плодов *Cucurbita pepo* L. может быть белой, кремовой, желтой, зеленой, оранжевой. При этом, на плодах может проявляться четкий или слабовыраженный, различный по очертанию и окраске рисунок. «Трудно представить себе большее разнообразие форм, красок, вегетативных признаков, формы плода. Особенно это разнообразие свойственно видам *Cucurbita pepo* и *C. maxima*», - писал в своих трудах Вавилов [11].

С 1977 года свою работу начал Кооператив генетики



**Рис. 2. Кабачок Фараон**  
**Fig. 2. Summer squash - zucchini Pharaoh**

тыквенных (*Cucurbit Genetics Cooperative*). Эта организация была создана для обмена результатами своих исследований и разработок по всему миру, делая упор на свободный обмен информацией в области генетики и селекции *Cucurbitaceae*. Особый интерес представляет реестр «Gene List for *Cucurbita* species “Squash and Pumpkin (*Cucurbita* spp.)», в котором отражены исследования различных ученых по этому направлению [13]. В данном, регулярно обновляемом реестре, представлен полный список известных генов, в том числе отвечающих за окраску коры плода *Cucurbita* с подробной источниковой базой [13-22].

Первые исследования закономерностей наследования по ряду хозяйственно ценных признаков для кабачка и патиссона, или как их еще называют в англоязычных странах summer squash (летние тыквы) (var. *Giraumons* Duch.) датируются 1922 годом. В работе Sinnot E.W., & Durham G.B. (1922) было проведено изучение наследования таких признаков как окраска коры и мякоти, рисунок и бородавчатость коры. При этом по окраске плода кабачки были разделены на три основные группы: белые, желтые и зеленые. В остальных случаях рассматриваются оттенки цветов. В исследованиях Paris H.S. (2002) вопрос окраски рассматривается более подробно. По его мнению, признак окраски плодов состоит из влияющих друг на друга компонентов: цвета, оттенка, насыщенности и рисунка на поверхности плодов [20,23].

Было отмечено, что цветовое разнообразие оттен-

ков и окрасок *C. pepo* также может зависеть от твердости коры. Например, арбузы, тыквы, твердокорые дыни, кабачки и патиссоны могут характеризоваться рисунками на поверхности плода, различными по очертанию и расцветке, которые отличаются от рисунков генотипов с мягкой корой [24].

Paris H.S. и Brown R.N. обобщили данные по идентификации более 80-ти генных локусов, влияющих на окраску плодов *Cucurbita pepo* L., некоторые из них являются многоаллельными [2]. Большинство сортов *C. pepo* L. с окрашенными плодами дифференцируются по **B-W-Y-L** комплексу генов, действующих согласованно, а не в значительной степени за счет гена **Y**. Именно через биохимическую генетику различных взаимодействий в этой системе генов можно получить, в конечном итоге, лучшее понимание механизма, управляющего развитием цветовой последовательности и изменчивостью цвета плодов в целом у этого вида [25].

У тыквенных культур, в различные фенофазы, за окраску отвечают разные гены [5–7]. Так например: «окраска плода с зеленого, желтого к концу вегетации может переходить в насыщенно оранжевый цвет» [26,27]. Как указывает Shifriss (1981) пигментация у *C. pepo* осуществляется двумя механизмами, обусловленными разными генами, включающимися на разных этапах развития завязи. Первый набор генов отвечает за окраску (оранжевая, желтая или белая) после образования завязи. Второй - формирует окраску в период развития завязи. Генетическим источником второй системы является группа декоративных тыкв с двухцветной окраской плода (*C. texana*) [4]. Гены **W**, **Y** и **L**, по-видимому, проявляют свои фенотипические эффекты после цветения, а ген **B** проявляет свое действие исключительно на предантезисных стадиях (до цветения) [25]. Поэтому попытки идентифицировать отдельные гены, влияющие на окраску плодов, оказались успешными, главным образом, благодаря тому, что формирование и изменение окраски плода изучалось с учетом развития завязи.

## Гены, определяющие окраску плода у вида *Cucurbita pepo* L.

### Ген **B** (биколор или желто-зеленой окраски)

Ген окраски плодов, обозначенный как **B** (биколор), заметно не влияет на интенсивность окраски плодов снаружи, а скорее на оттенок плодов. У **b/b** растений, что характерно практически для всех природных разновидностей *C. pepo*, завязи и молодые плоды начинают развиваться зелеными. В зависимости от генотипа по другим локусам окраски плодов, особенно **D**, **I-1** и **I-2**, плоды либо остаются зелеными, либо, позже в своем развитии, становятся оранжевыми (рис. 3) или желтыми. Доминирующий локус **B** приводит к «преждевременной пигментации плодов» [28]; завязи и молодые плоды имеют кремово-желтый цвет с самой ранней точки развития, никогда не накапливают хлорофилл и не способны формировать



Рис. 3. Кабачок Московское кружево  
Fig. 3. Summer squash - zucchini Moscow lace

нормальные хлоропласты [29]. В зависимости от генотипа плоды либо остаются желтыми, либо, с течением времени, становятся оранжевыми [30].

Переход от декоративной тыквы к кабачку гена **B**, который придает желтый фруктовый оттенок, привел к созданию сортов, имеющих особенно яркий желтый цвет [31]. Ген **B** может вызвать желтую пигментацию даже в присутствии **y** аллеля, определяющего зеленый цвет. Ген **B** не зависит от контролирующих пигмент факторов: **W**, **Y** и **L**. Поверхность плода гомозиготы **BB** почти равномерно желтая, зеленый цвет ограничен небольшим участком вокруг верхушки плода или полностью отсутствует. Плоды гетерозиготы **Bb** могут быть либо преждевременно желтыми, как доминантная гомозигота, либо чрезвычайно изменчивыми в зависимости от остальной части генотипа. Двухцветный рисунок рассматривается как случай вариации окраски и, очевидно, определяется генотипом **Bb**. Внешне присутствие **B**, по-видимому, связано с преждевременным распадом хлорофиллов [25], что и обуславливает, у части растений, раннее пожелтение листьев [32]. О. Shifriss (1981) указывает, что линии **BB** дают только желтые плоды в одних условиях и двухцветные – в других. Ген **B** может быть стабilen у одних и нестабilen у других линий, а также оказывать побочное влияние на рост, выраженность пола и качество плодов, иногда отрицательное, из-за блокирования синтеза хлорофилла [4].

Аллель **B** не полностью доминирует над **b** для нормальной полностью зеленой окраски завязи. Когда завязь полностью желтая, прилегающие цветонос, чашечка и венчик также могут быть желтыми; степень желтизны определяется тем, является ли **D** гомозиготным или гетерозиготным, а также дозировкой не полностью доминантных и аддитивных модификаторов, **Ep-1** и **Ep-2**, которые осветляют желтый участок [33]. Если **B/b** от 0 до 1-й доминантных аллелей, то **Ep** придает двухцветную окраску и плодам (рис. 4, 5); 2-4 доминантных аллелей распространяют желтую окраску по всему плоду. Если **B/B** от 0 до 1-й доми-



нантных аллелей, то **Ер** дает полностью желтые плоды; 2-4 доминантных аллеля распространяют желтую окраску на плодоножку и венчик. Доминант **В** взаимодействует с доминантом **L-2**, придавая плодам интенсивно-оранжевую мякоть [3].

Однако, стоит отметить, что у тыквенных, относящихся к *Cucurbita pepo* L., наблюдается такое явление



Рис. 4. Двухцветная популяция (черно-зеленая и оранжевая) патиссона.  
Fig. 4. Bicolor population (black-green and orange) of Scallop



Рис. 5. Кабачок Русские спагетти;  
Fig. 5. Summer squash - zucchini Russian Spaghetti

ние как двухцветные плоды, о чем было отмечено в ряде работ. Как объясняет О. Shifriss, двухцветные сорта (потомства) тыквы *C. pepo*, обычно нестабильны генетически, и мутация, связанная с ними, обратима. Отбор растений с все возрастающей желтой площадью приводит, в конечном итоге, к развитию почти желтых потомств, при размножении которых окраска сохраняется в пределах диапазона изменчивости данного сорта. Однако трудно создать стабильные двухцветные сорта, которые размножаются как обычные, так как не отобранные биколорные потомства становятся преимущественно зелеными [25]. Отбирая на ранних стадиях, в фазу 3-4-х настоящих листьев, растения с желтыми пятнами на листьях получили возможность увеличивать в популяции сорта процент растений с двухцветными плодами до

95.5-100%. Все это в значительной степени упростило оригинальное семеноводство кабачка Русские спагетти [34].

#### Другие гены, влияющие на окраску плода твердокорой тыквы *C. pepo* L.

Есть несколько других важных локусов, влияющих на окраску плода у *C. pepo*. Ген **Y** не полностью доминирует над **y**; при гомозиготности он придает желтый цвет развивающимся завязям, которые остаются желтыми или становятся желто-оранжевыми по мере созревания; при гетерозиготности появляется желто-оранжевая окраска, начиная со среднего этапа развития плода [25,35,36].

В опытах Globerson D. (1969) белоплодные растения сорта "White bush" были скрещены с растениями с зелеными и полосатыми плодами, чтобы изучить наследование белых плодов у летних кабачков. Генетическое соотношение показало, что зеленые плоды контролируются двумя генами, **C** и **R**, и что один (**C**) обладает доминирующим эпистатическим контролем. Белый плод определяется как **ccrr**. Зеленые полосатые плоды демонстрировали простое доминирование (**St**) над обычными белыми [37]. Локусы **mo-1** и **mo-2** (натуральный оранжевый) являются комплементарными рецессивными генами, которые вызывают потерю зеленого цвета плодов до их созревания [5]. Доминантный аллель **I-mc** подавляет окраску зрелых плодов, включая обесцвечивание [38].

Поскольку у *C. pepo* наблюдается широкий спектр окраски плодов, наблюдение за тем, что взаимодействия между **B**, **D**, **L-1** и **L-2** относительно чувствительны к колебаниям окружающей среды, потенциально важно для дальнейшего понимания генетики окраски и выведения, в эстетическом и хозяйственном смысле, превосходных гибридов [3].

#### Интенсивность окраски коры плодов *Cucurbita pepo* L.

Три известных гена, которые оказывают основное влияние на интенсивность окраски коры плодов, это **D** (темный), **L-1** (светлая окраска-1) и **L-2** (светлая окраска-2) [30]. Локус **L-2** (светлая окраска-2) у *Cucurbita pepo* оказывает существенное влияние на интенсивность окраски плодов, благодаря его взаимодействующим действиям по меньшей мере с тремя другими локусами [39]. Когда эти три локуса являются гомозиготными и рецессивными, плоды на протяжении всего своего развития имеют светлую окраску. Два доминантных аллеля, **L-1** и **L-2**, дополняют друг друга, что приводит к интенсивной окраске плодов на протяжении всего их развития. Темный цвет плодов «промежуточного возраста» (в технической зрелости) также может быть вызван сверхдоминантным аллелем **D**, который является эпистатическим в этом возрасте развития плода, по отношению к **L-1** и **L-2**, когда любой из них гомозиготен – рецессивный. При отсутствии либо **L-1**, либо **L-2**, доми-

нантный ген **D** обуславливает интенсивную пигментацию через некоторое время (15-18 дней) после созревания молодых плодов. [5,30]. Аллель **D** также обеспечивает темный, черно-зеленый цвет цветоноса и стебля, и является доминантным по отношению к аллелю **d**, для светлых стеблей и плодов, и эпистатичным по отношению к двум рецессивным генам, придающим светлую окраску плодам – **I-1** и **I-2** [30,40].

В дополнение к генам, упомянутым выше, существует несколько других, которые оказывают относительно незначительное влияние на цвет плодов или которые, как правило, гипостатичны по отношению к генам, описанным выше. Однотонный светлый плод в технической зрелости, получают по рецессивному аллелю **pl**, при наличии генотипа **d/d L-1/- I-2/I-2** [40].

Интенсивный цвет молодым плодам также придает рецессивный **qi** аллель комплементарный доминантному аллелю **L-2** [23,41].

Ген светлой окраски плодов, **W** (слабая окраска плодов) эпистатичен по отношению к **D** в плодах [6]. Ген **W** доминирует над **w**, придавая внешнему виду плода слабую окраску за счет предотвращения накопления зеленых и оранжевых пигментов [26,42]. **Wf** придает мякоти плодов белый цвет и доминирует над **wf**, для окрашивания мякоти плодов; предотвращая накопление желтых пигментов, он дополняет **W** для придания бледно-оранжевого или белого цвета зрелым плодам [42].

## Рисунок на поверхности плода

Цветовые узоры на плоде могут включать продольные полосы различной ширины и пятнистость, сетчатость, а также иметь сложный двухцветный рисунок. На поверхности одного плода может присутствовать сразу четыре цвета [43].

Продольные полосы – распространенный рисунок окраски плодов у вида *Cucurbita pepo* L. Этот признак проявляется у различных сортов на разных стадиях развития плодов в виде полос различных окрасок [7]. Обычно на поверхности плода между 10 основными субэпидермальными сосудами появляются темные полосы с более светлым фоновым цветом над или рядом с ними. Реже наблюдается обратная картина, полосы над сосудами светлее, чем цвет фона [44].

«Полосатость» у *Cucurbita pepo* имеет несколько различных типов проявления. Чаще всего широкие, смежные темные/интенсивные полосы чередуются с узкими светлыми полосками фонового цвета. Темные/интенсивные полосы широкие и пролегают по всей длине плода, занимая большую часть его поверхности, а светлые полосы расположены непосредственно над основными карпеллярными жилками [45]. Менее распространен фенотип узких, ломаных (не смежных) темных/интенсивных полос [46]. Еще более редкими являются неправильные полосы, которые случайно распределяются по поверхно-

сти плода [47]. Каждому из этих типов полос соответствует определенный аллель в локусе **I-1** (светлая окраска-1). Аллель для широких смежных полос, **I-1Bst**, является доминантным по отношению к аллелю для узких ломаных полос, **I-1St**. Оба являются доминантными или ко доминантными для **I-1iSt** для нерегулярных полос. Это означает, что иногда, как широкие смежные полосы, так и узкие изломанные полосы, могут быть дополнены нерегулярными полосами, чтобы получить в общей сложности 5 полосатых фенотипов: широкие смежные, узкие изломанные, нерегулярные, широкие смежные плюс нерегулярные и узкие изломанные плюс нерегулярные [47]. Все эти аллели, определяющие наличие полос, доминантны по отношению к **I-1**, который придает светлую окраску всей поверхности плода, и рецессивны по отношению к верхнему доминантному аллелю **L-1**, который придает темную/интенсивную окраску всей поверхности плода [30].

Полосы у плодов можно наблюдать на протяжении всего их развития, если доминирующий аллель в локусе **I-2** (светлая окраска-2) присутствует вместе с аллелем полосатости [46,47].

## Корреляции между окраской и биохимическим составом

У рода *Cucurbita* диапазон цвета оттенков коры плодов напрямую коррелирует с содержанием уровня каротиноидов, изменяясь от бледно-желтого до красно-оранжевого. Так же содержание каротиноидных пигментов у различных генотипов тыквы (*Cucurbita* spp.) влияет на пигмент ткани мезокарпия (мякоти), который может варьировать от белого до красно-оранжевого [48,49]. Кроме того, пигмент окраски цветков венчика также связан с содержанием в них каротиноидов, однако, этот признак слабо коррелирует с их содержанием в плодах. Это позволяет предположить, что регуляция биосинтеза каротиноидов в цветках венчика и плодах не зависят друг от друга и контролируются разными генами [50].

## Вывод

Создание перспективного селекционного материала с заданными параметрами, выровненного не только по признаку формы плода, но и насыщенной, без рисунка, требуемой окраске, является одним из важнейших и сложных элементов современной селекции. Знание генетики окраски плода *C. pepo* L. позволит осознанно вести селекцию на данный признак и быстрее добиваться желаемых результатов. Так, в 2008 году, в лаборатории селекции и семеноводства тыквенных культур (ФГБНУ ФНЦО) был создан сорт кабачка цуккини Русские спагетти с двухцветными, желто-зелеными, плодами и лишь тщательное изучение наследования этого признака позволяет поддерживать высокий процент двухцветных плодов в популяции сорта Русские спагетти.



**Об авторах:**

**Ирина Борисовна Коротцева** – кандидат с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства тыквенных культур, <https://orcid.org/0000-0001-5108-3289>, [korottseva@mail.ru](mailto:korottseva@mail.ru)

**Алексей Станиславович Ермолаев** – м.н.с. лаб. репродуктивной биотехнологии в селекции сельскохозяйственных растений, <https://orcid.org/0000-0001-8354-3251>, автор для переписки, [ErmolaevAlexeyStanislavovich@gmail.com](mailto:ErmolaevAlexeyStanislavovich@gmail.com)

**Галина Александровна Химич** – с.н.с. лаб. селекции и семеноводства тыквенных культур

**About the Authors:**

**Irina B. Korottseva** – Cand. Sci. (Agriculture), head of the laboratory of selection and seed production of pumpkin crops, <https://orcid.org/0000-0001-5108-3289>, [korottseva@mail.ru](mailto:korottseva@mail.ru)

**Alexey S. Ermolaev** – Junior Researcher at the Laboratory of Reproductive Biotechnology in Agricultural Plant Breeding, <https://orcid.org/0000-0001-8354-3251>, Correspondence Author, [ErmolaevAlexeyStanislavovich@gmail.com](mailto:ErmolaevAlexeyStanislavovich@gmail.com)

**Galina A. Khimich** – Senior Researcher of the laboratory of selection and seed production of pumpkin crops

**• Литература / References**

1. Paris H.S. Germplasm enhancement of *Cucurbita pepo* (pumpkin, squash, gourd: *Cucurbitaceae*): progress and challenges. *Euphytica*. 2016;208(3):415–38.
2. Paris H.S., Brown R.N. The genes of pumpkin and squash. *HortScience*. 2005;40(6):1620–1630. DOI:10.21273/HORTSCI.40.6.1620.
3. Paris H.S. Complementary Genes for Orange Fruit Flesh Color in *Cucurbita pepo*. *HortScience*. 1988;23(3):601–603. DOI:10.21273/HORTSCI.23.3.601.
4. Shifriss O. Origin, Expression, and Significance of Gene B in *Cucurbita pepo* L.1. *J Am Soc Hort Sci*. 1981;106(2):220–232.
5. Paris H.S. Genes for Developmental Fruit Coloration of Acorn Squash. *J Hered*. 1997;88(1):52–56.
6. Paris H.S., Hanan A., Baumkoler F. Another gene affecting fruit and stem color in squash, *Cucurbita pepo*. *Euphytica*. 2013;191(1):99–107. DOI:10.1007/s10681-013-0868-4.
7. Shifriss O. A developmental approach to the genetics of fruit color: In *Cucurbita Pepo* L. *J Hered*. 1949;40(9):233–241.
8. Federal State Statistics Service. [цитируется 17 июля 2023 г.]. Доступно на: <https://rosstat.gov.ru/> (In Russ.)
9. Xu Z., Chang L. *Cucurbitaceae. Identification and Control of Common Weeds. Vol. 3. Singapore: Springer; 2017. P. 417–432.* [https://doi.org/10.1007/978-981-10-5403-7\\_18](https://doi.org/10.1007/978-981-10-5403-7_18).
10. Bates D.M., Robinson R.W. Biology and utilization of the *Cucurbitaceae*. Cornell University Press; 2019. <https://www.jstor.org/stable/10.7591/j.ctvr7f7q4>.
11. Vavilov N. On intergeneric hybrids of melons, watermelons and pumpkins (On the problem of the occurrence of species and generic systematic characters). 1925;14(1):3–35.
12. Domblides E.A., Kan L.Yu., Khimich G.A., Korotseva I.B., Domblides A.S. Cytological assessment of doubled haploids in summer squash (*Cucurbita pepo* L.). *Vegetable crops of Russia*. 2018;(6):3–7. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-6-3-7>. EDN YPOJLF.
13. The Cucurbit Genetics Cooperative (CGC). <https://cucurbit.info/>
14. Cade R.M., Wehner T.C., Blazich F.A., Msikita W., Skirvin R.M., Juvik J.A., и др. Cucurbit Genetics Cooperative. 1988.
15. Niemirowicz-Szczytt K., Rucinska M., Korzeniewska A., Kawaide O., Matsuura S., Iida S., и др. Cucurbit Genetics Cooperative. 1996.
16. Paris H.S., Brown R.N. Gene list for *Cucurbita* species, 2004. *Cucurbit Genet Coop Rpt*. 2004;27:77–96. <https://cucurbit.info/2004/07/2004-gene-list-for-cucurbita-species/>
17. Paris H.S., Kabelka E.. Gene list for *Cucurbita* species, 2009. *Cucurbit Genet Coop Rep*. 2009;31:44–69.
18. Robinson R.W. New genes for the Cucurbitaceae. *Cucurbit Genet Coop*. 1979;2:49–53.
19. Robinson R.W., Paris H.S. *Cucurbita* gene list update–2000. *Cucurbit Genet Coop Rep*. 2000;23:137–8.
20. Sinnot E.W., Durham G.B. Inheritance in the summer squash. *J Hered*. 1922;13(4):177–86.
21. Van Wann E., Staub J.E., Knerr L.D., Yang S.L., Schultheis J.R., Fanourakis N.E., и др. Cucurbit Genetics Cooperative. 1992.
22. Varekamp H.Q., Visser D.L., Nijs A.P.M. den. Rectification of the names of certain accessions of the IVT-cucumis Collection. B: *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 5. 1982. P.59–60. <https://research.wur.nl/en/publications/rectification-of-the-names-of-certain-accessions-of-the-ivt-cucum>
23. Paris H.S. Multiple allelism at a major locus affecting fruit coloration in *Cucurbita pepo*. *Euphytica*. 2002;125(2):149–153. DOI:10.1023/A:1015898305507.
24. Fursa T.B., Filov A.I., Korovina O.N. Cultivated Flora of the USSR. Tykvennye Arbuz Tykva. 1982;XXI:145–261.
25. Shifriss O. Genetics and origin of the bicolor gourds. *J Hered*. 1955;46(5):213–212.
26. Paris HS, Nerson H, Karchi Z, Burger Y. Inheritance of light pigmentation in squash. *J Hered*. 1985;76(4):305–306. DOI:10.1093/oxfordjournals.jhered.a110098.
27. Schaffer A.A., Boyer C.D. The Influence of Gene B on Fruit Development in *Cucurbita pepo*. *J Am Soc Hort Sci*. 1984;109(3):432–437. DOI:10.21273/JASHS.109.3.432.
28. Shifriss O. The unpredictable gourds. *Am Hort Mag*. 1965;44:184–201.
29. Boyer C.D. Genetic control of chromoplast formation during fruit development of *Cucurbita pepo* L. *Curr Top Plant Physiol USA*. 1989.
30. Paris H.S., Nerson H. Genes for intense fruit pigmentation of squash. *J Hered*. 1986;77(6):403–409.
31. Shifriss O. On The Emergence of B Cultivars n Squash. *HortScience*. 1988;23(2):238–239.
32. Shifriss O. Identification of a Selective Suppressor Gene in *Cucurbita pepo* L.1. *HortScience*. 1982;17(4):637–638.
33. Shifriss O., Paris H.S. Identification of Modifier Genes Affecting the Extent of Precocious Fruit Pigmentation in *Cucurbita pepo* L.1. *J Am Soc Hort Sci*. 1981;106(5): 653–660. DOI:10.21273/JASHS.106.2.220.
34. Khimich G.A., Korotseva I.V., Ermolaev A.S. Signal coloration of young leaves of zucchini in the selection of plants with bi-colored fruit. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):43–46. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-43-46>. EDN ZQMLWZ.
35. Paris H.S., Hanan A., Baumkoler F. Assortment of five gene loci in *Cucurbita pepo*. *Prog Cucurbit Genet Breed Res Proc Cucurbitaceae* 2004 8th EUCARPIA Meet Cucurbit Genet Breed Olomouc Czech Repub. 12–17 July 2004. 2004. P. 389–392.
36. Scarchuk J. Fruit and leaf characters in summer squash: The Interrelationship of Striped-fruit and Mottled-leaf. *J Hered*. 1954;45(6):295–297.
37. Globerson D. The inheritance of white fruit and stem color in summer squash *Cucurbita pepo* L. *Euphytica*. 1969;18(2):249–55.
38. Clayberg C.D. Reinterpretation of Fruit Color Inheritance in *Cucurbita pepo* L. *Cucurbit Genet Coop*. 1992. P.34.
39. Paris H.S. Quiescent intense (qi): a gene that affects young but not mature fruit color intensity in *Cucurbita pepo*. *J Hered*. 2000;91(4):333–9. DOI:10.1093/jhered/91.4.333.
40. Paris H.S. A recessive, hypostatic gene for plain light fruit coloration in *Cucurbita pepo*. *Euphytica*. 1992;60(1):15–20. DOI:10.1007/BF00022253.
41. Paris H.S. No segregation distortion in intersubspecific crosses in *Cucurbita pepo*. *Rep-CUCURBIT Genet Coop*. 2002;25:43–45.
42. Paris H.S. The dominant Wf (white flesh) allele is necessary for expression of “white” mature fruit color in *Cucurbita pepo*. B: *Cucurbitaceae*. 1995. P. 219–20.
43. Paris H.S. Germplasm enhancement of *Cucurbita pepo* (pumpkin, squash, gourd: *Cucurbitaceae*): progress and challenges. *Euphytica*. 2016;208(3):415–438.
44. Paris H.S. Genes for “Reverse” Fruit Striping in Squash (*Cucurbita pepo*). *J Hered*. 2009;100(3):371–379. DOI: 10.1093/jhered/esn113.
45. Paris H.S. Gene for broad, contiguous dark stripes in cocozelle squash (*Cucurbita pepo*). *Euphytica*. 2000;115(3):191–196. DOI:10.1023/A:1004074618717.
46. Paris H.S., Burger Y. Complementary genes for fruit striping in summer squash. *J Hered*. 1989;80(6):490–493.
47. Paris H.S. Genetic control of irregular striping, a new phenotype in *Cucurbita pepo*. *Euphytica*. 2003;129(1):119–126. DOI:10.1023/A:1021564610029.
48. Gross J. Pigments in vegetables: chlorophylls and carotenoids. Springer Science & Business Media; 2012.
49. Itle R.A., Kabelka E.A., Olmstead J.W. Heritability Estimates of L\*a\*b\* Color Space Values in Winter Squash (*Cucurbita* spp.). *HortScience*. 2022;57(2):202–214. DOI:10.21273/HORTSCI15961-21.
50. Seroczyńska A., Korzeniewska A., Sztangret-Wisniewska J., Niemirowicz-Szczytt K., Gajewski M. Relationship between carotenoids content and flower or fruit flesh colour of winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.). *Folia Horti*. 2006;18(1):51–61.

Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-24-27>  
УДК 635.654.3:631.524.85(571.6)

А.С. Корнилов, Н.А. Сакара\*, И.А. Ванюшкина

Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (Приморская ООС – филиал ФГБНУ ФНЦО) 692779, РФ, Приморский край, г. Артем, с. Суражевка, ул. Кубанская, д. 57/1

\*Автор для переписки: primfgbnu@mail.ru

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в планировании и постановке эксперимента, а также анализе экспериментальных данных и написании статьи.

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Корнилов А.С., Сакара Н.А., Ванюшкина И.А. Итоги селекционной работы по вигне-адзуки (*Vigna angularis* (Willd)) для муссонного климата Дальнего Востока России. *Овощи России*. 2023;(5):24-27.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-24-27>

**Поступила в редакцию:** 30.05.2023

**Принята к печати:** 15.06.2023

**Опубликована:** 29.09.2023

Alexander S. Kornilov,  
Nikolai A. Sakara\*, Irina A. Vanyushkina

Primorskaya vegetable experimental station – branch of the Federal state budgetary scientific institution «Federal scientific vegetable center» (PVES – branch of THE FSBSI FSVS) 57/1, Kubanskaya st., Surazhevka, Artem, Primorsky Territory, 692779, Russia

\* Corresponding Author: primfgbnu@mail.ru

**Authors' Contribution:** All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

**Conflict of interest:** The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

**For citations:** Kornilov A.S., Sakara N.A., Vanyushkina I.A. Results of breeding work on cowpea-adzuki (*Vigna angularis* (Willd)) for the monsoonal climate of the Russian Far East. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):24-27. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-24-27>

**Received:** 30.05.2023

**Accepted for publication:** 15.06.2023

**Published:** 29.09.2023

# Итоги селекционной работы по вигне-адзуки (*Vigna angularis* (Willd)) для муссонного климата Дальнего Востока России



## Резюме

На Приморской овощной опытной станции – филиале ФГБНУ ФНЦО ведется селекция и внедрение в производство новой для России бобовой культуры – вигны-адзуки. Созданы и включены в Госреестр РФ сорта Азия (для универсального выращивания) и Дальневосточная (для садово-огородного овощеводства). Созданы перспективные образцы, по своим биолого-хозяйственным показателям не уступающие сортам Азия и Дальневосточная. Ведется первичное семеноводство новых сортов и внедрение их в фермерские хозяйства и дачно-огородное овощеводство. Урожайность зерна вигны-адзуки универсальных образцов колебалась от 3,15 т/га (сорт Азия, стандарт) до 2,77 т/га (образец ПООС 31-15). Наибольшая продуктивность зерна отмечена у стандарта (Азия – 22,5 г/раст.) и у образца ПООС 44-15 (20,8 г/раст.). Больше всего бобов на растении формируется у сорта Азия и у перспективного образца ПООС 31-15 (20,2 шт./раст.). Отмечено, что наибольшая устойчивость к растрескиваемости бобов при их созревании у сорта Дальневосточная (7,2 балла). У образцов для универсального выращивания устойчивость к растрескиваемости бобов выше средней (5,8-6,5 балла). Высота растений у перспективных образцов вполне благоприятна для комбайновой уборки: 64 (ПООС 31-15) – 71 (ПООС 39-15) см. В связи с тем, что цветение у вигны-адзуки растянутое, вызреваемость бобов редко бывает 100%. У перспективных образцов данный показатель высокий и составляет 95,5% (ПООС 44-15) – 99,8% (ПООС 31-15), что вполне соответствует требованиям АТТ (более 90%).

Создание сортов новой для России овощной культуры позволит поднять экономику сельскохозяйственного производства в сложном по климатическим условиям ДФО.

**Ключевые слова:** Дальний Восток России, вигна-адзуки, селекционный процесс, сорта, исходный материал

## Results of breeding work on cowpea-adzuki (*Vigna angularis* (Willd)) for the monsoonal climate of the Russian Far East

## Abstract

At the Primorskaya vegetable experimental station – branch of the Federal state budgetary scientific institution «Federal scientific vegetable center», selection and introduction into production of a new legume crop for Russia – adzuki cowpea. The varieties Asia (for universal cultivation) and Far East (for horticultural vegetable growing) were created and included in the State Register of the Russian Federation. Promising specimens have been created, which, in terms of their biological and economic indicators, are not inferior to the varieties Asia and Far East. Primary seed production of new varieties is underway and their introduction into farms and garden vegetable growing.

The grain yield of cowpea-adzuki universal samples ranged from 3.15 t/ha (Asia variety, standard) to 2.77 t/ha (sample POOS 31-15). The highest grain productivity was observed in the standard (Asia - 22.5 g/plant) and in sample POOS 44-15 (20.8 g/plant). The Asia variety and the promising sample POOS 31-15 (20.2 pieces/plant) produce the most beans per plant. It was noted that the Dalnevostochnaya variety has the greatest resistance to cracking of beans during their ripening (7.2 points). Samples for universal cultivation have above average resistance to bean cracking (5.8-6.5 points). The plant height of promising samples is quite favorable for combine harvesting: 64 (POOS 31-15) – 71 (POOS 39-15) cm. Due to the fact that the flowering of cowpea-adzuki is extended, the ripening of beans is rarely 100%. For promising samples, this indicator is high and amounts to 95.5% (POOS 44-15) - 99.8% (POOS 31-15), which fully complies with the ATT requirements (more than 90%).

The creation of varieties of a new vegetable crop for Russia will improve the economics of agricultural production in the difficult climatic conditions of the Far Eastern Federal District.

**Keywords:** Far East of Russia, cowpea-adzuki, selection process, varieties, source material.



### Введение

**М**уссонный климат южных регионов Дальнего Востока предполагает обильные осадки в конце июля – начале сентября. В данный период влажность воздуха приближается к 100%. Температура воздуха превышает 20°C. Все это способствует широкому распространению антракноза на фасоли обыкновенной. Товарность зерна (семян) снижается до 50%. В то же время в странах Азиатско-Тихоокеанского региона для получения зерна фасоли широко используется вид фасоли угловатой (вигна-адзуки) [1]. Зерно используют в консервировании, кулинарии, мукомольной промышленности.

Биология вигны-адзуки предполагает в период муссонных дождей прохождение фазы цветения. Созревание зерна происходит в первой половине октября. В это время влажность воздуха снижается до 50-60%, температура воздуха до 5-10°C, осадков выпадает незначительное количество. Зерно вигны-адзуки не поражается антракнозом.

Культура вигны-адзуки в России не изучена. Лишь в последнее десятилетие ряд фермеров начал заниматься ее выращиванием. В посевах используют семена, завозимые из Китая и Кореи. Полученное зерно экспортируется в данные страны. Большой интерес к производству вигны-адзуки проявляет Япония. В России собственных сортов до 2020 года не было.

Овощную форму вигны изучали на Дальневосточной опытной станции ВИР. Изучено около 200 образцов. Установлено, что урожайность зерна достигает 3 т/га, масса 1000 семян варьирует от 100 до 170 г. Выделено 27 перспективных образцов, пригодных для выращивания в Приморье [2].

С 2015 года на Приморской ООС – филиале ФГБНУ ФНЦО начали изучать исходный материал селекции по вигне-адзуки [3].

Целью работы является создание и внедрение сортов адзуки, пригодных к выращиванию на зерно в муссонном климате ДФО.

### Материалы и методы исследования

Научную работу по селекции вигны-адзуки проводили на опытном поле Приморской ООС – филиале

ФГБНУ ФНЦО (г. Артем, с. Суражевка), расположенном в прибрежной (южной) агроклиматической зоне Приморского края.

Почвы лугово-бурые, наиболее широко встречающиеся в овощных севооборотах, тяжелосуглинистые. Реакция среды слабокислая ( $pH_{\text{сол}}=5,5-5,9$ ), с высоким содержанием подвижного фосфора и обменного калия, характерным для овощных севооборотов. Содержание органики – 5,0-5,1%.

Количество выпавших осадков за период вегетации вигны-адзуки и в критический период августа-сентября соответственно в годы исследований было следующее: 2015 год – 582 и 276 мм, 2016 год – 1084 и 406 мм, 2017 год – 608 и 173 мм, 2018 год – 856 и 416 мм, 2019 год – 1008 и 564 мм, 2020 год – 723 и 333 мм, 2021 год – 391 и 150 мм, 2022 год – 792 и 243 мм. Норма (по среднееголетним данным) – 639 и 244 мм. По осадкам 2016, 2018, 2019 годы были крайне неблагоприятными для вегетации вигны-адзуки; 2015, 2017, 2021 годы – относительно благоприятными.

Основной метод исследований – лабораторно-полевой опыт. Основные методы отборов: на первоначальном этапе индивидуальный и индивидуально-семейственный, в селекционных питомниках высшего порядка – улучшенный массовый.

Изучено 112 образцов вигны-адзуки: из них 105 – в основном китайского происхождения (из всемирной коллекции ВНИИР им. Вавилова), 7 – оригинальные из стран АТР (Корея, Япония, Китай, Канада).

Площадь учетной делянки – 3,6 м<sup>2</sup>. Повторность в питомнике исходного материала – однократная, селекционном питомнике – двукратная, конкурсном питомнике – четырехкратная.

Образцы высевали на агромелиоративных грядах с шириной по осям борозд 180 см, 2 строчки (90 см). Шаг посева – 10 см.

Учеты, наблюдения, обработку научных данных проводили по методикам, изложенным в общепринятых методических пособиях [1, 4, 5, 6, 7].

### Результаты и их обсуждение

В климатических условиях Приморского края вегетационный период для теплолюбивой культуры вигна-



**Посевы вигны адзуки сорта Азия в фазу образования и фазу созревания бобов**



**Растение и семена вигны адзуки сорта Азия**

адзуки составляет 110-120 дней. В связи с этим, основным показателем выбраковки образцов в питомнике исходного материала селекции была вызреваемость бобов за вегетационный период. Основное количество образцов, особенно китайского происхождения, было выбраковано по данному показателю. Образцы, которые вызревали на 90 и более процентов, испытывали в селекционном питомнике.

Вторым по значимости был показатель формы куста. Предпочтение отдавалось образцам с прямостоячей, сжатой формой куста, пригодной для универсального использования, как в садово-огородном овощеводстве, так и при выращивании как полевой культуры.

Третьим важным показателем, особенно для садово-огородного выращивания, была масса 1000 семян.

Важным показателем, влияющим на выбраковку образцов была устойчивость к растрескиванию бобов при их созревании. Особенно ценен данный показатель для образцов универсального использования. При выращивании вигны-адзуки в производстве потери от растрескивания бобов при механизированной уборке комбайном могут достигать 50%.

Выборка образцов по перечисленным показателям в питомниках исходного материала, а затем в селекционном питомнике, позволила выделить группу перспективных образцов.

По результатам испытания перспективных образцов в конкурсном питомнике два образца в 2020 году были переданы в Госсортоиспытание: ПООС 38-15 и ПООС 23-15. В 2020 году данные образцы по экспертной оценке под названиями Азия и Дальневосточная были включены в Государственный реестр РФ.

**Сорт Азия** – среднеспелый (вегетационный период 110-120 дней). Форма куста прямостоячая, сжатая.

Стебель высотой 57-66 см, высота прикрепления нижних бобов – 14-20 см. Боб (вызревший) желтого (соломистого) цвета. Длина – 10,0-11,7 см, ширина – 1,0-1,2 см, число семян в бобе – 8,3-8,8 шт., число бобов на растении – 13,1-20,2 шт. масса 1000 семян – 152-185 г. Цвет семян красный. Предназначен для универсального выращивания.

**Сорт Дальневосточная** – среднеспелый (вегетационный период 110-120 дней). Форма куста раскидистая. Стебель высотой 50-60 см, высота прикрепления нижних бобов – 10-23 см. Боб (вызревший) желтого (соломистого) цвета. Длина – 8,2-9,9 см, ширина – 1,0-1,2 см. Число семян в бобе – 6,2-7,8 шт., число бобов на растении – 6,7-14,9 шт. Масса 1000 семян – 200-220 г. Цвет семян красный. Предназначен для садово-огородного овощеводства.

В результате дальнейшей селекционной работы были выделены и испытаны в конкурсном питомнике ряд перспективных образцов, предназначенных для универсального выращивания в качестве полевой культуры и для садово-огородного овощеводства (таблицы 1,2).

Как видно из таблицы 1, урожайность зерна вигны-адзуки универсальных образцов колебалась от 3,15 т/га (сорт Азия, стандарт) до 2,77 т/га (образец ПООС 31-15). Наибольшая продуктивность зерна отмечена у стандарта (Азия – 22,5 г/раст.) и у образца ПООС 44-15 (20,8 г/раст.). Образцы универсального выращивания по массе 1000 семян существенно уступают сорту Дальневосточная, используемому в садово-огородном овощеводстве.

Больше всего бобов на растении формируется у сорта Азия и у перспективного образца ПООС 31-15 (20,2 шт./раст.)



Таблица 1. Урожайные показатели образцов вигны-адзуки в конкурсном питомнике, среднее за 2020-2022 годы  
Table 1. Yield indicators of cowpea-adzuki samples in the competitive nursery, 2020-2022

| Образец               | Урожайность зерна, т/га | Продуктивность зерна, г/раст. | Масса 1000 семян, г | Количество бобов на растении, шт. |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Азия (St1)            | 3,15                    | 22,5                          | 167                 | 20,2                              |
| Дальневосточная (St2) | 2,12                    | 15,5                          | 203                 | 14,7                              |
| ПООС 39-15            | 2,78                    | 19,8                          | 133                 | 18,2                              |
| ПООС 44-15            | 2,93                    | 20,8                          | 154                 | 19,8                              |
| ПООС 31-15            | 2,77                    | 18,1                          | 149                 | 20,2                              |
| НСР <sub>095</sub>    | 0,40                    |                               |                     |                                   |

Таблица 2. Морфологические и биологические показатели образцов вигны-адзуки в конкурсном питомнике, среднее за 2020-2022 годы  
Table 2. Morphological and biological indicators of cowpea-adzuki samples in the competitive nursery, 2020-2022

| Образец               | Боб       |                       | Устойчивость к растрескиванию, балл <sup>1</sup> | Высота растений в поле, см | Вызреваемость бобов, % | Тип куста, индекс <sup>2</sup> | Цвет семян |
|-----------------------|-----------|-----------------------|--------------------------------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------|------------|
|                       | длина, см | количество семян, шт. |                                                  |                            |                        |                                |            |
| Азия (St1)            | 11,2      | 8,7                   | 6,5                                              | 66                         | 98,3                   | 1                              | красные    |
| Дальневосточная (St2) | 9,7       | 7,7                   | 7,2                                              | 54                         | 91,9                   | 3                              | красные    |
| ПООС 39-15            | 11,4      | 9,6                   | 5,8                                              | 71                         | 99,5                   | 1                              | красные    |
| ПООС 44-15            | 10,8      | 8,6                   | 5,9                                              | 65                         | 95,5                   | 1                              | красные    |
| ПООС 31-15            | 12,3      | 9,4                   | 5,8                                              | 64                         | 99,8                   | 1                              | красные    |

Примечания: 1 – 0 – сильно растрескиваются, 5 – промежуточная, 7 – высокая; 2 – 1 – прямостоячий, сжатый, 3 – раскидистый.

В таблице 2 отмечено, что наибольшая устойчивость к растрескиваемости бобов при их созревании у сорта Дальневосточная (7,2 балла). У образцов для универсального выращивания устойчивость к растрескиваемости бобов выше средней (5,8-6,5 балла). Высота растений у перспективных образцов вполне благоприятна для комбайновой уборки: 64 (ПООС 31-15) – 71 (ПООС 39-15) см.

В связи с тем, что цветение у вигны-адзуки растянутое, вызреваемость бобов редко бывает 100%. У перспективных образцов данный показатель высокий и составляет 95,5% (ПООС 44-15) – 99,8% (ПООС 31-15), что вполне соответствует требованиям АТТ (более 90%).

### Заключение

В результате селекционной работы с вигной-адзуки на Приморской овощной опытной станции – филиале ФГБНУ ФНЦО были созданы и включены в Госреестр РФ сорта Азия (универсального выращивания) и Дальневосточная (для садово-огородного овощеводства).

Выделившиеся по ряду хозяйственно-биологических показателей перспективные образцы: ПООС 39-15, ПООС 44-15, ПООС 31-15 – проходят размножение и подготовку к государственному сортоиспытанию.

Создание сортов новой для России овощной культуры позволит поднять экономику сельскохозяйственного производства в сложном по климатическим условиям ДФО.

### Об авторе:

**Александр Степанович Корнилов** – кандидат с.-х. наук, консультант

**Николай Андреевич Сакара** – кандидат с.-х. наук, зам. директора по научной работе, nsakara@inbox.ru

**Ирина Алексеевна Ванюшкина** – с.н.с., vanuschckina@yandex.ru

### About the author:

**Alexander S. Kornilov** – Cand. Sci. (Agriculture), Consultant

**Nikolai A. Sakara** – Cand. Sci. (Agriculture), Deputy Scientific Director, nsakara@inbox.ru.

**Irina A. Vanyushkina** – Senior Researcher, vanuschckina@yandex.ru

### Литература

- Бурляева М.О., Гуркина М.В., Чебукин П.А., Киселева Н.А. Международный классификатор видов рода *Vigna* savi. СПб: ВИР, 2016. 90 с.
- Чебукин П.А., Бурляева М.А. Вigna – новая перспективная овощная культура для возделывания в ДВФО. Современное состояние и перспективы инновационного развития овощеводства и картофелеводства: Материалы междуна. научн.-практ. конференции. Артем, 2013. С. 123-129.
- Корнилов А.С., Корнилова Т.О., Бурляева М.О. Исходный материал для селекции новой для России бобовой культуры вигны угловатой (*Vigna angularis* (Willd.)) – адзуки. Вестник Дальневосточного отделения РАН. 2019;3(205):22-26.
- Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.2011. 649 с.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных растений. Вып. 2. М.; Л., 1989. 194 с.
- Белик В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. М., Агропромиздат, 1992. 320 с.
- Бондарева Л.Л., Пышная О.Н., Федорова М.И. и др. Методические указания по апробации овощных и бахчевых культур. М.; ФНЦ овощеводства, 2018. 224 с.

### References

- Burlyeva M.O., Gurkina M.V., Chebukin P.A., Kiseleva N.A. International classifier of species of the genus *Vigna* savi. St. Petersburg: VIR, 2016. 90 p. (In Russ.)
- Chebukin P.A., Burlyeva M.A. Vigna is a new promising vegetable crop for cultivation in the Far East Federal District. Current state and prospects for the innovative development of vegetable and potato growing: Proceedings of the international. scientific-practical conferences. Artem, 2013. P. 123-129. (In Russ.)
- Kornilov A.S., Kornilova T.O., Burlyeva M.O. The initial material for the selection of a new for Russia legume vigna-adzuki (*Vigna angularis* (Willd.)). Vestnik of the Far East branch of the Russian Academy of Sciences. 2019;3(205):22-26. (In Russ.) DOI 10.25808/08697698.2019.205.3.003. EDN NQIXEU.
- Litvinov S.S. Methods of field experience in vegetable growing. M.2011. 649 p. (In Russ.)
- Methods of state variety testing of agricultural plants. Issue. 2. M.; L., 1989. 194 p. (In Russ.)
- Belik V.F. Methods of experimental work in vegetable growing and melon growing. M., Agropromizdat, 1992. 320 p. (In Russ.)
- Bondareva L.L., Pyshnaya O.N., Fedorova M.I. Guidelines for approbation of vegetable and melon crops. M.; 2018. 224 p. (In Russ.)

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-28-36>  
УДК 631.531.027:005.591.6

А.Ф. Бухаров\*, А.В. Янченко, А.Ю. Федосов

Всероссийский 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

\*Автор для переписки: [afb56@mail.ru](mailto:afb56@mail.ru)

**Конфликт интересов.** Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов при написании данной работы.

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в анализе материалов, написании текста статьи и формировании выводов.

**Для цитирования:** Бухаров А.Ф., Янченко А.В., Федосов А.Ю. Прайминг – инновационное развитие методологии подготовки семян к посеву (обзор). *Овощи России*. 2023;(5):28-36.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-28-36>

**Поступила в редакцию:** 06.08.2023

**Принята к печати:** 06.09.2023

**Опубликована:** 29.09.2023

Alexander F. Bukharov\*, Aleksey V. Yanchenko,  
Alexander Yu. Fedosov

All-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

\*Correspondence: [afb56@mail.ru](mailto:afb56@mail.ru)

**Conflict of interest.** The authors declare that there are no conflicts of interest.

**Authors' Contribution:** All authors participated in the analysis of materials, writing the text of the article and forming conclusions.

**For citation:** Bukharov A.F., Yanchenko A.V., Fedosov A.Yu. Priming – innovative development of methodology preparation of seeds for sowing (review). *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):28-36. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-28-36>

**Received:** 06.08.2023

**Accepted for publication:** 06.09.2023

**Published:** 29.09.2023

# Прайминг – инновационное развитие методологии подготовки семян к посеву (обзор)



## Резюме

Показано развитие классических приемов намачивания и подращивания семян до метода гидропраймирования и дальнейшее его совершенствование на основе внедрения новых знаний и комплексных подходов. Праймирование – это контролируемая гидратация семян (насыщение ограниченным количеством воды), вызывающая активацию метаболизма, инициацию прорастания (не допуская появления корешка) и обеспечивая последующую обратимость этого процесса (путем подсушивания) с сохранением стимулирующего эффекта. Основоположителем метода (предпосевого закаливания по терминологии автора) по праву можно считать П.А. Генкеля, который представил тщательное теоретическое обоснование и подробное экспериментальное подтверждение эффективности предпосевого намачивания и последующего подсушивания (часто многократного) для повышения засухоустойчивости и солеустойчивости растений. Для комплекса методов воздействия на семена воды и растворов осмотиков У. Хайдекер предложил термин затравка (priming), который широко распространен в англоязычной, но поначалу не прижился в отечественной литературе. Дана характеристика внутренних причин снижения жизнеспособности семян, связанных прежде всего, с процессом старения, в ходе которого происходит истощение запасов питательных веществ, накопление ингибиторов роста, мутагенов, активных форм кислорода и других вредных веществ, денатурация белков и нуклеиновых кислот, окисление ненасыщенных липидов и внешних (абиотических и биотических), и их взаимодействия. В статье изложены сведения об агентах и способах, технических решениях и технике праймирования. Описаны роль воды, условия, факторы, параметры, фундаментальные морфо-анатомическое, физиологическое и биохимическое обоснование процесса прорастания. Изложены недостатки праймирования, пути их преодоления на основе углубленного изучения метаболических процессов, происходящих в процессе праймирования и последующего прорастания, для понимания механизмов повышения посевных и продуктивных свойств семян. Отмечена необходимость максимального расширения практики применения праймирования, особенно в сложных экологических условиях.

**Ключевые слова:** экологический стресс, качество семян, методы праймирования

# Priming – innovative development of methodology preparation of seeds for sowing (review)

## Abstract

The development of classical methods of soaking and growing seeds to the method of hydropriming and its further improvement based on the introduction of new knowledge and integrated approaches are shown. Priming is a controlled hydration of seeds (saturation with a limited amount of water), which causes the activation of metabolism, the initiation of germination (preventing the appearance of a root) and ensuring the subsequent reversibility of this process (by drying) while maintaining a stimulating effect. P.A. Genkel, who presented a thorough theoretical justification and detailed experimental confirmation of the effectiveness of pre-sowing soaking and subsequent drying (often multiple times) to increase drought and salt tolerance of plants. For a complex of methods for influencing seeds with water and osmotic solutions, W. Heidecker proposed the term priming, which is widely used in the English language, but at first did not take root in Russian literature. The characteristic of the internal reasons for the decrease in the viability of seeds, associated primarily with the aging process, during which the depletion of nutrient reserves, the accumulation of growth inhibitors, mutagens, reactive oxygen species and other harmful substances, the denaturation of proteins and nucleic acids, the oxidation of unsaturated lipids and external (abiotic and biotic), and their interactions. The article provides information about agents and methods, technical solutions and priming techniques. The role of water, conditions, factors, parameters, fundamental morpho-anatomical, physiological and biochemical substantiation of the germination process are described. The shortcomings of priming and ways to overcome them are outlined on the basis of an in-depth study of the metabolic processes occurring in the process of priming and subsequent germination in order to understand the mechanisms for increasing the sowing and productive properties of seeds. The necessity of maximizing the practice of applying priming, especially in difficult environmental conditions, was noted.

**Keywords:** environmental stress, seed quality, priming methods



**К**ультурные растения в течение своей жизни подвергаются многочисленным биотическим и абиотическим стрессам, что значительно снижает их урожайность [1]. Прорастание семян и начальный этап роста являются наиболее чувствительными стадиями развития растений [2-4]. Неблагоприятные условия, складывающиеся после посева в период прорастания семян (внешние факторы), могут самым негативным образом отразиться на развитии и продуктивности растений [5]. Отрицательное влияние стрессовых факторов значительно усугубляется, если на посев были использованы семена недостаточно высокого качества. Внутренние причины снижения жизнеспособности семян сопряжены, прежде всего, с процессом старения, в ходе которого происходит истощение запасов питательных веществ, накопление ингибиторов роста, мутагенов, активных форм кислорода и других вредных веществ, денатурация белков и нуклеиновых кислот, окисление ненасыщенных липидов [6,7]. Обобщенная картина влияния внешних (абиотических и биотических), внутренних факторов и их взаимодействия представлена в работе [8]. Постепенный кумулятивный процесс всех нарушений приводит к ухудшению проницаемости мембран, функционирования органелл, других структурных, физиологических, химических изменений зародыша [9].

Поэтому предпосевная подготовка семян, способствующая повышению их качества, дружности появления всходов, преодолению стрессов в процессе прорастания и на более поздних этапах, как следствие, минимизация потерь урожая и сохранения его качества, всегда была одним из важнейших элементов технологии выращивания сельскохозяйственных культур [10-12]. В последние десятилетия научные исследования в этом направлении развиваются особенно активно, поскольку значительная часть посевных площадей (доля которых непрерывно увеличивается) в мире находится в зоне рискованного земледелия. Почвы подвергаются деградации вследствие интенсивных методов ведения сельского хозяйства, индустриализации, урбанизации на фоне явных изменений климата [13-17].

Классические приемы предпосевной подготовки семян претерпевают существенные изменения, основанные на внедрении новых знаний и комплексных подходов. Особый интерес представляет развитие инновационной технологии праймирования семян [18,19]. Праймирование – это контролируемая гидратация семян (насыщение ограниченным количеством воды), вызывающая активацию метаболизма, инициацию прорастания (не допуская появления корешка) и обеспечивая последующую

обратимость этого процесса (путем подсушивания) с сохранением стимулирующего эффекта. Праймирование, облегчая прорастание семян, способствует повышению скороспелости, урожайности и качества продукции [20,21]. Методы праймирования семян помогают реализовать потенциальную урожайность, особенно в неблагоприятных условиях, таких как засуха, тепловой стресс, засоление, загрязнение почвы тяжелыми металлами, других экологических стрессов [22,23].

Праймирование – современная технология подготовки семян к посеву, в основе которой лежит очень древний прием воздействия водой (намачивание, подращивание, проращивание). У. Хайдекер для комплекса методов воздействия на семена воды и растворов осмотиков предложил термин затравка (priming), который широко распространен в англоязычной, но поначалу не прижился в отечественной литературе [5]. Чаще используют термин стимулирование (воздействие стимулов). Подробную информацию о стимулирующих факторах, способах и эффективности их применения можно найти в работах [6,24,25]. Одним из первых подробную сводку по этому методу (предпосевного закаливания по терминологии автора) составил П.А. Генкель. Он же представил тщательное теоретическое обоснование и подробное экспериментальное подтверждение эффективности предпосевного намачивания и последующего подсушивания (часто многократного) для повышения засухоустойчивости и солеустойчивости растений. Одновременно он показал и ограничения по использованию этого метода в отношении мезофитов и некоторых других растений, которые не приспособлены к перенесению водного дефицита и завядания [3].

Со времен К.А. Тимирязева твердо устоялись знания об основных факторах, необходимых для прорастания семян (вода, температура, кислород, свет) [6,24,26]. Однако поглощение воды (набухание) – ключевой момент, запускающий процесс прорастания, что является теоретической базой технологии праймирования [27,28]. Принято выделять три этапа прорастания семян [29]. На первом этапе происходит поглощение основного количества воды, активное набухание и выход семян из состояния анабиоза. На втором этапе запускается комплекс сложных биохимических процессов, активизация ферментов, сначала обеспечивающих гидролиз (сложных углеводов, белков, жиров), а затем и синтез веществ, необходимых для роста и развития зародыша. На третьем этапе осуществляется интенсивный рост зародыша (сначала за счет растяжения, а затем и деления клеток), завершающийся наклеиванием семян [13,30,31].

В практике процесс праймирования, как правило, ограничен первыми двумя этапами, которые в сумме составляют первую фазу (наиболее важную, составляющую суть) праймирования. Вторая фаза праймирования - подсушивание семян, несмотря на кажущуюся простоту, не менее ответственная. При сушке семян следует учитывать интенсивность (скорость) потери воды и конечное состояние (пересушивание) семян, на что неоднократно указывал У. Хайдекер [5].

Для технологии праймирования (в отличие от предшествующих) характерна очень высокая точность разработки и соблюдения всех параметров процесса воздействия технологических агентов на семя. Если ранее намачивание или подрачивание семян проводили непосредственно перед посевом (за несколько часов, реже суток до посева) и выполняли это непосредственно на сельхозпредприятии, то праймирование, как правило, выполняют организации, производящие и реализующие семена, что связано со сложностью и достаточно высокой стоимостью оборудования и самого процесса праймирования. Это в свою очередь вызывает необходимость хранения праймированных семян (для доставки потребителю) в течение нескольких дней и даже недель. Поэтому семена подсушивают до влажности, при которой процесс прорастания приостанавливается, а положительный эффект праймирования в максимальной степени сохраняется. Этому в значительной степени способствует оптимальная температура хранения. В большинстве инструкций указано, что подсушивание проводят до исходного состояния семян [13,31,32]. Однако в некоторых случаях процесс подсушивания останавливают при более высокой оводненности семян, что обеспечивает более ранний старт при посеве, но требует более внимательного отношения к хранению семян [33,34]. В редких случаях прорастание доводят до наклевывания (единичного), но такие семена высевают сразу после обработки, а если хранят, то непродолжительно при температуре +2...+4°C. Известна и методика посева наклюнувшихся семян, помещенных в гидрогель [35,36].

Учитывая, что в практику сельского хозяйства все чаще внедряется прецизионное земледелие и использование семян с очень высокими посевными качествами, праймирование таких семян преследует иные цели. В задачи намачивания и подрачивания семян входило, прежде всего, повышение энергии и всхожести, ускорения и дружности прорастания. Праймирование помимо этого преследует и другую более важную цель – адаптацию прорастающих семян к неблагоприятным условиям, преодоление экстремальных факторов внешней среды. Для этого помимо воды в технологический процесс

праймирования семян дополнительно включают и специфические агенты самого разного спектра действия. Это могут быть соли неорганических кислот, минеральные питательные вещества (макро- и микроэлементы), физиологически активные вещества (гормоны, синтетические регуляторы роста, витамины, аминокислоты, другие низкомолекулярные органические соединения), высокомолекулярные осмотически активные вещества, экстракты растений. Вещества (агенты праймирования) могут находиться в водном растворе в виде ионов недиссоциированных молекул, комплексных соединений, а также взвесей, гелей. В зависимости от вида агента (вещества), его состояния в растворе и основной цели, с которой применяют, различают гидро-, химио-, осмо-, нано-, гормоно-, био- и другие способы праймирования.

Наибольшей популярностью (после гидропраймирования) пользуется праймирование растворами осмотически активных веществ (полиэтиленгликоль, сахароза, сорбит, глицерин) для придания семенам засухоустойчивости [5,37].

Для преодоления солевого стресса широко использовано галопраймирование, при котором агентами воздействия являются соли неорганических кислот, являющиеся причиной солевого стресса [38]. Устойчивость к солевому стрессу обеспечивает применение широкого спектра агентов праймирования, в том числе полиэтиленгликоля, гиббереллина, пролина и других биологически активных веществ [39,40].

Гормонотипирование – направление, предполагающее использование природных и синтетических физиологически активных веществ (ауксины, гиббереллины, кинетин, АБК, этиленпродуценты и другие вещества, обеспечивающие регуляцию роста и развития) [41,42]. Регуляторные функции этих соединений подробно разбираются в работах отечественных и иностранных физиологов [43-45]. С помощью гормонотипирования решаются самые разные задачи, в том числе повышение засухоустойчивости и солеустойчивости, активизация фотосинтеза и биопродуктивности [46]. Физиологически активные вещества удачно сочетают с нутрио- и осмопраймированием [47].

Нутриотипирование – метод, предусматривающий использование макроэлементов (Р, К, N), что положительно влияет на эффективность извлечения и усвоения питательных веществ, рост, развитие растений и урожайность [18,48]. Использование для обработки семян микроэлементов (В, Mg, Мо, Mn, Zn, Со, Си и др.) базируется на глубоких исследованиях [49-51]. В качестве питательных веществ для праймирования также используют органические



вещества (гуматы, аминокислоты, витамины) [17], а также полифункциональные органоминеральные комплексы [52].

Еще одно активно развивающееся новое направление исследований – нанопраймирование. В качестве агентов праймирования применяют наночастицы металлов (Ag, Fe, Cu,) или оксиды ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ) [53-55]. Наночастицы характеризуются размером, который измеряется единицами или десятками нанометра (нм) и электрокинетическим потенциалом (мВ). В растворе они присутствуют в хелатной форме или качестве гидрогеля, стабилизированные биологически активными веществами (КМЦ, Олеат натрия, ПАВ). Применяют наночастицы также в очень малых (1-100 ppm) концентрациях. Поскольку в качестве наночастиц часто используют микроэлементы, механизм их действия близок, но не идентичен и требует тщательного изучения. Эффект от нанопраймирования чрезвычайно специфичен (от токсического до стимулирующего) и зависит не только от химического элемента (вещества), дозы (концентрации), но размера частиц, а также вида растений, на которых их применяют [18,56].

Все эти методики можно объединить общим термином химиопраймирование, поскольку они предусматривают использование для праймирования химических веществ – природных или синтетических, органических или неорганических.

Несколько особняком стоит праймирование семян экстрактами из растений и других живых объектов (водоросли, хитиновые покровы членистоногих). Специфика этой методики заключается в том, что невозможно установить все вещества (их строение и роль), присутствующие в растворе. Большинство положительных результатов теоретических исследований в этом направлении были получены в рамках опытов по изучению явления аллелопатии [57-60]. Позднее обработка семян экстрактами из растений и хитина широко вошли в практику растениеводства [61].

Биопраймирование предусматривает замачивание семян в воде, содержащей микроорганизмы (бактерии, грибы) и продукты их жизнедеятельности [62]. Азотфиксирующие микроорганизмы свободно живущие (*Clostridium*, *Azotobacter*, *Beijerinckia* и др.) или развивающиеся в симбиозе с культурными растениями (*Rhizobium*, *Bradyrhizobium* и др.) являются для них дополнительным источником азота [63,64]. Солюбилизирующие бактерии (*Pseudomonas* spp., *Agrobacterium* spp., *Bacillus* spp. и др.) высвобождают и мобилизуют питательные вещества, способствуя повышению в почве доступных форм фосфора и калия [65]. Биопраймирование способствует накоплению в корневой зоне антаго-

нистов (*Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*) вредных микроорганизмов, которые подавляют развитие болезней и вредителей, и способствует оздоровлению почвы [66-68].

Применение некоторых отдельных агентов дает возможность одновременно решать сразу нескольких задач. Технология праймирования позволяет совместно применять несколько веществ, обеспечивая получение комплексного эффекта [61]. Так биопраймирование бобовых культур азотфиксирующими микроорганизмами в сочетании с использованием биологически активных веществ или микроэлементов (Mo, Co) существенно увеличило не только число клубеньков и фиксацию азота, но и содержание хлорофилла в листьях и биопродуктивность растений в целом [69,70]. Выявлено, что обработка препаратом эпин-экстра на фоне инокуляции ризоторфином приводила к увеличению азотфиксирующей активности в клубеньках растений сои на фоне увеличения содержания ИУК – в корнях с клубеньками, цитокинина и АБК – в листьях и стеблях, ГК – в листьях, стеблях и корнях с клубеньками [64]. Поскольку антиоксидантная [71] и гормональная [72] системы играют ключевую роль в формировании и функционировании симбиотической фиксации азота у бобовых растений.

Развиваются технические решения и техника праймирования. Ранее, когда намачивание осуществляли вручную в кучах или емкостях, это достигали периодическим перелопачиванием семян [3]. В современной иностранной литературе аналогичный метод (замачивания в воде с последующей сушкой) принято называть «праймирование на ферме». Это наиболее простые, доступные и дешевые методы, не требующие значительных материальных и технических ресурсов [36,73,74]. В настоящее время праймирование осуществляют в приборах барабанного типа, (непрерывного или периодического вращения) в которых располагают семена и куда через определенный интервал впрыскивается вода или раствор. При этом можно точно регулировать соотношение семян и воды и время праймирования. Можно заранее рассчитать заданную влажность семян, обеспечить равномерность их увлажнения [35,75,76]. Известен прием барботирования, при котором семена помещают в емкость с водой (раствор питательных или физиологически активных веществ), через который непрерывно пропускают воздух или кислород [77]. Интенсивное перемешивание семян способствует более быстрому и равномерному увлажнению. Аэрация обеспечивает дыхание семян, выделение и удаление ингибиторов роста и вредных веществ. Предложен метод насы-

щения семян водой и растворенными веществами в вакуумной установке под действием быстрой смены давления. При такой обработке из семян удаляется воздух, а освободившиеся полости занимает вода [12].

Широкое применение получил способ праймирования твердой матрицей, для чего семена смешивают и инкубируют с влажным твердым носителем в течение определенного времени, а затем отделяют от субстрата, очищают и сушат. Этот способ позволяет семенам медленно увлажняться, имитируя естественный процесс впитывания воды из почвы [13,32,78]. Материалы, применяемые в праймировании твердой матрицей, должны обладать высокой влагоудерживающей способностью [79,80]. Этому требованию соответствуют вермикулит, торф, мох, древесный уголь, песок, некоторые синтетические субстраты [81,82].

Важнейшее условие праймирования – равномерный доступ к семенам воды, воздуха и других агентов воздействия. Основные параметры, которые необходимо соблюдать при праймировании: соотношение семян и воды (раствора), температура, продолжительность воздействия, концентрация праймирующих агентов, степень аэрации. Параметры процесса сильно зависят от видовой, сортовой специфики и особенностей партии семян [83,84].

На физиологические качества семян оказывают влияние окружающая среда в период их формирования и уборки, условия и продолжительность хранения, механические повреждения и микрофлора. Семена на протяжении всего периода их существования претерпевают различные изменения (цитологические, физиологические, биохимические), негативно отражающиеся на их жизнеспособности. Поэтому в каждом конкретном случае требуется проводить предварительные исследования с целью уточнения условий праймирования [85-87]. Для этого проводят предварительный анализ изначального качества и контроль за морфофизиологическим состоянием семян в процессе праймирования. Такие наблюдения за прорастанием семян и исследования необходимо проводить в динамике, в том числе учитывать продолжительность сохранения посевных качеств и стимулирующего эффекта [88]. Для этого целесообразно использовать методы изучения морфометрических параметров внутреннего строения и физиологических показателей качества семян, основанные на использовании кинетических показателей и многофакторного дисперсионного анализа [86,87,89]. Главное, чего следует избегать при праймировании – это радикального прорастания семян и как следствие необратимости процесса после подсушивания. В большинстве случаев кри-

тической точкой является наклеивание единичных семян [90].

Как уже отмечено, стратегия праймирования достаточно давно известная, основана на эмпирических знаниях. Глубинные механизмы, лежащие в основе действия воды и растворенных в ней химических веществ во время предпосевной обработки семян, долгое время оставались недостаточно ясными. Поэтому всегда и в настоящее время особенно технология праймирования является предметом обширных не только практических, но и в первую очередь теоретических исследований. Выявлено, что положительный эффект праймирования достигается за счет самых разных эндогенных механизмов. Бесспорно одно, что праймированные семена, пройдя первую и частично вторую стадии прорастания при предпосевной обработке, затем в полевых условиях повторяют эти процессы уже в ускоренном режиме, поскольку находятся «на краю» или «у барьера» прорастания [27,28]. Это позволяет семенам быстрее и эффективнее использовать запас воды в почве и сокращает период прорастания (даже с учетом обратимости этого процесса в процессе подсушивания). Семена, подвергнутые воздействию стимулов (агентов праймирования), модулируют ответную реакцию в виде взаимосвязанных метаболических, физиологических и структурных изменений, в том числе на клеточном уровне [14,37,91,92]. Наиболее изучен процесс активации ферментов, в первую очередь обеспечивающих гидролиз крахмала до простых растворимых сахаров [61,93]. Увеличивается синтез антиоксидантных ферментов, в том числе каталазы, пероксидазы, супероксиддисмутазы [94,95]. При этом увеличивается дыхательная активность. Отмечено разрушение ингибиторов роста [96]. Регистрируют и синтетические процессы, в том числе образование нуклеиновых кислот РНК, ДНК и белков. Наиболее важным является репарация повреждений ДНК, которые могут быть причиной гибели клеток в процессе прорастания [34,97]. Устойчивость семян к стрессу связана с синтезом и накоплением стрессовых белков (обладающих шаперонной активностью) при экстремальных условиях, в том числе белков теплового шока (БТШ), которые способны защищать другие белки от денатурации и необратимых разрушений, исправлению структурных ошибок, а при необходимости обеспечивают выбраковку поврежденных, неактивных пептидов [98-100]. Накопившиеся под влиянием праймирования (термической или других видов закалки) БТШ помогают клеткам зародыша выжить не только в условиях повышенной температуры, но и других стрессов [101-104]. Под влиянием праймирования происходит активная выработка АТФ, образо-



вание дополнительного числа митохондрий и в целом увеличение энергетического потенциала клеток [14,34]. При длительном хранении семян, а также при прорастании в экстремальных условиях происходит накопление в клетках активных форм кислорода, что вызывает повреждение органелл и молекул и препятствует активному прорастанию. Праймирование способствует синтезу веществ, обладающих антиоксидантной активностью (аскорбиновой кислоты, витамина Е, каротина, пролина) [85]. Увеличиваются в размере морфологические органы семени (прежде всего, зародыш) сначала за счет растяжения, а затем и деления клеток. Линейный рост зародыша в процессе предпосевного намачивания наиболее характерен для семян, у которых он находится в недоразвитом состоянии [86,87]. К числу таких растений относятся многочисленные представители семейства Зонтичные, в том числе морковь, укроп, сельдерей, кориандр и многие другие [105-107]. Предварительное намачивание в сочетании с воздействием пониженной температуры позволяет в значительной степени преодолеть состояние покоя, что также приводит к ускорению прорастания и развитию проростка [83,88].

Все эти положительные изменения в клетках зародыша, накопленные в процессе праймирования, способствуют нормальному прорастанию семян. Бесспорный положительный практический эффект самых разных методов праймирования и для многих культур достигнут в лабораторных условиях, а также в полевых условиях на ранних этапах развития [8]. Это наиболее изученный аспект исследований праймирования, результаты которого часто теоретически проецируются на развитие и продукционный процесс взрослого растения. В ряде работ пролонгированный эффект праймирования статистически доказан и отмечен в виде более активного роста корневой системы и листостебельной массы [17,108], ускоренного прохождения фаз [61], регуляции защитных систем организма [109], увеличении количества фотосинтетических пигментов и активизации фотосинтеза [13], повышения продуктивности [21]. Известны исследования, свидетельствующие об экономической эффективности применения праймированных семян. С одной стороны, это может быть связано со снижением затрат на применение удобрений, мелиорантов, поливной воды, пестицидов за счет более экономного их использования растениями [47,62,65], а с другой - за счет повышения урожайности и качества продукции [91,92].

Следует иметь в виду, что праймирование может иметь ряд недостатков. Невозможно установить единые правила осуществления процесса прайми-

рования даже применительно для вида и сорта. Как правило, для каждой партии семян и каждой конкретной ситуации необходимо выбирать оптимальную стратегию праймирования и сопровождать ее проведением многочисленных предварительных испытаний. Это естественно усложняет процесс и увеличивает стоимость праймированных семян [110]. Обсуждаются токсикологические характеристики наночастиц [111].

Главным недостатком праймированных семян является снижение их долговечности по сравнению с необработанными [112-115]. Возникает необходимость разрабатывать приемы поддержания стимулирующего эффекта и посевных качеств подготовленных семян на достигнутом уровне в течение приемлемого срока хранения, что может быть достигнуто снижением температуры до 4°C (холодильные установки) или доступа кислорода (вакуумная упаковка) [116,117]. Ухудшение качества семян можно преодолеть повторным праймированием [115]. Однако в некоторых случаях физиологические изменения после определенного срока хранения оказываются необратимыми [118]. В любом случае все это требует дополнительных затрат и увеличивает себестоимость семян. Процесс праймирования часто сопряжен с риском размножения на семенах грибов и бактерий, что также негативно отражается на их качестве и снижает эффективность подготовки семян [119], поэтому для борьбы с патогенами приходится дополнительно применять пестициды, что может снизить эффективность праймирования.

Таким образом, праймирование семян можно рассматривать как один из актуальных способов решения проблем, связанных с прорастанием семян, в тех случаях, когда семена имеют низкую жизнеспособность, или их приходится высевать в неблагоприятных условиях. Праймирование – сложное, многогранное направление исследований, требующее комплексного, системного подхода для решения практических задач по повышению качества семян и преодолению экстремальных условий в процессе роста растений. Одновременно необходимо углубленное изучение метаболических процессов, происходящих в процессе праймирования и последующего прорастания, что обеспечило бы понимание механизмов повышения посевных и продуктивных свойств семян, способствовало бы максимальному использованию этой технологии в сложных экологических условиях. Широкая практика применения методов праймирования показала, что с одной стороны они, безусловно, требуют стандартизации, а с другой – индивидуального подхода с учетом физиологического состояния семян и факторов среды, на преодоление которых они направлены.

## Об авторах:

**Алексей Владимирович Янченко** – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-1031-9459>, Scopus ID 504024344650, Researcher ID J-7300-2018, [laboratoria2008@yandex.ru](mailto:laboratoria2008@yandex.ru)

**Александр Федорович Бухаров** – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0003-1910-5390>, Scopus ID 57193127775, Researcher ID J-6605-2018, автор для переписки, [afb56@mail.ru](mailto:afb56@mail.ru)

**Александр Юрьевич Федосов** – младший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-9492-8667>, [ffed@rambler.ru](mailto:ffed@rambler.ru)

## About the Authors:

**Aleksey V. Yanchenko** – Candidate of Agricultural Sciences Sci., Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-1031-9459>, Scopus ID 504024344650, Researcher ID J-7300-2018, [laboratoria2008@yandex.ru](mailto:laboratoria2008@yandex.ru)

**Alexander F. Bukharov** – Doc. Sci. (Agriculture), <https://orcid.org/0000-0003-1910-5390>, Scopus ID 57193127775, Researcher ID J-6605-2018, Correspondence Author, [afb56@mail.ru](mailto:afb56@mail.ru)

**Alexander Yu. Fedosov** – Junior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-9492-8667>, [ffed@rambler.ru](mailto:ffed@rambler.ru)

## • Литература

- Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (Эколого-генетические основы). - М.: Изд-во «Агрорус». 2000. 813 с.
- Максимов Н.А. Физиологические основы засухоустойчивости растений. Л.: тип. «Коминтерн» Гос. изд-ва, 1926. 436 с.
- Генкель П.А. Устойчивость растений к засухе и пути ее повышения. Тр. института физиологии растений им. К.А. Тимирязева. 1946. Т. 5. Вып. 1. 258 с.
- Генкель П.А. Солеустойчивость растений и пути ее направленного повышения. Изд. АН СССР. 1954. 84 с.
- Хайдекер У. Стресс и прорастание семян: агрономическая точка зрения. *Физиология и биохимия покоя и прорастания семян*. М.: Колос, 1982. С. 273–19.
- Овчаров К.Е. Физиология формирования и прорастания семян. М.: Колос. 1976. 256 с.
- Илли И.Э. Жизнеспособность семян. *Физиология семян*. - М.: Колос. 1982. С. 102-124.
- Робертс Е.Г. Влияние условий хранения семян на их жизнеспособность. *Жизнеспособность семян*. М.: Колос. 1978. С. 22-62.
- Майер А.М. Метаболическая регуляция прорастания. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. М.: Колос. 1982. С. 397-424.
- Мухин В.Д. Подготовка семян овощных культур к посеву. М.: Московский Рабочий. 1979. 116 с.
- Кононков П.Ф. Повышение полевой всхожести семян овощных культур. М.: ВНИИССОК. 1986. 86 с.
- Лудилов В.А. Семеноведение овощных и бахчевых культур. М.: МСХ РФ. «Росинформаргетех». 2005. 391 с.
- Paparella S., Araújo S.S., Rossi G., Wijayasinghe M., Carbonera D., Balestrazzi A. Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Rep.* 2015;(34):1281–1293. doi: 10.1007/s00299-015-1784-y
- Chatterjee N., Sarkar D., Sankar A., Sumita P.A.L., Singh H.B., Singh R.K., et al. On-farm seed priming interventions in agronomic crops. *Acta Agric. Slov.* 2018;(111):715–735. doi: 10.14720/aas.2018.111.3.19
- Zulficar F. Effect of seed priming on horticultural crops. *Scientia Hort.* 2021;(286):110197. doi: 10.1016/j.scienta.2021.110197
- Abhilash P.C. Restoring the unrestored: strategies for restoring global land during the UN decade on ecosystem restoration (UN-DEER). *Land.* 2021;(10):201. doi: 10.3390/land10020201
- Николаева А.А., Филиппова О.И., Куликова Н.А. Влияние праймирования гуминовыми веществами семян пшеницы на появление и развитие проростков в условиях засухи и переувлажнения. *Проблемы агрохимии и экологии*. 2023;(1):3-10. DOI 10.26178/AE.2023.45.88.001. EDN KSJLTL =
- Rakshit A., Singh, H.B. (Eds.). *Advances in Seed Priming*. Singapore: Springer. 2018. doi: 10.1007/978-981-13-0032-5
- Sarkar D., Kar S.K., Chattopadhyay A., Rakshit A., Tripathi V.K., Dubey, P. K., et al. Low input sustainable agriculture: a viable climate-smart option for boosting food production in a warming world. *Ecol. Indic.* 2020;(115):106412. doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106412
- Ajourri A., Asgedom H., Becker M. Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2004;(167):630–636. doi: 10.1002/jpln.200420425
- Marthandan V., Geetha R., Kumutha K., Renganathan V.G., Karthikeyan A., Ramalingam, J. Seed priming: a feasible strategy to enhance drought tolerance in crop plants. *Int. J. Mol. Sci.* 2020;(21):8258. doi: 10.3390/ijms21218258
- Gopalakrishnan T., Kumar L. Modeling and mapping of soil salinity and its impact on paddy lands in jaffna peninsula, Sri Lanka. *Sustainability.* 2021;(12):8317. doi: 10.3390/su12208317
- Tisarum R., Theerawitaya C., Samphumphuang T., Polisipitak K., Thongpoem P., Singh H. P. et al. Alleviation of salt stress in upland rice (*Oryza sativa* L. ssp. *indica* cv. Leum Pua) using arbuscular mycorrhizal fungi inoculation. *Front. Plant Sci.* 2020;(11):348. doi: 10.3389/fpls.2020.00348
- Крокер В., Бартон Л. Физиология семян. Изд-во Иностранной литературы. 1955. 399 с.
- Кан А.А. Предварительная обработка, прорастание и жизнедеятельность семян. *Физиология и биохимия покоя и прорастания семян*. М.: Колос. 1982. С. 320-354
- Дженн Р.К., Амен Р.Д. Что такое прорастание? *Физиология и биохимия покоя и прорастания семян*. М.: Колос. 1982. С.19–44.
- Обручева Н.В., Антипова О.В. Физиология инициации прорастания семян. *Физиология растений*. 1997. Т.44. С. 287-302.
- Обручева Н.В. Прорастание семян. Физиология семян. М.: Наука. 1982. С.223-274.
- Bewley J.D. Seed germination and dormancy. *The Plant Cell.* 1997;9(7):1055–1066.
- Tanou G., Fotopoulos V., Molassiotis A. Priming against environmental challenges and proteomics in plants: update and agricultural perspectives. *Frontiers in Plant Science.* 2012;(3):216.
- Gamir J., Sánchez-Bel P., Flors V. Molecular and physiological stages of priming: how plants prepare for environmental challenges. *Plant Cell Reports.* 2014;(33):1935–1949.
- McDonald M.B. Seed priming. In: Black M., Bewley J.D., editors. *Seed Technology and its Biological Basis*. Sheffield, Sheffield Academic Press; 2000. p 287-325.
- Hussain M., Farooq M., Basra S.M.A., Ahmad N. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. *International Journal of Agriculture & Biology.* 2006;(8):14-18. DOI: 1560-8530/2006/08-1-14-18
- Varier A., Vari A.K., Dadlani M. The subcellular basis of seed priming. *Curr. Sci.* 2010. P.450–456.
- Rowse H.R. Methods of priming seeds. 1992. United States Patent No. 5,119,589.
- Harris D., Joshi A., Khan P.A., Gothkar P., Sodhi P.S. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. *Experimental Agriculture.* 1999;(35):15-29.
- Hussain M., Farooq M., Sattar A., Ijaz M., Sher A., Ul-Allah S. Mitigating the adverse effects of drought stress through seed priming and seed quality on wheat (*Triticum aestivum* L.) productivity. *Pakistan J. Agric. Sci.* 2018;(55):313–319. doi:10.21162/PAKJAS/18.5833
- Yacoubi R., Job C., Belghazi M., Chaibi W., Job D. Proteomic analysis of the enhancement of seed vigour in osmoprimed alfalfa seeds germinated under salinity stress. *Seed Science Research.* 2013;(23):99-110. DOI: 10.1017/S0960258513000093
- Farooq M., Wahid A., Siddique K.H.M. Micronutrients application through seed treatments – a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition.* 2012;(12):125-142. DOI: 10.4067/S0718-95162012000100011
- Nascimento W.M., Huber D.J., Cantliffe D.J. Carrot seed germination and respiration at high temperature in response to seed maturity and priming. *Seed Science and Technology.* 2013;(41):164-169.
- Никелл Л. Регуляторы роста растений (применение в сельском хозяйстве). М.: 1984. 190 с.
- Муромцев Г.С., Агнестикова В.Н. Гиббереллины и урожай. М.: Колос. 1971. 127 с.
- Благовещенский А.В. Биогенные стимуляторы в сельском хозяйстве. Природа. 1955;(7):43-47.
- Кефели В.И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. М.: Наука. 1974. 253 с.
- Дерфлинг К. Гормоны растений. Системный подход. М.: Мир. 1985. 304 с.
- Mangena P. Effect of hormonal seed priming on germination, growth, yield and biomass allocation in soybean grown under induced drought stress. *Indian J. Agric. Res.* 2020;(54):441. doi: 10.18805/IJARe.A-441
- Arun M.N., Hebbar S.S., Bhanuprakash K., Senthivel T. Seed priming improves irrigation water use efficiency, yield and yield components of summer cowpea under limited water conditions. *Legume Res.* 2017;(40):864–871. doi: 10.18805/LR-3785
- Sarkar D., Rakshit A., Al-Turki A.I., Sayyed R.Z., Datta R. Connecting bio-priming approach with integrated nutrient management for improved nutrient use efficiency in crop species. *Agriculture.* 2021;(11):372. doi: 10.3390/agriculture11040372
- Школьник М.Я., Макарова Н.А. Микроэлементы в сельском хозяйстве. М.-Л. Изд-во АН СССР. 1957. 292 с.
- Каталимов М.В. Микроэлементы и микроудобрения. М.-Л. Изд-во «Химия». 1965. 332 с.
- Пейве Я.В. Руководство по применению микроудобрений. М.: Сельхозиздат. 1963. 224 с.
- Шаповал О.А., Можарова И.П., Федотова Л.С. Эффективность применения полифункциональных удобрений с аминокислотами. *Проблемы агрохимии и экологии.* 2018;(4):21-26. DOI 10.26105/AE.2018.4.20.004. EDN YRYEPB.
- Raja K., Sowmya R., Sudhagar R., Moorthy P.S., Govindaraju K., Subramanian K.S. Biogenic ZnO and Cu nanoparticles to improve seed germination quality in blackgram (*Vigna mungo*). *Mater. Lett.* 2019;(235):164–167.
- Rai-Kalal P., Jajoo A. Priming with zinc oxide nanoparticles improve germination and photosynthetic performance in wheat. *Plant Physiol. Biochem.* 2021;(160):341–351.
- Куликова Н.А., Филиппова О.И., Зиганшина А.Р. Эффективность праймирования семян пшеницы наночастицами серебра: влияние продолжительности обработки и стабилизирующего агента. *Проблемы агрохимии и экологии.* 2021;(3-4):25-31. DOI 10.26178/1914.2021.10.89.010. – EDN ZAZLKB.



56. Chernysheva M.G., Myasnikov I.Yu., Badun G.A., Matorin D.N., Gabbasova D.T., Konstantinov A.I., Korobkov V.I., Kulikova N.A. Humic substances alter the uptake and toxicity of nanodiamonds in wheat seedlings. *J. Soil sediments*. 2018;18(4):1335–1346.
57. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление. Киев: Наукова думка, 1991. 430 с.
58. Наумов Г.Ф. Аллелопатические свойства выделений прорастающих семян полевых культур и их сельскохозяйственное значение. Сб. науч. тр. Харьков: Изд-во Харьковского СХИ им. В.В. Докучаева, 1988. С.5–12.
59. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Аллелопатическая активность у семян овощных сельдерейных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 2014;49(1):86–90. EDN RXSXS.
60. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Инструментальные методы биотестирования аллелопатической активности. М.: Изд-во РГАЗУ. 2015. 151 с.
61. Bajwa A.A., Farooq M., Nawaz A. Seed priming with sorghum extracts and benzyl aminopurine improves the tolerance against salt stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Physiol. Mol. Biol. Plants*. 2018;(24):239–249. doi: 10.1007/s12298-018-0512-9
62. Askari A., Ardakani M.R., Paknejad F., Hosseini Y. Effects of mycorrhizal symbiosis and seed priming on yield and water use efficiency of sesame under drought stress condition. *Sci. Hortic*. 2019;(257):108749. doi: 10.1016/j.scienta.2019.108749
63. Солдатова Л.Т., Поползухина Н.А., Асанов А.М., Юсонова О.А. Оценка действия бактерицизации на урожайность и качество зерна сои (*Glycine max* (L.) Merr.) в южной лесостепи Западной Сибири. *Проблемы агрохимии и экологии*. 2022;(1):16–20. DOI 10.26178/AE.2022.22.66.006. EDN AWQCWK.
64. Волобуева О.Г. Влияние препарата эпин-экстра на содержание фитогормонов в растениях сои разных сортов и эффективность симбиоза. *Агрохимия*. 2015;(7):34–41. EDN TZFIZR.
65. Kumar P., Aeron A., Shaw N., Singh A., Bajpai V. K., Pant S. et al. Seed bio-priming with tri-species consortia of phosphate solubilizing rhizobacteria (PSR) and its effect on plant growth promotion. *Heliyon*. 2020;(6):e05701. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e05701
66. Sarkar D., Pal S., Singh H. B., Yadav R. S. Rakshit A. "Harnessing bio-priming for integrated resource management under changing climate," in *Advances in PGPR Research*, eds H. B. Singh, B. K. Sarma, and C. Keswani (London, UK: CAB International). 2017. 349–363.
67. Пусенкова Л.И., Гарипова С.Р., Ласточкина О.В., Юлдашев Р.А. Эффективность инокуляции семян яровой пшеницы эндофитными бактериями *Bacillus subtilis* 26Д. *Проблемы агрохимии и экологии*. 2020;(3):56–64. DOI 10.26178/AE.2020.19.55.005. EDN HBDFFB.
68. Ха Т.З., Канарский А.В., Канарская З.А., Щербаков А.В., Щербакова Е.Н. Ключевой стимулятор роста растений – ризобактерии. *Вестник ПГТУ*. 2020;3(47). DOI: <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2020.3.58>
69. Pattanayak S.K., Dash D., Jena M.K., Nayak R.K. Seed treatment of green gram with molybdenum and cobalt: effect on nodulation, biomass production and N uptake in an acid soil. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 2000;48(4):769–773.
70. Mirshekari B. Seed priming with iron and boron enhances germination and yield of dill (*Anethum graveolens*). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2012;(36):27–33.
71. Иванова К.А., Цыганов В.Е. Антиоксидантная система защиты в симбиотических клубеньках бобовых растений (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2017;52(5):878–894. DOI 10.15389/agrobiology.2017.5.878rus. EDN ZRXNWT.
72. Долгих Е.А., Кириенко А.Н., Лепянен И.В., Долгих А.В. Роль фитогормонов в контроле развития симбиотических клубеньков у бобовых растений. Сообщение 2. Ауксины. *Сельскохозяйственная биология*. 2016;51(5):585–592. DOI 10.15389/agrobiology.2016.5.585rus. EDN WZJQCP.
73. Harris D., Raghuwanshi B.S., Gangwar J.S., Singh S.C., Joshi K.D., Rashid I., Hollington P.I. Participatory evaluation by farmers for on-farm seed priming in wheat in India, Nepal and Pakistan. *Experimental Agriculture*. 2001;(37):403–415.
74. Harris D., Breese W.A., Kumar Rao J.V.D.K. The improvement of crop yield in marginal environments using 'on-farm' seed priming: nodulation, nitrogen fixation and disease resistance. *Australian Journal of Agricultural Research*. 2005;(56):1211–1218. DOI: 10.1071/AR05079
75. Warren J.E., Bennett M.A. Seed hydration using the drum priming system. *HortScience*. 1997;(32):1220–1221.
76. Da Silva C.B., Marcos-Filho J., Jourdan P., Bennett M.A. Performance of bell pepper seeds in response to drum priming with addition of 24-Epibrassinolide. *HortScience*. 2015;(50):873–878.
77. Способы предпосевной подготовки семян овощных культур (рекомендации). М. ВНИИО. 2000. 31 с.
78. Di Girolamo G., Barbanti L. Treatment conditions and biochemical processes influencing seed priming effectiveness. *Italian Journal of Agronomy*. 2012;(7):8–18. DOI: 10.4081/ija.2012.e25
79. Mereddy R., Wu L., Hallgren S.W., Conway K.E. Solid matrix priming improves vigor of okra seeds. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*. 2000;(80):1–5.
80. Singh P.K., Pandita V.K., Tomar B.S., Seth R. Standardization of priming treatments for enhancement of seed germination and field emergence in carrot. *Indian Journal of Horticulture*. 2015;(72):306–309. DOI: 10.5958/0974-0112.2015.00059.6
81. Zhang C.F., Hu J., Lou J., Zhang Y., Hu W.M. Sand priming in relation to physiological changes in seed germination and seedling growth of waxy maize under high-salt stress. *Seed Science and Technology*. 2007;(35):733–738.
82. Pandita V.K., Anand A., Nagarajan S., Seth R., Sinha S.N. Solid matrix priming improves seed emergence and crop performance in okra. *Seed Science and Technology*. 2010;(38):665–674. DOI: 10.15258/sst.2010.38.3.14
83. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Специфика прорастания семян овощных зонтичных культур при различных температурных режимах. *Овощи России*. 2012;(3):38–46. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2012-3-38-46>. EDN PFOCAH.
84. Бухаров А.Ф. Зародыш и морфометрические параметры семян овощных растений семейства зонтичные как предмет селекции. *Овощи России*. 2023;(2):11–16. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-2-11-16>. EDN FZYMTI.
85. Oliveira A.B., Gomes-Filho E.Eneas-Filho J., Prisco J.T., Alencar N.L.M. Seed priming effects on growth, lipid peroxidation, and activity of ROS scavenging enzymes in NaCl stressed sorghum seedlings from aged seeds. *Journal of Plant Interactions*. 2012;(2):151–159.
86. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Кинетика прорастания семян. Система методов и параметров (учебно-методическое пособие). М.: Изд-во РГАЗУ. 2016. 64 с.
87. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Морфометрия в системе тестирования качества семян. М.: Издательство ФГБНУ ФНЦО. 2020. 80 с.
88. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Температурный стресс и термополей семян овощных зонтичных культур. Особенности индукции, проявления и преодоления (часть первая). *Овощи России*. 2013;(2):36–41. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-2-36-41>. EDN RAWRIZ.
89. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И., Бухарова А.Р., Разин О.А. Морфометрия зародыша как элемент системы тестирования качества семян укропа. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2018;(72):63–66. DOI 10.21515/1999-1703-72-63-66. EDN XYNOWL.
90. Бухаров А.Ф. Разнокачественность семян: теория и практика (обзор). *Овощи России*. 2020;(2):23–31. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-23-31>. EDN GBELBZ.
91. Farooq M., Usman M., Nadeem F., Rehman H., Wahid A., Basra S. M., et al. Seed priming in field crops: potential benefits, adoption and challenges. *Crop Past. Sci*. 2019;(70):731–771. doi: 10.1071/CP18604
92. Farooq M., Hussain M., Habib M. M., Khan M. S., Ahmad I., Farooq S., et al. Influence of seed priming techniques on grain yield and economic returns of bread wheat planted at different spacings. *Crop Past. Sci*. 2020;(71):725–738. doi: 10.1071/CP20065
93. Hameed A., Sheikh M. A., Hameed A., Farooq T., Basra S. M. A., Jamil A. Chitosan priming enhances the seed germination, antioxidants, hydrolytic enzymes, soluble proteins and sugars in wheat seeds. *Agrochimica*. 2013;(57):97–110.
94. Wojtyla Ł., Lechowska K., Kubala S., Garneczarska M. Molecular processes induced in primed seeds—increasing the potential to stabilize crop yields under drought conditions. *J. Plant Physiol*. 2016;(203):116–126. doi: 10.1016/j.jplph.2016.04.008
95. Farooq M., Hussain M., Nawaz A., Lee D. J., Alghamdi S. S., and Siddique K. H. Seed priming improves chilling tolerance in chickpea by modulating germination metabolism, trehalose accumulation and carbon assimilation. *Plant Physiol. Biochem*. 2017;(111):274–283. doi: 10.1016/j.plaphy.2016.12.012
96. Chiari F., Ajay S., Anjali S., Alma S., Prasad V., Anca M. Hydropriming and biopriming improve *Medicago truncatula* seed germination and upgrade DNA repair and antioxidant genes. *Genes*. 2020;(11):1–15.
97. Lutts S., Benincasa P., Wojtyla Ł., Kubala S., Pace R., Lechowska K., et al. Seed priming: new comprehensive approaches for an old empirical technique / in *New Challenges in Seed Biology – Basic and Translational Research Driving Seed Technology*, eds S. Araújo and A. Balestrazzi (Rijeka, Croatia: InTechOpen). 2016. 1–46. doi: 10.5772/64420
98. Кулаева О.Н. Белки теплового шока и устойчивость растений к стрессу. *Соровский образовательный журнал*. 1997;(2):5–13.
99. Kozeko L.Ye. Heat shock proteins 90 kDa: diversity, structure, functions. *Tsitologiya*. 2010;52(11): 893–910. EDN OJPZID.
100. Косаковская И.В. Стрессовые белки растений. Киев. 2008. 152 с.
101. Kubala S., Garneczarska M., Wojtyla Ł., Clippe A., Kosmala A., Zmierzko A., Lutts S., Quinet M. Deciphering priming-induced improvement of rapeseed (*Brassica napus* L.) germination through an integrated transcriptomic and proteomic approach. *Plant Science*. 2015;(231):94–113. DOI: 10.1016/j.plantsci.2014.11.008
102. Chen K., Fessehaie A., Arora R. Dehydrin metabolism is altered during seed osmopriming and subsequent germination under chilling and desiccation in *Spinacia oleracea* L. cv. Bloomsdale: possible role in stress tolerance. *Plant Science*. 2012;(183):27–36. DOI: 10.1016/j.plantsci.2011.11.002
103. Chen K., Arora R. Priming memory invokes seed stress-tolerance. *Environmental and Experimental Botany*. 2013;(94):33–45.
104. Li F., Wu X., Tsang E., Cutler A.J. Transcriptional profiling of imbibed *Brassica napus* seed. *Genomics*. 2005;(86):718–30. DOI: 10.1016/j.ygeno.2005.07.006
105. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Морфометрия семян петрушки и сельдерея. *Картофель и овощи*. 2014;(5):34–36. EDN SBZHMV.
106. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Кашнова Е.В., Касаева Г.В., Иванова М.И., Разин О.А. Экологическая и сортовая изменчивость морфометрических параметров семян моркови. *Картофель и овощи*. 2019;(3):37–40. DOI 10.25630/PAV.2019.26.44.009. EDN YZKORN.
107. Бухаров А.Ф., Харченко В.А., Еремина Н.А. Специфика проявления морфометрических параметров семян в сортовых популяциях фенхеля овощного (*Foeniculum vulgare* ssp. *vulgare* (Miller) Thell.). *Овощи России*. 2022;(1):33–38. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-33-38>. EDN JXXXFU.

108. Chen X., Zhang R., Xing Y., Jiang B., Li B., Xu X. The efficacy of different seed priming agents for promoting sorghum germination under salt stress. *PLoS One*. 2021;16(1):e0245505.
  109. Devika O. S., Rakshit A. Economic appraisal of bio-priming mediated stress moderation in crop plants. *Econ. Affairs*. 2019;(64):295570. doi: 10.30954/0424-2513.3.2019.12
  110. Tallowin J.R.B., Rook A.J., Brookman S.K.E. The effect of osmotic resowing treatment on laboratory germination in a range of wild flower species. *Annals of Applied Biology*. 1994;(124):363-370.
  111. Асанова А.А., Полонский В.И. Некоторые токсикологические характеристики наночастиц диоксида кремния. *Проблемы агрохимии и экологии*. 2019;(2):75-82. DOI 10.26178/AE.2019.65.64.012. EDN EPRNAO.
  112. Chiu K.Y., Chen C.L., Sung J.M. Effects of priming temperature on storability of primed sh-2 sweet corn seeds. *Crop Science*. 2002;(42):1996-2003.
  113. Hill H.J., Cunningham J.D., Bradford K.J., Taylor A.G. Primed lettuce seeds exhibit increased sensitivity to moisture content during controlled deterioration. *HortScience*. 2007;(42):1436-1439.
  114. Schwember A.R., Bradford K.J. Drying rate following priming affect temperature sensitivity of germination and longevity of lettuce seeds. *HortScience*. 2005;(40):778-781.
  115. Hacisalihoglu G., Taylor A.G., Paine D.H., Hildebrand M.B., Khan A.A. Embryo elongation and germination rate as sensitive indicators of lettuce seed quality: priming and ageing studies. *HortScience*. 1999;(34):1240-1243.
  116. Hussain S., Zheng M., Khan F., Khaliq A., Fahad S., Peng S., Huang J., Cui K., Nie L. Benefits of rice seed priming are offset permanently by prolonged storage and the storage conditions. *Scientific Reports*. 2015;(5):8101.
  117. Buitink J., Hemminga M.A., Hoekstra F.A. Is there a role for oligosaccharides in seed longevity? An assessment of intercellular glass stability. *Plant Physiology*. 2000;122:1217-1224.
  118. Butler L.H., Hay F.R., Ellis R.H., Smith R.D., Murray T.B. Priming and redrying improve the survival of mature seeds of *Digitalis purpurea* during storage. *Annals of Botany*. 2009;(103):1261-1270.
  119. Wright B., Rowse H., Whipples J.M. Microbial population dynamics on seeds during drum and steeping priming. *Plant and Soil*. 2003;(255):631-640.
- References
1. Zhuchenko A.A. Adaptive crop production (Ecological and genetic bases). - M.: Publishing house "Agrorus". 2000. 813 p.
  2. Maksimov N.A. Physiological bases of drought resistance of plants. L.: type. "Comintern" State. publishing house, 1926. 436 p.
  3. Genkel P.A. Plant resistance to drought and ways to improve it. Tr. Institute of Plant Physiology. K.A. Timiryazev. 1946. V. 5. Issue. 1. 258 p.
  4. Genkel P.A. Salt tolerance of plants and ways of its directed increase. Ed. Academy of Sciences of the USSR. 1954. 84 p.
  5. Heidecker W. Stress and seed germination: an agronomic point of view. Physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. M: Kolos, 1982. P. 273-19.
  6. Ovcharov K.E. Physiology of seed formation and germination. M.: Kolos. 1976. 256 p.
  7. Illy I.E. Viability of seeds. Physiology of seeds. M.: Kolos. 1982. P. 102-124.
  8. Roberts E.G. Influence of seed storage conditions on their viability. Viability of seeds. M.: Kolos. 1978. P. 22-62.
  9. Mayer A.M. Metabolic regulation of sprouting. Physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. M: Kolos. 1982. P. 397-424.
  10. Mukhin V.D. Preparation of vegetable seeds for sowing. Moscow: Moscow Worker. 1979. 116 p.
  11. Kononov P.F. Increasing the field germination of vegetable seeds. Moscow: VNISSOK. 1986. 86 p.
  12. Ludilov V.A. Seed production of vegetable and melon crops. M.: Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Rosinformagrotech. 2005. 391 p.
  13. Nikolaeva A.A., Filippova O.I., Kulikova N.A. Effect on wheat seeds priming with humic substances on the emergence and development of seedlings under conditions of drought and water excess. *Agrochemistry and ecology problems*. 2023;(1):3-10. DOI 10.26178/AE.2023.45.88.001. EDN KSJLJT.
  14. Crocker V., Barton L. Physiology of seeds. Publishing House of Foreign Literature. 1955. 399 p.
  15. Kan A.A. Pretreatment, germination and vital activity of seeds. Physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. M.: Kolos. 1982. P. 320-354.
  16. Jenn R.K., Amen R.D. What is germination? Physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. M: Kolos. 1982. P.19-44.
  17. Obrucheva N.V., Antipova O.V. Physiology of seed germination initiation. Physiology of plants. 1997. V.44. pp. 287-302.
  18. Obrucheva N.V. Germination of seeds. Physiology of seeds. M.: Science. 1982. S.223-274.
  19. Nickell L. Plant growth regulators (application in agriculture). M.: 1984. 190 p.
  20. Muromtsev G.S., Agnistikova V.N. Gibberellins and harvest. M.: Kolos. 1971. 127 p.
  21. Blagoveshchensky A.V. Biogenic stimulators in agriculture. Nature. 1955;(7):43-47.
  22. Kefeli V.I. Natural growth inhibitors and phytohormones. M.: Science. 1974. 253 p.
  23. Derfling K. Plant hormones. Systems approach. M.: Mir. 1985. 304 p.
  24. Shkolnik M.Ya., Makarova N.A. Microelements in agriculture. M.-L. Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR. 1957. 292 p.
  25. Katalymov M.V. Microelements and microfertilizers. M.-L. Publishing house "Chemistry". 1965. 332 p.
  26. Peive Ya.V. Guidelines for the use of microfertilizers. Moscow: Selkhozizdat. 1963. 224 p.
  27. Shapoval O.A., Mozharova I.P., Fedotova L.S. Efficiency of application of polyfunctional fertilizers with amino acids. *Agrochemistry and ecology problems*. 2018;(4):21-26. DOI 10.26105/AE.2018.4.20.004. EDN YRYEPB.
  28. Kulikova N.A., Filippova O.I., Ziganshina A.R. The performance of wheat seeds priming with silver nanoparticles of various compositions: effect of treatment duration and stabilizing agent. *Agrochemistry and ecology problems*. 2021;(3-4):25-31. DOI 10.26178/1914.2021.10.89.010. EDN ZAZLKB.
  29. Grodzinsky A.M. Plant allelopathy and soil fatigue. Kyiv: Naukova Dumka, 1991. 430 p.
  30. Naumov G.F. Allelopathic properties of secretions of germinating seeds of field crops and their agricultural significance. Sat. scientific tr. Kharkov: Publishing House of the Kharkov Agricultural Institute named after. V.V. Dokuchaeva, 1988. P.5-12.
  31. Bukharov A.F., Baleev D.N. Seed allelopathy effect in vegetable celery crops. *Agricultural biology*. 2014;49(1):86-90. EDN RXSXSX.
  32. Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R. Instrumental methods of biotesting of allelopathic activity. M: Publishing house of RGAZU. 2015. 151 p..
  33. Soldatova L.T., Popolzhukhina N.A., Asanov A.M., Yusova O.A. Evaluation of the effect of bacterization on yield and quality of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) grain in the southern forest steppe of Western Siberia. *Agrochemistry and ecology problems*. 2022;(1):16-20. DOI 10.26178/AE.2022.22.66.006. EDN AWQCWK.
  34. Volobueva O.G. The influence of epin-extra on the content of phytohormones in different soybean varieties and efficiency of symbiosis. *Agrochimia*. 2015;(7):34-41. EDN TZFIZR.
  35. Pusenkova L.I., Garipova S.R., Lastochkina O.V., Yuldashev R.A. Efficiency of spring wheat seed inoculation with endophytic bacteria *Bacillus subtilis*. *Agrochemistry and ecology problems* 2020;(3):56-64. DOI 10.26178/AE.2020.19.55.005. EDN HBDFFB.
  36. Kha T.Z., Kanarsky A.V., Kanarskaya Z.A., Shcherbakov A.V., Shcherbakova E.N. The key plant growth stimulator is rhizobacteria. *Bulletin of PSTU*. 2020;3(47). DOI: <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2020.3.58>
  37. Ivanova K.A., Tsyganov V.E. Antioxidant defense system in symbiotic nodules of leguminous plants (review). *Agricultural biology*. 2017;52(5):878-894. DOI 10.15389/agrobology.2017.5.878rus. EDN ZRXNWT.
  38. Dolgikh E.A., Kirienko A.N., Lepnyanov I.V., Dolgikh A.V. The role of phytohormones in the control of the development of symbiotic nodules in legumes. Message 2. Auxins. *Agricultural biology*. 2016;51(5):585-592. DOI 10.15389/agrobology.2016.5.585rus. EDN WZJQCP.
  39. Methods for pre-sowing preparation of seeds of vegetable crops (recommendations). M. VNIIO. 2000. 31 p.
  40. Baleev D.N., Buharov A.F. Specific vegetable seeds germination of umbelliferae cultures at different temperatures. *Vegetable crops of Russia*. 2012;(3):38-46. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2012-9146-2012-3-38-46>. EDN PFOCAX.
  41. Bukharov A.F. Germ and seed morphometric parameters of seeds of vegetable plants of the Umbelliferae family as a breeding subject. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(2):11-16. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2012-9146-2023-2-11-16>. EDN FZYMTI.
  42. Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R. Kinetics of seed germination. System of methods and parameters (educational manual). M: RGAZU publishing house. 2016. 64 p.
  43. Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R. Morphometry in the seed quality testing system. M. 2020. 80 p.
  44. Buharov A.F., Baleev D.N. Temperature stress and thermo dormancy of vegetable seeds of *Umbelliferae* crops. Features of induction, manifestation and overcome. *Vegetable crops of Russia*. 2013;(2):36-41. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2012-9146-2013-2-36-41>. EDN RAWRIZ.
  45. Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I., Bukharova A.R., Razin O.A. Morphometry of the embryo as an element of system testing quality of dill seeds. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2018;(72):63-66. DOI 10.21515/1999-1703-72-63-66. EDN XYNOWL.
  46. Bukharov A.F. Variability and heterogeneity of seeds: theory and practice (review). *Vegetable crops of Russia*. 2020;(2):23-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2012-9146-2020-2-23-31>. EDN GBELBZ.
  47. Kulaeva O.N. Heat shock proteins and plant resistance to stress. Sorov educational journal. 1997;(2):5-13.
  48. Kosakovskaya I.V. Stress proteins in plants. Kyiv. 2008. 152 p.
  49. Bukharov A.F., Baleev D.N. Morphometry of heterogeneity of parsley and celery seeds. *Potato and vegetables*. 2014;(5):34-36. EDN SBZHMV.
  50. Bukharov A.F., Baleev D.N., Kashnova E.V., Kasaeva G.V., Ivanova M.I., Razin O.A. Ecological and variety variability morphometric parameters of carrots seeds. *Potato and vegetables*. 2019;(3):37-40. DOI 10.25630/PAV.2019.26.44.009. EDN YZKORN.
  51. Bukharov A.F., Kharchenko V.A., Eremina N.A. The specifics of the manifestation of morphometric parameters of seeds in varietal populations of vegetable fennel (*Foeniculum vulgare* ssp. *vulgare* (Miller) Thell.). *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):33-38. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2012-9146-2022-1-33-38>. EDN JXXFUF.
  52. Asanova A.A., Polonskiy V.I. Toxicological impact of silicon dioxide nanoparticles. *Agrochemistry and ecology problems*. 2019;(2):75-82. DOI 10.26178/AE.2019.65.64.012. EDN EPRNAO.



## Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-37-42>  
УДК 633.12:573.6:632.437

Svetlana A. Borovaya\*,  
Natalia G. Boginskaya, Aleksei G. Klykov

FSBSI "Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named A.K. Chaiki"  
30 B, Volozhenina st., Timiryazevsky stl.,  
Ussuriysk, Primorsky kray, 692539, Russia

\*Correspondence: borovayasveta@mail.ru

**Acknowledgements:** The research was carried out within the framework of the State Task according to the theme plan No. FNGW-2022-0007 "To evaluate the genetic, morphophysiological and ecological diversity of the main agricultural crops, their immune responses to pests and pathogens, and virulence factors".

**Contribution of the authors:** The authors contributed equally to the creation of the paper. Conflict of interests: The authors have no conflict of interests to declare.

**For citation:** Borovaya S.A., Boginskaya N.G., Klykov A.G. Using plant extracts for the micropropagation of buckwheat. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):37-42.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-37-42>

**Received:** 02.08.2023

**Accepted for publication:** 06.09.2023

**Published:** 29.09.2023

С.А. Боровая, Н.Г. Богинская, А.Г. Клыков

ФГБНУ «Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»  
692539, Россия,  
Приморский край, г. Уссурийск,  
пос. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30 б

\*Автор для переписки: borovayasveta@mail.ru

**Финансирование:** Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану НИР по теме № FNGW-2022-0007 «Оценить генетическое, морфофизиологическое и биоценотическое разнообразие основных сельскохозяйственных культур, их иммунологические механизмы к вредителям и патогенам, а также факторы вирулентности».

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в анализе материалов, планировании и проведении экспериментов, написании текста статьи и формировании выводов

**Для цитирования:** Borovaya S.A., Boginskaya N.G., Klykov A.G. Using plant extracts for the micropropagation of buckwheat. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):37-42.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-37-42>

**Поступила в редакцию:** 02.06.2023

**Принята к печати:** 06.09.2023

**Опубликована:** 29.09.2023

# Using plant extracts for the micropropagation of buckwheat



## Abstract

**Background.** Various plant hormones are used (cytokinins, auxins) to increase the regeneration efficiency and the net reproduction rate of buckwheat *in vitro*. However, the growth and development rates of plantlets have been noted to be low under these conditions. For this reason, search for the plant extracts that are able to stimulate the regenerative ability of plants is a promising direction of biotechnological research.

**Materials and methods.** Aseptic single-node cuttings of common buckwheat plantlets (varieties Dikul and Izumrud) were grown on MS nutrient media with plant extracts from *Fagopyrum esculentum* and *Reynoutria japonica* (0.1, 0.5, and 1%) for 21 days. The following morphobiological parameters of the plantlets were evaluated: plant height, the number of internodes, the number of leaves, leaf length, and the number and length of roots.

**Results.** Dealcoholized aqueous solutions of the extracts from *F. esculentum* and *R. japonica* in the studied concentrations (0.1-1%) significantly stimulated the growth and development of the buckwheat plantlets increasing their net reproduction rate (4.00-6.00) and rhizogenesis. The media with the plant extracts in concentrations of 0.1-0.5% were observed to produce the strongest positive effect. As the result, the morphobiological characteristics of the plantlets and the success rate of the micropropagation were the highest.

**Keywords:** *Fagopyrum esculentum* Moench, plant extracts, morphobiological parameters, *in vitro*

# Использование фитоэкстрактов для микроклонального размножения гречихи

## Резюме

**Актуальность.** Для повышения эффективности регенерации и коэффициента размножения гречихи *in vitro* используют различные фитогормоны (цитокинины, ауксины). Однако при этом отмечаются невысокие темпы роста и развития регенерантов. Поэтому поиск фитоэкстрактов, способных стимулировать регенерационную способность растений, является перспективным направлением биотехнологических исследований.

**Материалы и методы.** На питательных средах МС с экстрактами растений *Fagopyrum esculentum* и *Reynoutria japonica* (0,1; 0,5 и 1%) в течение 21-х суток культивировали асептические одноузловые черенки регенерантов гречихи посевной сортов Диколь и Изумруд. Оценку морфобиологических показателей микроклонов проводили по следующим показателям: высота растения, число междоузлий, число листьев, длина листовой пластинки, количество и длина корней.

**Результаты.** Добавление dealcoholизированных водных растворов экстрактов *F. esculentum* и *R. japonica* в питательную среду в диапазоне исследуемых концентраций 0,1-1% существенно стимулировало рост и развитие регенерантов гречихи, повышая коэффициент размножения (4,00-6,00) и ризогенез. Наибольший положительный эффект наблюдался на средах 0,1-0,5%-м содержанием фитоэкстрактов, где обнаружены максимальные значения морфобиологических характеристик и выхода черенков для микроклонального размножения.

**Ключевые слова:** *Fagopyrum esculentum* Moench, фитоэкстракты, морфобиологические показатели, *in vitro*

## Introduction

Currently, various methods of plant micropropagation *in vitro* are gaining in recognition and popularity. An important step in the micropropagation is the selection of an optimal nutrient medium, which will enable the highest possible yield of experimental material for cultivation. This is especially relevant for cross-pollinated and rare plant species. Additionally, this method allows researchers to study the biological effect of plant extracts under laboratory conditions reducing the cost of field experiments.

Common buckwheat *Fagopyrum esculentum* Moench, 1794 is a species of herbaceous plants from the genus *Fagopyrum* of the family *Polygonaceae*. Preserving and multiplying valuable genotypes with the use of micropropagation methods is of considerable importance for this cross-pollinated crop [1]. According to A. Tomasiak et al. [2], buckwheat is sensitive to growing conditions *in vitro*, which is widely used for studying the regeneration of sprouts, the induction of callus formation, organogenesis, somatic embryogenesis, and the synthesis of phenolic compounds [3-5].

The methods of buckwheat tissue culture are believed to be well developed in fundamental and applied aspects [6]. Different variants of the Murashige and Scoog nutrient medium [7] supplemented with plant hormones, vitamins, and minerals [8-14] are employed for the biotechnological propagation of buckwheat. All the developed methods for the micropropagation of buckwheat allowed researchers to prevent callus induction in explants and obtain clones that were genetically identical to their parents. However, if regeneration is stimulated with a high concentration of hormones, which cause cell dedifferentiation and prolonged cultivation, the occurrence frequency of genetic modifications rises [6]. For this reason, search for the plant extracts that are able to stimulate the regenerative ability of plant organisms is a promising direction of biotechnological research because the effect on their genetic apparatus is eliminated in this case.

There are limited data on the use of plant extracts as components of nutrient media for plant micropropagation *in vitro*. To increase the efficiency of this process, I.M. Fardzinova suggested to use an infusion of magnolia vine [15] and tropical chestnut [16], extracts from aloe [17], rose root [18], and Siberian ginseng [19]. Seaweed concentrate «Kelpak» (0.25%) was added to a culture medium for potato and improved the quality of plantlets [20]. I.Yu. Solokhina [21] recommends extracts from common oat, buckwheat, and Jerusalem artichoke for the micropropagation of cucumber.

There is a hypothesis that phenolic compounds, e.g. phenolcarboxylic acids, increase the efficiency of plant propagation at the stages of proliferation, root formation, and adaptation *in vitro* [22]. The potential sources of phenolic compounds, including flavonoids, are plants

from the buckwheat family *F. esculentum* and *Reynoutria japonica* Houtt. For example, the above-ground parts of buckwheat plants belonging to varieties Pri 7 and Izumrud were determined to contain rutin in a concentration of 12.5-21.7 mg/g of the dry matter [23]. A study on the flavonoid composition of extracts from *R. japonica* leaves identified eleven flavonoid compounds; the total amount of flavonoids was 3.66% on average, the rutin content was 1.28% and the content of quercetin was 0.53% [24]. There is some evidence that a solution of *R. japonica* extract has a stimulating effect on the germination rate and seed vigor of *Triticum aestivum* L., *Hordeum vulgare* L. and *Glycine max* (L.) Merr. [25], *Tagetes erecta* [24]. *F. esculentum* extracts demonstrate growth-stimulating activity during the germination of buckwheat seeds [26]. Thus, bioactive compounds contained in plant extracts, including flavonoids from the representatives of the buckwheat family, can produce growth-stimulating effect on test-tube buckwheat plantlets.

Our research goal was to study the effect of extracts from plants of the family *Polygonaceae* on the growth and development of buckwheat plantlets *in vitro*.

## Materials and methods

Sterilizing the box, laboratory glassware, and instruments, preparing and autoclaving the nutrient media were performed according to generally accepted protocols [27].

Matured seeds of two common buckwheat varieties were used as starting explants. Variety Dikul was created in FSBSI "Federal Scientific Center of Legumes and Grain Crops" and variety Izumrud was bred in FSBSI "Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaiki". Previously reported methods [28] were employed to sterilize the plant material, introduce it into the *in vitro* culture, and obtain the needed quantity of plantlets for the experiment.

*Preparing aqueous-alcoholic extracts from F. esculentum and R. japonica*

Plant leaves were dried by the method of air drying in shade to achieve a moisture content of 12% and then ground to 1 mm fractions using a laboratory LHM mill. The extraction was performed employing a reflux reaction apparatus with C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH 70% (t 90°C) and vacuum filtration; the obtained extracts were transferred into a volumetric flask. Before use, the necessary amount of the extracts was dealcoholized by evaporation until the smell of alcohol disappeared and reconstituted to the initial volume with distilled water.

*Studying the growth-stimulating activity of the plant extracts for the micropropagation of buckwheat in vitro*

The MS culture media were supplemented with the dealcoholized extracts from *F. esculentum* and *R. japonica* in a concentration of 1 ml, 5 ml, and 10 ml per 1 l (Table 1).

**Table 1. Variants of the content of the extracts from *F. esculentum* and *R. japonica* in the MS nutrient medium**  
**Таблица 1. Варианты содержания экстрактов *F. esculentum* и *R. japonica* в питательной среде МС**

| Component of the nutrient medium       | Content of the extract in the nutrient medium, ml/L |      |      |    |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|------|----|
|                                        | Control                                             | 0.1% | 0.5% | 1% |
| MS1. Extract from <i>F. esculentum</i> | -                                                   | 1    | 5    | 10 |
| MS2. Extract from <i>R. japonica</i>   | -                                                   | 1    | 5    | 10 |



### Statistical analysis

Microsoft Excel 2010 programmes were used for data input, processing of the original data, and statistical analysis. Software Statistica 6 was used to perform single-factor dispersion analysis. The results are expressed as means  $\pm$  standard deviation.

The nutrient medium without extracts served as the control variant. The morphobiological parameters of the plantlets (plant height, the number of internodes, the number of leaves, leaf length, and the number and length of roots) were determined on the 21<sup>st</sup> day of cultivation. The length of roots was measured using a web cam on a stand and software IC Measure 1.0. The experiment was conducted with three repetitions.

### Results and discussion

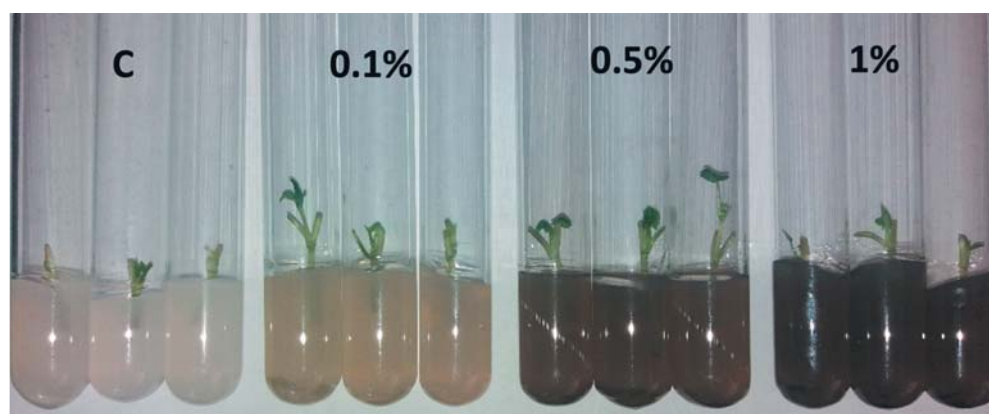
As the result of the conducted research, it was discovered that the nutrient media with the extracts had a stimu-

lating effect on the development of the buckwheat plantlets already at the first stages of cultivation *in vitro*. The fast growth of microshoots and the appearance of leaves were observed (fig. 1).

The analysis of the obtained data showed that a significant positive effect was achieved on the MS1 media with the extract from *F. esculentum* on the 21<sup>st</sup> day of cultivation. The morphobiological parameters of the plantlets were considerably higher in all experimental variants compared to the control (table 2).

The number of internodes is an important parameter determining the efficiency of micropropagation through the use of microcuttings. The media with the extracts increased their number up to 5.67-6.00 and the net reproduction coefficient was 4.67-5.67 exceeding the control by more than two times. The highest number of leaves and leaf length were noted in the variants with the use of the extracts.

The key moment in micropropagation is rhizogenesis *in vitro*. A well-developed root system produces a beneficial effect on the growth of test-tube plantlet. The root formation was improved in the variants with the use of the extracts, which facilitated an increase in the regenerative ability of the plantlets. Variety Izumrud had a higher number of roots than the control (by 4.5-5.5 times on average, 3.00-3.67 pcs.); the maximal observed root length was 35.12-89.55 mm (table 2, fig. 2). Variety Dikul formed a lower number of shorter roots (2.00-3.33 pcs. on average, 14.88-74.95 mm).

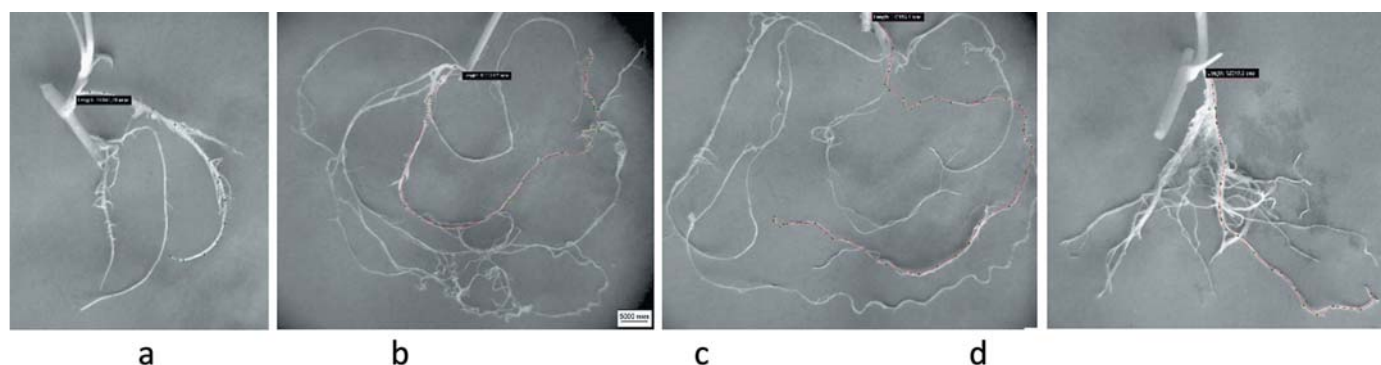


**Fig. 1. Buckwheat plantlets of variety Izumrud on the nutrient media with the extract from *F. esculentum* (MS1) on the 4th day of cultivation**  
**Рис.1. Микроклоны гречи сорта Изумруд на питательных средах с экстрактом *F. esculentum* (MC1) на 4-е сутки культивирования**

**Table 2. Effect of the nutrient medium with the extract from *F. esculentum* (MS1) on the growth and development of buckwheat *in vitro* (on the 21st day of cultivation)**  
**Таблица 2. Влияние питательной среды с экстрактом *F. esculentum* (MC1) на рост и развитие гречи *in vitro* (21-е сутки культивирования)**

| Variant         | Plant height, cm  | Number of internodes, pcs. | Number of leaves, pcs. | Leaf length, mm   | Number of roots, pcs. | Root length, mm    | Net reproduction rate |
|-----------------|-------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| variety Izumrud |                   |                            |                        |                   |                       |                    |                       |
| Control         | 7.46 $\pm$ 2.32   | 4.00 $\pm$ 0.58            | 6.33 $\pm$ 0.57        | 8.67 $\pm$ 3.21   | 0.66 $\pm$ 0.60       | 12.31 $\pm$ 12.00  | 2.33                  |
| 0.1%            | 14.37 $\pm$ 4.13* | 5.67 $\pm$ 1.15            | 7.33 $\pm$ 2.08        | 12.00 $\pm$ 3.61* | 3.00 $\pm$ 2.00*      | 89.55 $\pm$ 45.50* | 5.33                  |
| 0.5%            | 14.20 $\pm$ 3.60* | 5.67 $\pm$ 0.58            | 7.67 $\pm$ 1.53        | 12.67 $\pm$ 3.51* | 3.33 $\pm$ 2.00*      | 86.05 $\pm$ 33.66* | 5.67                  |
| 1%              | 8.67 $\pm$ 3.55   | 4.67 $\pm$ 1.15            | 6.33 $\pm$ 1.15        | 10.67 $\pm$ 0.58  | 3.67 $\pm$ 0.58*      | 35.12 $\pm$ 17.85* | 4.67                  |
| variety Dikul   |                   |                            |                        |                   |                       |                    |                       |
| Control         | 2.30 $\pm$ 1.13   | 3.33 $\pm$ 2.08            | 5.00 $\pm$ 3.6         | 6.33 $\pm$ 4.73   | 0 $\pm$ 0             | 0 $\pm$ 0          | 2.66                  |
| 0.1%            | 11.03 $\pm$ 2.22* | 6.00 $\pm$ 2.00*           | 8.00 $\pm$ 1.00*       | 13.67 $\pm$ 1.53* | 2.00 $\pm$ 1.0*       | 59.97 $\pm$ 16.01* | 5.67                  |
| 0.5%            | 13.90 $\pm$ 4.01* | 6.00 $\pm$ 2.65*           | 9.00 $\pm$ 4.58*       | 14.33 $\pm$ 2.08* | 3.33 $\pm$ 2.08*      | 74.95 $\pm$ 49.67* | 5.00                  |
| 1%              | 4.33 $\pm$ 0.45*  | 5.67 $\pm$ 0.57*           | 8.67 $\pm$ 1.53*       | 8.67 $\pm$ 2.52   | 2.00 $\pm$ 1.73*      | 14.88 $\pm$ 13.89* | 5.67                  |

Note. Differences are relevant at \* $p < 0.05$  compared to the control.



**Fig. 2. Root development in the buckwheat plantlets of variety Izumrud on the MS nutrient media containing the extract from *F. esculentum* (a – control, b – 0.1%, c – 0.5%, d – 1%)**

**Рис. 2. Корнеобразование регенерантов гречихи сорта Изумруд на питательных средах МС1, содержащих экстракты *F. esculentum* (a – контроль; b – 0,1%; c – 0,5%; d – 1%)**

The strongest positive effect was observed on the media supplemented with the *F. Esculentum* extract in a concentration of 0.1-0.5%; the regeneration of plants was the most intensive in these variants. The morphobiological parameter values were as follows: plant height – 11.03-14.37 cm, the number of internodes – 5.67-6.00 pcs., the number of leaves – 7.33-9.00 pcs., leaf length – 12.00-14.33 mm, the number of roots – 2.00-3.33 pcs., root length – 59.97-89.55 mm, and the net reproduction rate – 5.00-5.67.

Our study on the regenerative ability of the buckwheat plantlets growing on the nutrient media with the extract from *R. japonica* (MS2) showed that the plant height was by 2.3-7.5 times higher in the experimental variants than in the control (11.27-17.27 cm on average) (table 3). The exception was the variant with variety Izumrud and the nutrient media with the extract in a concentration of 1%. No significant differences in the morphobiological parameters from the

control group were detected in this case, probably, due to the fact that the high concentration of the active ingredient had a slight inhibitory effect on the growth of this variety.

The number of internodes (4.67-7.33 pcs.) and the net reproduction rate increased; the latter was 4.00-6.33 exceeding the control by 1.7-2.7 times. The extract did not affect the number of leaves significantly but the leaf length increased to 9.00-13.67 mm.

The medium supplemented with the extract considerably stimulated the rhizogenesis in the plantlets (table 3, fig. 3). Thus, the number and length of roots were higher (2.33-4.33 pcs. and 30.23-110.33 mm, respectively) on average than the control (0.00-0.65 pcs. and 0.00-12.31 mm, respectively).

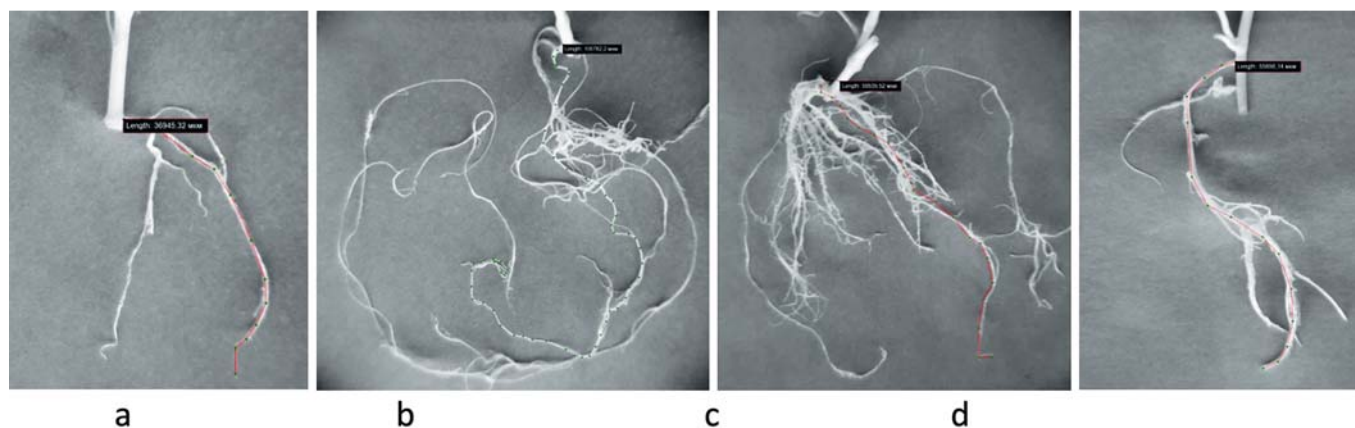
The buckwheat plantlets developed better on the nutrient media with concentrations of the *R. japonica* extract within 0.1-0.5 %. The observed morphological parameter

**Table 3. Effect of the nutrient medium with the extract from *R. japonica* (MS2) on the growth and development of buckwheat in vitro (on the 21st day of cultivation)**  
**Таблица 3. Влияние питательной среды с экстрактом *R. japonica* (МС2) на рост и развитие гречихи in vitro (21-е сутки культивирования)**

| Variant         | Plant height, cm | Number of internodes, pcs. | Number of leaves, pcs. | Leaf length, mm | Number of roots, pcs. | Root length, mm | Net reproduction rate |
|-----------------|------------------|----------------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| variety Izumrud |                  |                            |                        |                 |                       |                 |                       |
| Control         | 7.46±2.32        | 4.00±0.58                  | 6.33±0.57              | 8.67±3.21       | 0.65±0.60             | 12.31±12.00     | 2.33                  |
| 0.1%            | 17.27±1.79*      | 7.00±1.00*                 | 7.33±0.58              | 13.33±0.58*     | 3.67±0.58*            | 110.33±42.14*   | 6.33                  |
| 0.5%            | 17.23±1.94*      | 7.33±1.15*                 | 8.33±3.06              | 13.67±3.21*     | 4.33±2.89*            | 92.65±35.54*    | 6.00                  |
| 1%              | 6.70±4.46        | 4.67±0.58                  | 7.00±1.00              | 12.00±2.65      | 3.67±1.53*            | 30.23±23.41*    | 4.00                  |
| variety Dikul   |                  |                            |                        |                 |                       |                 |                       |
| Control         | 2.30±1.13        | 3.33±2.08                  | 5.00±3.6               | 6.33±4.73       | 0±0                   | 0±0             | 2.67                  |
| 0.1%            | 15.77±0.61*      | 5.67±0.58*                 | 7.33±3.21              | 12.33±2.08*     | 3.33±0.58*            | 74.70±32.43*    | 4.66                  |
| 0.5%            | 11.67±6.98*      | 5.67±0.58*                 | 6.67±1.53              | 12.00±1.00*     | 3.33±0.58*            | 31.37±10.53*    | 5.33                  |
| 1%              | 11.27±5.39*      | 5.33±1.15*                 | 8.00±2.00              | 9.00±3.46*      | 2.33±1.15*            | 38.19±14.73*    | 5.33                  |

Note. Differences are relevant at \**p* < 0.05 compared to the control.





**Fig. 3. Root development in the buckwheat plantlets of variety Izumrud on the MS nutrient media containing the extract from *R. japonica* (a – control, b – 0.1%, c – 0.5%, d – 1%)**  
**Рис. 3. Корнеобразование регенерантов гречи сорта Изумруд на питательных средах МС, содержащих экстракты рейннурии японской (a – контроль; b – 0,1%; c – 0,5%; d – 1%)**

values were the highest: plant height – 11.67-17.27 cm, the number of internodes – 5.67-7.33 pcs., leaf length – 12.00-13.67 mm, the number of roots – 3.33-4.33 pcs., root length – 74.7-110.33 mm, and the net reproduction rate – 5.33-6.33.

Extracts from common buckwheat have been reported to produce a growth-stimulating effect by some authors. It was discovered that bioflavonoids from plant extracts were able to activate the growth of roots and shoots in potato under *in vitro* conditions on ½ B5 nutrient medium [29] and Gamborg's medium [30]. A considerable growth rate of roots was noted in plantlets on a MS medium supplemented with this extract. According to B.A. Kapusina et al. [31],

the addition of extracts from buckwheat and common oat to a culture medium might stimulate the growth and development of potato plantlets and decrease fungal infection.

### Conclusions

1. The extracts from plants of the family *Polygonaceae* (*F. esculentum* and *R. japonica*) stimulated the growth and development of the buckwheat plantlets *in vitro* considerably increasing the net reproduction rate (up to 4.67-6.33) and facilitating the root development.

2. The increase in the concentration of the extract to 1% in the nutrient medium did not produce a significantly stronger effect.

### About the Authors:

**Svetlana A. Borovaya** – Postgraduate Student, Researcher, the Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops, borovayasveta@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7440-5129>

**Natalia G. Boginskaya** – Junior Researcher, the Laboratory of Breeding and Genetic Research on Field Crops, boginskaia98@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8844-8616>

**Aleksei G. Klykov** – Doc. Sci. (Biology), Academician of RAS, Head of the Department of the Breeding and Biotechnology of Agricultural Crops, alex.klykov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2390-3486>

### Об авторах:

**Светлана Александровна Боровая** – аспирант, научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, borovayasveta@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7440-5129>

**Наталья Геннадьевна Богинская** – младший научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, boginskaia98@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8844-8616>

**Алексей Григорьевич Клыков** – доктор биол. наук, академик РАН, заведующий отделом селекции и биотехнологии сельскохозяйственных культур, alex.klykov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2390-3486>

### • Литература • References

1. Neskovic M., Srejovic V., Vujicic R. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Crops Berlin*. 1986. P.579-596.
2. Tomasiak A., Zhou M., Betekhtin A. Buckwheat in Tissue Culture Research: Current Status and Future Perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(4):2298. <https://doi.org/10.3390/ijms23042298>
3. Tumova L., Pichová M., Dušek J. *Fagopyrum esculentum in vitro*. *Ceska Slov. Farm*. 2007;56(3):125-128.
4. Barsukova E.N., Klykov A.G., Chaikina E.L. Usage of the tissue culture method for development of new forms of *Fagopyrum esculentum* Moench. *Russian agricultural science*. 2019;(5):3-6. <https://doi.org/10.31857/S2500-2627201953-6> (In Russ.)
5. Borovaya S.A. Study of the effect of selective media with high zinc doses on the survival, growth and development of common buckwheat *in vitro*. *Plants*. 2022;(11):264. <https://doi.org/10.3390/plants11030264>
6. Suvorova G. Buckwheat Tissue Cultures and Genetic Transformation. In: Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat; Zhou M. et al., Eds. Elsevier, Academic Press: London. 2016. 365-375 p. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-803692-1.00029-8>
7. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*. 1962;(15):473-497. <https://doi.org/10.1093/rstb.2000.0713>
8. Takahata Y. Plant regeneration from cultured immature inflorescence of Common Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and Perennial

9. Remyantseva N.I., Sergeeva N.V., Khakimova L.EH. et al. Organogenesis and somatic embryogenesis in the culture of two buckwheat species. *Plant physiology*. 1989;36(1):187-194. EDN DJWCXS. (In Russ.)
10. Remyantseva N.I. Morphogenesis in the tissue culture of buckwheat: theoretical and applied aspects. Kazan, 1990. 217 p.
11. Klcova L., Gubišova M. Evaluation of different approaches to buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) micropropagation. *Czech J. Genet. Plant Breed*. 2008;44(2):66-72. <https://doi.org/10.17221/2677-CJGPB>
12. Dobránszki J. Role of cytokinins and explant type in shoot multiplication of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) *in vitro*. *Eur. J. Plant Sci. Biotechnol*. 2009;3(1):66-70.
13. Slavinska J., Kantartsi K., Obendorf R. *In vitro* organogenesis of *Fagopyrum esculentum* Moench (*Polygonaceae*) as a method to study seed set in buckwheat. *Eur. J. Plant Sci. Biotechnol*. 2009;(3):75-78.
14. Barsukova E.N. Improving the efficiency of microclonal reproduction of buckwheat. *Agrarian Russia*. 2014;(11):21-23. EDN SZAWZT.
15. Fardzinova I.M. Patent No. 2141524 RF, IPC C12N5/04, A01H4/00. Nutrient medium for the micropropagation of pear: No. 96116867/13; submitted 09.08.1996; published 20.11.1999a. Gorsky State Agrarian University. 6 p. (In Russ.)
16. Fardzinova I.M. Patent No. 2134506 RF, IPC A01H4/00. Nutrient medium for the regeneration of apple plants from cotyledons: No. 96116750/13; submitted 09.08.1996; published 20.08.1999b. Gorsky State Agrarian

University. 6 p. (In Russ.)

17. Fardzinova I.M. Patent No. 2045891 RF, IPC A01H3/00. Nutrient medium for the micropropagation of stone fruits: No. 5046484/13; submitted 08.06.1992 : published 20.10.1995. Scientific production association "Gornoe". 5 p. (In Russ.)

18. Fardzinova I.M. Patent No. 2111652 RF, IPC A01H4/00. Nutrient medium for the micropropagation of apple rootstocks: No. 96116869/13; submitted 09.08.1996 : published 27.05.1998. Gorsky State Agrarian University. 5 p. (In Russ.)

19. Fardzinova I.M. Patent No. 2198505 RF, IPC A01H 4/00/C12 N5/04. Nutrient medium for the regeneration of apricot plants from immature embryos: No. 96116751/13 : submitted 09.08.1996 : published 20.02.2003. Gorsky State Agrarian University. 6 p.

20. Kowalski B., Jäger A.K., VanStaden J. The effect of a seaweed concentrate on the *in vitro* growth and acclimatization of potato plantlets. *Potato Research*. 1999;(42):131-139. <https://doi.org/10.1007/BF02358403>

21. Solokhina I. Yu. Study on the growth-stimulating properties of bioactive compounds of plant origin on vegetable crops *in vitro*. In: Proceedings of the International Scientific Conference on the Topical Problems in Biotechnology "Sustainable use of raw materials and creation of new biotechnological products", Orel, June 6, 2018. Orel: OOO PF Kartush, 2018:86-89. (In Russ.)

22. Upadyshev M.T. Patent No. 2063682 RF, IPC A01H4/00. Nutrient medium for the propagation of berry and fruit crops: No. 93027859/13; submitted 19.05.1993: published 20.07.1996. Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery. 9 p. (In Russ.)

23. Klykov A.G., Barsukova E.N. Biotechnology and breeding of buckwheat in the Russian Far East. Vladivostok: Dalnauka, 2021. 352 p. (In Russ.)

24. Zorikova S.P. *Reynoutria japonica* Houtt. in Primorsky kray (the biology of development, flavonoid composition, and biological activity). Dissertation, FEB RAS, Mountain-taiga station named after V.L. Komarov. 2011. 120 p. (In Russ.)

25. Borovaya S., Lukyanchuk L., Manyakhin A., Zorikova O. Effect of *Reynoutria japonica* extract upon germination and upon resistance of its seeds against phytopathogenic fungi *Triticum aestivum* L., *Hordeum vulgare* L. and *Glycine max* (L.) Merr. *Org. Agr.* 2020;10(1):89-95. <https://doi.org/10.1007/s13165-019-00254-6>.

26. Klykov A.G., Moiseenko L.M., Gorovoi P.G. Bioresources of species from the genus *Fagopyrum* Mill. (Buckwheat) in the Russian Far East. Vladivostok: Dalnauka, 2018. 360 p. (In Russ.)

27. Dunaeva S.E., Pendinen G.I., Antonova O.Yu., Shvachko N.A., Ukhvatova Yu.V., Shuvalova L.E., Volkova N.N., Gavrilenko T.A. Preserving vegetatively propagated crops *in vitro* and in cryogenic collections: Guidelines (2<sup>nd</sup> ed.). St. Petersburg: VIR; 2017. (In Russ.)

28. Borovaya S.A., Klykov A.G., Barsukova E.H., Chaikina E.J. Study of the effect of selective media with high zinc doses on the survival, growth and development of common buckwheat *in vitro*. *Plants*. 2022;11:264. <https://doi.org/10.3390/plants11030264>

29. Gavrilova A.Yu., Gor'kova I.V., Gagarina I.N., Pavlovskaya N.E. Use of bioflavonoids in *in vitro* technologies. In: Proceedings of the 1<sup>st</sup> National Scientific Online Conference on the Topical Problems in Biotechnology "Advanced scientific and technical projects in biotechnology", Orel, May 19, 2022. Orel: Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, 2022. (In Russ.)

30. Gavrilova A.Yu. Influence of bioflavonoids on morphogenesis of potatoes in microclonal reproduction. In: Proceedings of the National (All-Russian) Scientific Conference "Food security as a factor in the improvement of the quality of life", Orel, September 29, 2021. Orel: Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, 2021. (In Russ.)

31. Kapustin B.A., Solokhina I.Yu. Influence of plant bioactive compounds on the growth and development of vegetable crops under *in vitro* conditions. In: Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Scientific Conference "Agrarian science for agricultural production". In 2 volumes, Barnaul, February 7-8, 2019. Vol. 1. Barnaul: The Altai State Agricultural University, 2019:196-198. (In Russ.)

## • Литература

- Neskovic M., Srejavic V., Vujicic R. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Crops Berlin*. 1986:579-596.
- Tomasia A., Zhou M., Betekhtin A. Buckwheat in Tissue Culture Research: Current Status and Future Perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022;23(4):2298. <https://doi.org/10.3390/ijms23042298>
- Tumova L., Pichová M., Dušek J. *Fagopyrum esculentum in vitro*. *Ceska Slov Farm*. 2007;56(3):125-128.
- Барсукова Е.Н., Клыков А.Г., Чайкина Е.Л. Использование метода культуры тканей для создания новых форм *Fagopyrum esculentum* Moench. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2019;(5):3-6. DOI 10.31857/S2500-2627201953-6
- Borovaya S.A. Study of the effect of selective media with high zinc doses on the survival, growth and development of common buckwheat *in vitro*. *Plants*. 2022;(11):264. <https://doi.org/10.3390/plants11030264>
- Suvorova G. Buckwheat Tissue Cultures and Genetic Transformation. In: Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat; Zhou M. et al., Eds. Elsevier, Academic Press: London. 2016;365-375. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-803692-1.00029-8>
- Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*. 1962;(15):473-497. DOI: 10.1098/rstb.2000.0713
- Takahata Y. Plant regeneration from cultured immature inflorescence of Common Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and Perennial Buckwheat (*F. cymosum* Meisn.). *Japan J. Breed*. 1988;38(4):409-413.

9. Румянцева Н.И., Сергеева Н.В., Хакимова Л.Э. и др. Органогенез и соматический эмбриогенез в культуре двух видов гречихи. *Физиология растений*. 1989;36(1):187-194. EDN DJWCXS.

10. Румянцева Н.И. Морфогенез в культуре тканей гречихи: теоретические и прикладные аспекты. Дис. ... канд. биол. наук. Казань. 1990. 217 с.

11. Klcova L., Gubišova M. Evaluation of different approaches to buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) micropropagation. *Czech J. Genet. Plant Breed*. 2008;44(2):66-72. DOI: 10.17221/2677-CJGPB

12. Dobránszki J. Role of cytokinins and explant type in shoot multiplication of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) *in vitro*. *Eur. J. Plant Sci. Biotechnol*. 2009;3(1):66-70.

13. Slavinska J., Kantartsi K., Obendorf R. *In vitro* organogenesis of *Fagopyrum esculentum* Moench (*Polygonaceae*) as a method to study seed set in buckwheat. *Eur. J. Plant Sci. Biotechnol*. 2009;3:75-78.

14. Барсукова Е.Н. Повышение эффективности микроклонального размножения гречихи. *Аграрная Россия*. 2014;(11):21-23. EDN SZAWZT.

15. Фардзинова И.М. Патент № 2141524 РФ, МПК C12N5/04, A01H4/00. Питательная среда для микроклонального размножения гречихи: № 96116867/13; заявлено 09.08.1996: опубликовано 20.11.1999а. Горский государственный аграрный университет. 6 с.

16. Фардзинова И.М. Патент № 2134506РФ, МПК A01H4/00. Питательная среда для регенерации растений яблони из семядолей: № 96116750/13; заявлено 09.08.1996: опубликовано 20.08.1999b. Горский государственный аграрный университет. 6 с.

17. Фардзинова И.М. Патент № 2045891РФ, МПК A01H3/00. Питательная среда для микроклонального размножения косточковых культур: № 5046484/13; заявлено 08.06.1992: опубликовано 20.10.1995. Научно-производственное объединение «Горное». 5 с.

18. Фардзинова И.М. Патент № 2111652РФ, МПК A01H4/00. Питательная среда для микроклонального размножения подвоев яблони: № 96116869/13; заявлено 09.08.1996: опубликовано 27.05.1998. Горский государственный аграрный университет. 5 с.

19. Фардзинова И.М. Патент № 2198505 РФ, МПК A01H 4/00/C12N5/04. Питательная среда для регенерации растений абрикоса из незрелых зародышей: № 96116751/13; заявлено 09.08.1996: опубликовано 20.02.2003. Горский государственный аграрный университет. 6 с.

20. Kowalski B., Jäger A.K., VanStaden J. The effect of a seaweed concentrate on the *in vitro* growth and acclimatization of potato plantlets. *Potato Research*. 1999;(42):131-139. <https://doi.org/10.1007/BF02358403>

21. Солохина И. Ю. Исследование ростостимулирующих свойств БАВ растительного происхождения на овощных культурах *in vitro*. Рациональное использование сырья и создание новых продуктов биотехнологического назначения: материалы Международной научно-практической конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. Оrel, 06 июня 2018 года. Оrel: ОOO ПФ Картуш. 2018:86-89.

22. Упадышев М.Т. Патент № 2063682РФ, МПК A01H4/00. Питательная среда для размножения ягодных и плодовых культур: № 93027859/13; заявлено 19.05.1993: опубликовано 20.07.1996. Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства. 9 с.

23. Клыков А.Г., Барсукова Е.Н. Биотехнология и селекция гречихи на Дальнем Востоке России. Владивосток: Дальнаука. 2021. 352 с.

24. Зорикова С.П. Рейнутрия японская (*Reynoutria japonica* Houtt.) в Приморском крае (биология развития, флавоноидный состав, биологическая активность). Дисс. ... канд. биол. наук. ДВО РАН Горнотаяжная станция им. В.Л. Комарова. 2011;120 с.

25. Borovaya S., Lukyanchuk L., Manyakhin A., Zorikova O. Effect of *Reynoutria japonica* extract upon germination and upon resistance of its seeds against phytopathogenic fungi *Triticum aestivum* L., *Hordeum vulgare* L. and *Glycine max* (L.) Merr. *Org. Agr.* 2020;10(1):89-95. <https://doi.org/10.1007/s13165-019-00254-6>.

26. Клыков А.Г., Моисеенко Л.М., Горовой П.Г. Биологические ресурсы видов рода *Fagopyrum* Mill. (Гречиха) на российском Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука. 2018;360 с.

27. Дунаева С.Е., Пендин Г.И., Антонова О.Ю., Швачко Н.А., Ухvatova Ю.В., Шуvalova Л.Е., Волкова Н.Н., Гавриленко Т.А. Сохранение вегетативно размножаемых культур *in vitro* и криокolleкций: методические указания. 2-е изд. расш. и доп. Санкт-Петербург: ВИР. 2017.

28. Borovaya S.A., Klykov A.G., Barsukova E.H., Chaikina E.J. Study of the effect of selective media with high zinc doses on the survival, growth and development of common buckwheat *in vitro*. *Plants*. 2022;(11):264. <https://doi.org/10.3390/plants11030264>

29. Гаврилова А.Ю., Горькова И.В., Гагарина И.Н., Павловская Н.Е. Использование биофлавоноидов в *in vitro* технологиях. Передовые научно-технические проекты в биотехнологии: Материалы I Национальной научно-практической Интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии, Оrel 19 мая 2022 года. Оrel: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2022.

30. Гаврилова А.Ю. Влияние биофлавоноидов на морфогенез картофеля при микроклональном размножении. Продовольственная безопасность как фактор повышения качества жизни: материалы Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции, Оrel 29 сентября 2021 года. Оrel: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2021.

31. Капустин Б.А., Солохина И.Ю. Влияние растительных БАВ на рост и развитие овощных культур в условиях *in vitro*. Аграрная наука – сельскому хозяйству: Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах, Барнаул, 07-08 февраля 2019 года. Книга 1. Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2019. С. 196-198.



## Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-43-48>  
УДК 635.262-047.37(470.67)

Н.М. Ниматулаев<sup>1</sup>, В.Г. Сузан<sup>2</sup>,  
Н.В. Литвиненко<sup>2\*</sup>, И.В. Грехова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»  
367014, г. Махачкала, микрорайон Научный городок, ул. Абдуразака Шахбанова, д. 30

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»  
625041, Россия, г. Тюмень,  
ул. Рошинское шоссе, д. 18

\*Автор для переписки: l1tvinenko@mail.ru

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в анализе материалов, планировании и проведении экспериментов, написании текста статьи и формировании выводов

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

**Для цитирования:** Ниматулаев Н.М., Сузан В.Г., Литвиненко Н.В., Грехова И.В. Результаты исследований местных образцов чеснока озимого в Республике Дагестан. *Овощи России*. 2023;(5):43-48.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-43-48>

**Поступила в редакцию:** 05.06.2023

**Принята к печати:** 30.07.2023

**Опубликована:** 29.09.2023

Nariman M. Nimatulaev<sup>1</sup>, Vladimir G. Suzan<sup>2</sup>,  
Natalya V. Litvinenko<sup>2\*</sup>, Irida V. Grekhova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan  
367014, Makhachkala, Nauchny gorodok microdistrict, Abdurazak Shakhbanov St., 30

<sup>2</sup>Federal State Agrarian University of the Northern Trans-Urals  
625041, Russia, Tyumen, Roschinskoshosse, 18

\*Correspondence: l1tvinenko@mail.ru

**Conflict of interest:** The authors declare that there are no conflicts of interest

**Authors' Contribution:** All authors participated in the analysis of materials, planning and conducting experiments, writing the text of the article and forming conclusions

**For citation:** Nimatulaev N.M., Suzan V.G., Litvinenko N.V., Grekhova I.V. Research results of local samples of winter garlic in the Republic of Dagestan. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):43-48. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-43-48>

**Received:** 05.06.2023

**Accepted for publication:** 30.07.2023

**Published:** 29.09.2023

# Результаты исследований местных образцов чеснока озимого в Республике Дагестан



## Резюме

Коллекция чеснока озимого из Екатеринбурга была передана в Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан. В екатеринбургской коллекции были образцы дагестанского происхождения, при переносе в Дагестан она была значительно расширена местными формами. Всего изучали в 2021-2022 годах 60 образцов, все они относятся к группе осенних стрелкующихся.

По средней массе луковиц более 20 г выделились семь образцов: 1-4-3, 1-20-2, 1-20-3, 1-21-3, 1-21-4, 2-5-3, 2-9-2. У них отмечены и наибольшие массы луковиц – 25,8-30,4 г. Колеблемость показателей массы луковиц выделенных образцов небольшая, совокупность однородная, т.к. коэффициент вариации не превышал 33 %. Для размножения воздушными луковичками с учетом их числа и массы луковички из семи образцов, отмеченных по массе луковицы, выделились три: 1-4-3, 1-21-4 и 2-9-2, показатели превышают средние значения. По максимальной массе воздушной луковички (150 мг) выделился образец 1-22-2, но у этого образца средняя масса луковицы 13,9 г. Также превысил средние значения числа луковичек и массы луковички образец 2-13-1, но у него средняя масса луковицы менее 20 г и коэффициент вариации 41 %. Результаты изучения коллекции дагестанского происхождения показали, что образцы представляли сложную популяцию с высокой дифференциацией по массе луковицы и характеристике соцветия, что позволило, используя индивидуальный отбор, выделить исходный материал. По средней массе луковиц выделились образцы 1-4-3, 1-20-2, 1-20-3, 1-21-3, 1-21-4, 2-5-3, 2-9-2, из них для размножения воздушными луковичками – образцы 1-4-3, 1-21-4 и 2-9-2.

**Ключевые слова:** чеснок озимый, масса луковицы, стрелка, соцветие, воздушные луковички, среда обитания

# Research results of local samples of winter garlic in the Republic of Dagestan

## Abstract

The collection of winter garlic from Yekaterinburg was transferred to the Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan. The Ekaterinburg collection contained specimens of Dagestan origin; when transferred to Dagestan, it was significantly expanded with local forms. Total studied in 2021-2022 60 samples, all of them belong to the group of autumn shooters.

According to the average mass of bulbs over 20 g, seven samples were distinguished: 1-4-3, 1-20-2, 1-20-3, 1-21-3, 1-21-4, 2-5-3, 2-9-2. They also noted the largest masses of bulbs – 25,8-30,4 g, the coefficient of variation did not exceed 33%. For reproduction by air bulbs, taking into account their number and weight of the bulb, out of seven samples marked by the mass of the bulb, three were distinguished: 1-4-3, 1-21-4 and 2-9-2, the indicators exceed the average values. According to the maximum mass of an air bulb (150 mg), sample 1-22-2 stood out, but this sample had an average bulb weight of 13,9 g. Sample 2-13-1 also exceeded the average values for the number of bulbs and bulb mass, but it had an average bulbs less than 20 g and a coefficient of variation of 41%. The results of studying the collection of Dagestan origin showed that the samples represented a complex population with high differentiation in bulb mass and inflorescence characteristics, which made it possible to isolate the source material using individual selection. According to the average mass of bulbs, samples 1-4-3, 1-20-2, 1-20-3, 1-21-3, 1-21-4, 2-5-3, 2-9-2 were distinguished, of which for propagation by air bulbs – samples 1-4-3, 1-21-4 and 2-9-2.

**Keywords:** winter garlic, bulb weight, arrow, inflorescence, air bulbs, habitat



## Введение

**Л**ук (*Allium* L.) – многочисленный ботанический род, включает около 800 видов [1]. По данным ФАО лук в мире в 2019 году занимал второе место (9%) после томата (16%) в объеме производства овощей [2]. В России уровень самообеспеченности по овощам и бахчевым культурам составляет 86,3% [3]. Производство продуктов питания по мере роста населения должно увеличиваться [4]. Важное место в увеличении производства отводится селекции и семеноводству [3]. Большое разнообразие луковых культур определяет специфические направления их селекции [5]. Селекция чеснока озимого ведется по продуктивности с хорошей товарностью луковиц, устойчивости к болезням, зимостойкости, длительной лежкости в период хранения [6-9]. Биологические особенности чеснока затрудняют его интродукцию из других климатических зон [10]. Ввозимым сортам требуется длительная адаптация и тщательный селективный отбор, поэтому для расширения промышленного производства чеснока озимого необходимо создание сортов для условий Дагестана. Большое значение в селекции чеснока озимого имеет исходный материал [11]. Его изучение с целью отбора перспективных форм для создания новых конкурентных сортов для промышленного производства в Дагестане имеет большую практическую значимость. Использование луковых растений, адаптированных к местным условиям, позволяет значительно увеличить производство, расширить сферу применения как пищевого, так и лекарственного продукта [12].

**Цель исследований** – оценка местных образцов чеснока озимого для создания новых конкурентных сортов для промышленного производства в Дагестане.

**В задачи исследований** входило изучение коллекции чеснока озимого дагестанского происхождения и выделение исходного материала.

## Материалы и методика исследований

Опытные участки расположены в черте города Махачкала. Данная местность – равнинная зона, около 10 м над уровнем моря, характеризуется умеренно теплой зимой и жарким летом без резких колебаний температуры воздуха. Выпадает малое количество осадков, но и то в основном в осенне-зимний период. В 2022 году также было недостаточное увлажнение, поэтому проводилось четыре раза капельное орошение.

Почва опытного участка лугово-каштановая тяжелосуглинистая карбонатная, слабозасоленная солончаковатая, тип засоления – хлоридно-сульфатный. Содержание гумуса составляет 2,2 %. Почва обеспечена гидролизующим азотом средне (6,4 мг/100 г), низкое содержание фосфора (1,5-2,3 мг), повышенное – калия (35 мг/100 г). Питание недостаточное, поэтому проводились минеральные подкормки.

Посадка проведена 5 ноября 2021 года, между растениями в ряду 8-10 см, между рядами – 20 см, глубина посадки – 7 см.

Наблюдалась задержка развития растений чеснока в среднем по образцам на 10 дней от среднечасовых

сроков из-за холодной весны 2022 года. Пестицидные обработки против сорняков и вредителей не проводились. Сорняки пропалывались вручную в апреле (в первой и третьей декаде) и мае (во второй декаде). На растениях чеснока ежегодно проявляется ржавчина, не был исключением и 2022 год, проведены обработки препаратами ХОМ (хлорокись меди, 861 г/кг) и Квадрис (азоксистробин, 250 г/л). Уборка проведена в зависимости от спелости образцов с 25 июня по 10 июля 2022 года.

## Результаты и их обсуждение

Коллекция чеснока озимого собрана и изучалась в Свердловской области [13]. При переносе коллекции чеснока озимого в другой регион происходят резкие изменения экологических факторов, что приводит к расщеплению популяции, изменчивости ряда признаков и ведению отбора морфобиотипов растений [14], поэтому в 2021 году коллекция чеснока озимого из Екатеринбурга была передана в Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан. Определение реакции растений на среду обитания – одно из направлений работы по селекции чеснока озимого [15-16]. Чеснок отличается большой пластичностью, реагирует на изменение условий среды, поэтому создание сортов, обладающих широкой экологической устойчивостью, является приоритетным направлением в селекции [17].

Основным условием стабильности природных популяций и интродуцируемых растений является устойчивое воспроизводство [18]. Селекция чеснока озимого велась в Екатеринбурге и будет продолжена в Махачкале с учетом размножения воздушными луковичками, т.к. установлено [19-22], что при таком способе размножения повышается продуктивность, происходит обновление сорта и оздоровление.

В первую очередь, в селекции чеснока необходимо расширение и создание исходного материала [23]. В екатеринбургской коллекции были образцы дагестанского происхождения, при переносе в Дагестан она была значительно расширена местными формами. Всего изучали 60 образцов, все они относятся к группе осенних стрелкующихся.

С точки зрения использования в селекции наиболее перспективными считаются клоны, отбор которых проведен по размерам луковиц [24]. В результате исследований [8] установлена тесная связь между урожайностью и массой луковицы. И выявлено, что урожайность у сортообразцов чеснока озимого определялась генотипом и пунктом происхождения. Кроме того, высокие и стабильные урожаи зависят от агроклиматических факторов и способности сорта произрастать в изменяющихся условиях среды [25].

По средней массе луковиц более 20 г выделились образцы 1-4-3, 1-20-2, 1-20-3, 1-21-3, 1-21-4, 2-5-3, 2-9-2 (табл. 1). У них и наибольшие массы луковиц – 25,8-30,4 г. Одним из основных направлений селекции луковых культур является селекция на выравненность по морфологическим признакам [26]. Колеблемость показателей массы луковиц выделенных образцов небольшая, совокупность однородная, т.к. коэффициент вариации не превышает 33%.

Таблица 1. Масса луковиц образцов чеснока озимого (происхождение Дагестан)  
 Table 1. Mass of bulbs of winter garlic samples (origin Dagestan)

| Шифр образца | Масса луковиц, г |      | CV, % | Шифр образца | Масса луковиц, г |      | CV, % |
|--------------|------------------|------|-------|--------------|------------------|------|-------|
|              | min-max          | X    |       |              | min-max          | X    |       |
| 1-2-2        | 8,4-8,6          | 8,5  | 1     | 1-20-2       | 15,5-30,4        | 22,4 | 26    |
| 1-2-4        | 5,5-8,9          | 7,1  | 50    | 1-20-3       | 15,8-25,8        | 19,6 | 18    |
| 1-3-2        | 5,0-16,3         | 10,9 | 38    | 1-21-3       | 21,1-27,3        | 24,3 | 9     |
| 1-4-2        | 8,2-9,2          | 8,7  | 6     | 1-21-4       | 15,4-29,3        | 20,3 | 29    |
| 1-4-3        | 13,3-27,3        | 20,0 | 27    | 1-22-1       | 15,2-17,8        | 16,6 | 6     |
| 1-4-4        | 6,5-16,4         | 12,8 | 35    | 1-22-2       | 10,7-19,9        | 13,9 | 23    |
| 1-7-3        | 1,9-18,9         | 11,4 | 50    | 2-1-1        | 4,5-8,8          | 6,9  | 27    |
| 1-7-4        | 4,7-13,5         | 8,4  | 38    | 2-1-3        | 6,4-28,2         | 14,4 | 56    |
| 1-8-2        | 6,9-16,3         | 11,1 | 32    | 2-2-3        | 6,6-12,5         | 10,4 | 22    |
| 1-8-3        | 5,5-5,9          | 5,7  | 4     | 2-3-1        | 11,3-27,4        | 18,9 | 35    |
| 1-8-4        | 7,1-8,2          | 7,6  | 6     | 2-3-2        | 7,8-19,9         | 12,6 | 42    |
| 1-9-1        | 10,2-23,1        | 17,6 | 25    | 2-3-3        | 15,2-18,8        | 17,1 | 8     |
| 1-9-3        | 9,4-16,7         | 13,4 | 23    | 2-3-4        | 10,0-20,0        | 15,5 | 24    |
| 1-9-4        | 10,2-15,4        | 12,4 | 16    | 2-4-3        | 6,4-16,0         | 11,6 | 36    |
| 1-10-1       | 7,7-16,1         | 10,9 | 30    | 2-5-1        | 4,8-7,2          | 6,0  | 27    |
| 1-10-2       | 4,0-7,2          | 5,6  | 29    | 2-5-3        | 13,7-25,8        | 20,0 | 24    |
| 1-11-2       | 8,5-17,7         | 12,1 | 25    | 2-5-4        | 10,1-16,1        | 12,2 | 24    |
| 1-11-4       | 8,3-23,3         | 18,0 | 33    | 2-6-3        | 9,4-19,6         | 14,3 | 29    |
| 1-12-1       | 2,7-5,5          | 4,1  | 34    | 2-6-4        | 9,6-24,3         | 15,6 | 32    |
| 1-12-4       | 5,7-13,6         | 8,0  | 39    | 2-7-4        | 10,3-19,6        | 16,5 | 22    |
| 1-13-1       | 6,5-9,9          | 8,3  | 16    | 2-9-1        | 7,7-13,9         | 10,6 | 30    |
| 1-13-2       | 16,5-17,3        | 16,9 | 2     | 2-9-2        | 15,0-28,1        | 20,4 | 23    |
| 1-13-3       | 7,3-8,7          | 8,0  | 7     | 2-9-3        | 12,1-24,0        | 16,9 | 27    |
| 1-13-4       | 6,8-17,6         | 12,5 | 31    | 2-10-3       | 12,8-23,6        | 17,6 | 23    |
| 1-14-1       | 6,2-9,6          | 8,1  | 16    | 2-10-4       | 12,8-23,6        | 18,8 | 22    |
| 1-14-2       | 6,5-23,9         | 15,1 | 39    | 2-13-1       | 8,1-26,1         | 16,4 | 41    |
| 1-14-3       | 5,4-13,9         | 9,8  | 33    | 2-13-2       | 7,0-25,9         | 15,8 | 39    |
| 1-15-3       | 16,3-16,5        | 16,4 | 1     | 2-13-4       | 9,7-21,8         | 17,0 | 21    |
| 1-16-2       | 9,0-14,0         | 11,5 | 22    | 2-14-1       | 6,5-14,7         | 10,1 | 28    |
| 1-19-2       | 10,4-19,0        | 14,2 | 27    | 2-14-2       | 3,7-20,5         | 12,4 | 57    |

Таблица 2. Характеристика стрелок образцов чеснока озимого (происхождение Дагестан)  
Table 2. Characteristics of the arrows of winter garlic samples (origin Dagestan)

| Шифр образца | Длина стрелки, см | Диаметр стрелки, мм |       | Масса стрелки, г |       | Масса луковичек, г | Масса стрелки, г | Масса луковички, мг |
|--------------|-------------------|---------------------|-------|------------------|-------|--------------------|------------------|---------------------|
|              |                   | зеленой             | сухой | зеленой          | сухой |                    |                  |                     |
| 1-2-2        | 37                | 4,8                 | 3,8   | 13,2             | 4,3   | 1,0                | 25               | 40                  |
| 1-2-4        | 53                | 3,9                 | 2,6   | 8,0              | 3,3   | 0,6                | 16               | 38                  |
| 1-3-2        | 73                | 5,1                 | 3,7   | 18,6             | 6,9   | 3,3                | 57               | 57                  |
| 1-4-2        | 51                | 4,4                 | 3,8   | 9,7              | 3,8   | 1,1                | 25               | 44                  |
| 1-4-3        | 80                | 5,5                 | 4,3   | 37,1             | 12,3  | 4,6                | 64               | 72                  |
| 1-4-4        | 77                | 3,5                 | 2,7   | 6,3              | 3,7   | 0,7                | 20               | 35                  |
| 1-7-3        | 84                | 3,5                 | 1,7   | 11,1             | 6,0   | 1,4                | 28               | 50                  |
| 1-7-4        | 74                | 4,5                 | 3,3   | 19,8             | 8,3   | 2,6                | 44               | 59                  |
| 1-8-2        | 86                | 4,9                 | 2,9   | 18,3             | 6,3   | 1,7                | 20               | 85                  |
| 1-8-3        | 46                | 3,5                 | 3,3   | 6,3              | 3,4   | 1,1                | 78               | 14                  |
| 1-8-4        | 65                | 5,0                 | 3,4   | 17,8             | 4,5   | 1,9                | 38               | 50                  |
| 1-9-1        | 93                | 4,4                 | 3,5   | 16,2             | 8,7   | 1,6                | 32               | 50                  |
| 1-9-3        | 72                | 6,4                 | 4,3   | 26,0             | 9,9   | 2,2                | 50               | 44                  |
| 1-9-4        | 77                | 5,4                 | 3,8   | 23,3             | 7,0   | 2,3                | 46               | 50                  |
| 1-10-1       | 64                | 4,2                 | 2,8   | 10,5             | 4,7   | 2,0                | 42               | 48                  |
| 1-10-2       | 59                | 4,3                 | 2,6   | 10,9             | 5,2   | 2,7                | 71               | 38                  |
| 1-11-2       | 80                | 4,6                 | 2,9   | 15,1             | 4,7   | 1,2                | 15               | 80                  |
| 1-11-4       | 80                | 6,4                 | 4,6   | 31,7             | 11,4  | 2,0                | 40               | 50                  |
| 1-12-1       | 31                | 3,1                 | 1,6   | 3,6              | 2,2   | 0,5                | 31               | 16                  |
| 1-12-4       | 87                | 4,1                 | 3,2   | 12,8             | 5,0   | 1,3                | 23               | 57                  |
| 1-13-1       | 66                | 4,0                 | 2,9   | 12,1             | 5,9   | 0,9                | 18               | 50                  |
| 1-13-2       | 65                | 5,4                 | 4,2   | 19,5             | 7,5   | 2,9                | 50               | 58                  |
| 1-13-3       | 66                | 4,3                 | 2,8   | 12,4             | 5,4   | 2,3                | 58               | 40                  |
| 1-13-4       | 77                | 6,7                 | 4,0   | 30,7             | 12,5  | 5,7                | 109              | 52                  |
| 1-14-1       | 69                | 4,8                 | 3,3   | 15,4             | 5,9   | 2,1                | 38               | 55                  |
| 1-14-2       | 25                | 4,9                 | 4,3   | 10,7             | 6,7   | 2,7                | 39               | 69                  |
| 1-14-3       | 73                | 5,6                 | 3,1   | 23,1             | 8,3   | 2,9                | 35               | 83                  |
| 1-15-3       | 84                | 3,8                 | 2,6   | 12,8             | 6,8   | 1,1                | 22               | 50                  |
| 1-16-2       | 61                | 4,6                 | 3,2   | 15,4             | 6,6   | 3,3                | 79               | 42                  |
| 1-19-2       | 86                | 5,0                 | 3,5   | 14,3             | 4,7   | 1,5                | 16               | 94                  |
| 1-20-2       | 82                | 5,2                 | 3,2   | 12,2             | 5,6   | 1,3                | 19               | 69                  |
| 1-20-3       | 87                | 4,5                 | 2,8   | 15,1             | 4,9   | 1,7                | 20               | 85                  |
| 1-21-3       | 107               | 4,7                 | 3,4   | 23,0             | 9,3   | 1,1                | 22               | 50                  |
| 1-21-4       | 67                | 6,0                 | 3,9   | 23,3             | 10,1  | 4,5                | 68               | 66                  |
| 1-22-1       | 82                | 5,8                 | 4,7   | 27,3             | 10,5  | 3,1                | 41               | 76                  |
| 1-22-2       | 102               | 5,2                 | 3,5   | 24,4             | 7,5   | 3,9                | 26               | 150                 |
| X            | 71,3              | 4,8                 | 3,3   | 21,3             | 6,7   | 2,1                | 39,6             | 57,4                |
| δ            | 18,0              | 0,8                 | 0,7   | 37,9             | 2,6   | 1,2                | 21,8             | 24,0                |
| V, %         | 25                | 17                  | 21    | 131              | 39    | 57                 | 55               | 42                  |

У выделившихся по массе луковички образцов (1-4-3, 1-20-2, 1-20-3, 1-21-3, 1-21-4) длина стрелки варьировала в пределах 67-107 см, диаметр и масса зелёной стрелки – 2,8-4,3 мм и 12,2-37,1 г, диаметр и масса сухой стрелки – 2,8-4,3 мм и 4,9-10,1 г, масса и число луковичек – 1,1-4,6 г и 19-64 шт., масса луковички – 50-85 мг (табл. 2). Для размножения воздушными луковичками с учетом их числа и массы из пяти образцов выделяются два:

1-4-3 и 1-21-4. По максимальной массе воздушной луковички (150 мг) обращает внимание образец 1-22-2, но у этого образца средняя масса луковички 13,9 г.

У образцов 2-5-3 и 2-9-2 длина стрелки 81 и 72 см, диаметр и масса зелёной стрелки – 5,0 и 7,3 мм, 24,4 и 34,2 г, диаметр и масса сухой стрелки – 4,3 и 5,6 мм, 7,3 и 10,0 г, масса и число луковичек – 0,7 и 2,7 г и 16 и 44 шт., масса луковички –



Таблица 3. Характеристика стрелок образцов чеснока озимого (происхождение Дагестан)  
Table 3. Characteristics of the arrows of the winter crop sample (origin Dagestan)

| Шифр образца | Длина стрелки, см | Диаметр стрелки, мм |       | Масса стрелки, г |       | Масса луковичек, г | Число луковичек, шт. | Масса луковички, мг |
|--------------|-------------------|---------------------|-------|------------------|-------|--------------------|----------------------|---------------------|
|              |                   | зеленой             | сухой | зеленой          | сухой |                    |                      |                     |
| 2-1-1        | 83                | 4,3                 | 3,6   | 11,7             | 5,9   | 1,4                | 18                   | 78                  |
| 2-1-3        | 87                | 4,3                 | 3,4   | 15,4             | 7,4   | 1,2                | 21                   | 57                  |
| 2-2-3        | 67                | 5,2                 | 4,4   | 18,6             | 5,9   | 1,4                | 27                   | 52                  |
| 2-3-1        | 75                | 6,4                 | 5,2   | 38,7             | 19,4  | 4,3                | 113                  | 38                  |
| 2-3-2        | 63                | 4,5                 | 3,1   | 12,8             | 5,1   | 1,0                | 19                   | 53                  |
| 2-3-3        | 81                | 6,2                 | 5,5   | 30,8             | 8,2   | 0,9                | 41                   | 22                  |
| 2-3-4        | 64                | 5,5                 | 4,2   | 19,3             | 5,4   | 1,0                | 25                   | 40                  |
| 2-4-3        | 86                | 4,4                 | 3,8   | 12,4             | 6,4   | 1,9                | 26                   | 73                  |
| 2-5-1        | 69                | 3,6                 | 2,9   | 5,8              | 4,1   | 0,6                | 15                   | 40                  |
| 2-5-3        | 81                | 5,0                 | 4,3   | 24,4             | 7,3   | 0,7                | 16                   | 44                  |
| 2-5-4        | 80                | 6,6                 | 5,5   | 30,2             | 10,3  | 3,2                | 43                   | 75                  |
| 2-6-3        | 64                | 5,5                 | 4,5   | 24,1             | 6,8   | 1,3                | 31                   | 42                  |
| 2-6-4        | 74                | 3,8                 | 3,3   | 9,6              | 5,0   | 1,5                | 19                   | 79                  |
| 2-7-4        | 85                | 6,0                 | 4,6   | 31,4             | 9,3   | 2,0                | 30                   | 67                  |
| 2-9-1        | 110               | 6,0                 | 4,6   | 26,5             | 10,2  | 1,8                | 19                   | 95                  |
| 2-9-2        | 72                | 7,3                 | 5,6   | 34,2             | 10,0  | 2,7                | 44                   | 61                  |
| 2-9-3        | 79                | 4,3                 | 2,7   | 10,3             | 5,1   | 1,2                | 17                   | 71                  |
| 2-10-3       | 74                | 6,2                 | 5,4   | 25,4             | 7,1   | 2,2                | 38                   | 58                  |
| 2-10-4       | 74                | 6,2                 | 5,2   | 34,3             | 10,2  | 2,4                | 39                   | 62                  |
| 2-13-1       | 81                | 6,5                 | 5,3   | 39,1             | 18,5  | 6,0                | 64                   | 94                  |
| 2-13-2       | 73                | 6,7                 | 5,3   | 32,0             | 10,1  | 2,8                | 50                   | 56                  |
| 2-13-4       | 71                | 5,5                 | 4,4   | 24,7             | 7,4   | 1,8                | 43                   | 42                  |
| 2-14-1       | 66                | 5,9                 | 4,6   | 17,0             | 6,6   | 1,3                | 50                   | 26                  |
| 2-14-2       | 75                | 5,4                 | 4,2   | 25,9             | 7,2   | 1,8                | 41                   | 44                  |
| X            | 76,5              | 5,5                 | 4,4   | 32,4             | 8,3   | 1,9                | 35,4                 | 57,0                |
| δ            | 10,1              | 1,0                 | 0,9   | 46,7             | 3,8   | 1,2                | 21,2                 | 19,3                |
| V, %         | 13                | 18                  | 20    | 144              | 46    | 63                 | 60                   | 34                  |

44 и 61 мг (табл. 3). С учетом числа луковичек и массы одной луковички для размножения воздушными луковичками выделяется образец 2-9-2, данные показатели превышают средние значения данной группы образцов. Также превышает средние значения числа луковичек и массы луковички образец 2-13-1, но у него средняя масса луковички менее 20 г и коэффициент вариации 41 %.

#### Заключение

Результаты изучения коллекции дагестанского происхождения показали, что образцы представляли сложную популяцию с высокой дифференциацией по массе луковички и характеристике соцветия, что позволило, используя индивидуальный отбор, выделить исходный материал. По средней массе луковиц выделились образцы 1-4-3, 1-20-2, 1-20-3, 1-21-3, 1-21-4, 2-5-3, 2-9-2, из них для размножения воздушными луковичками – образцы 1-4-3, 1-21-4 и 2-9-2.

## Об авторах:

**Нариман Муртазалиевич Ниматулаев** – исполняющий обязанности директора, [norman85@mail.ru](mailto:norman85@mail.ru)  
**Владимир Григорьевич Сузан** – доктор сельскохозяйственных наук, [Suzan@list.ru](mailto:Suzan@list.ru)  
**Наталья Владимировна Литвиненко** – доцент кафедры землеустройства и кадастров, автор для переписки, [l1tvinenko@mail.ru](mailto:l1tvinenko@mail.ru)  
**Ираида Владимировна Грехова** – профессор кафедры общей химии им. проф. И.Д. Комиссарова, [grehova-rostok@mail.ru](mailto:grehova-rostok@mail.ru)

## About the Authors:

**Nariman M. Nimatulaev** – Acting Director, [norman85@mail.ru](mailto:norman85@mail.ru)  
**Vladimir G. Suzan** – Doc. Sci. (Agriculture), [Suzan@list.ru](mailto:Suzan@list.ru)  
**Natalya V. Litvinenko** – Associate Professor of the Department of Land Management and Cadastre, Author for Correspondence, [l1tvinenko@mail.ru](mailto:l1tvinenko@mail.ru)  
**Iraida V. Grekhova** – Professor of the Department of General Chemistry named after A.I. prof. Komissarov, [grehova-rostok@mail.ru](mailto:grehova-rostok@mail.ru)

## • Литература

1. Юрьева Н.А., Кокорева В.А. Многообразие луков и их использование. М., 1992. 160 с.
2. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook. FAO 2021. [Electronic resource] URL: <http://doi.org/en>. DOI: 10.4060/cb4477.
3. Солдатенко А.В., Пивоваров В.Ф., Пышная О.Н., Гуркина Л.К., Пинчук Е.В. Селекция и семеноводство овощных культур – на инновационный путь развития. *Овощи России*. 2023;(1):5-13. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-5-13>. EDN WZOVBP.
4. Binns C.W., Lee M.K., Maycock B., Torheim L.E., Nanishi K., Duong D.T.T. Climate change, food supply, and dietary guidelines. *Annu. Rev. Public Health*. 2021;(42):233-255.
5. Кривенков Л.В., Агафонов А.Ф., Логунова В.В., Середин Т.М. Состояние и основные направления селекции луковых культур ФГБУ ФНЦО. *Овощи России*. 2021;(3):24-28. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-24-28>. EDN APNHGR.
6. Попков В.А. Чеснок: биология, технология, экономика. Минск, 2012. 768 с.
7. Немирова Н.А., Варлакова Е.Н. Сравнительная продуктивность сортов озимого чеснока в условиях центральной зоны Курганской области. *Вестник Курганской ГСХА*. 2015;(3):35-37. EDN VCQSJD.
8. Скорина В.В., Хохтенкова И.Г. Сравнительная оценка коллекционных сортов-образцов чеснока озимого по урожайности. *Овощи России*. 2021;(3):60-67. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-60-67>. EDN QVHPTV.
9. Скорина В.В., Скорина В.В. Комплексная оценка параметров адаптивной способности и экологической стабильности генотипов для селекции чеснока озимого. *Овощи России*. 2023;(4):58-61. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-4-58-61>. EDN HVTNEN.
10. Купреенко Н.П. Результаты и перспективные направления исследований с луковыми культурами в Республике Беларусь. *Овощи России*. 2021;(3):29-33. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-29-33>. EDN TAUJUC.
11. Герасимова Л.И., Агафонов А.Ф., Середин Т.М. Оценка коллекционного питомника чеснока озимого по хозяйственно ценным признакам. *Овощи России*. 2018;(5):33-35. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-33-35>. EDN YPELUL.
12. Штайнерт Т.В., Алилуев А.В., Авдеенко Л.М., Гринберг Е.Г. Создание и использование генофонда луковых растений в Сибири. *Овощи России*. 2018;(3):16-21. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-16-21>. EDN XTKEFV.
13. Сузан В.Г., Литвиненко Н.В., Грехова И.В., Середин Т.М., Ниматулаев Н.М. Размножение чеснока озимого воздушными луковичками. *Овощи России*. 2021;(3):72-75. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-72-75>. EDN LPJJQF.
14. Синская Е.Н. Проблема популяции у высших растений. Л., 1963. Вып. 2. С. 3-24.
15. Жаркова С.В., Сирота С.М., Велижанов Н.М. Изменчивость признаков сортов-образцов 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>. EDN VNHDUW.
16. Сузан В.Г., Ниматулаев Н.М., Литвиненко Н.В., Грехова И.В. Влияние смены экологических факторов на сортаобразцы чеснока озимого. *International agricultural journal*. 2023;66(2):785-796. DOI 10.55186/25876740\_2023\_7\_2\_22. EDN GXCFPI.
17. Пивоваров В.Ф., Никольшин В.П., Мусаев Ф.Б., Скорина В.В. Адаптивность сортов озимого чеснока селекции ВНИИССОК. *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2012;(3):40-41. EDN PATNST.
18. Голубев Ф.В. Антропология некоторых видов рода *Allium* L. в условиях Подмосковья. *Овощи России*. 2018;(3):27-31. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-27-31>. EDN XTKEGL.
19. Агафонов А.Ф., Герасимова Л.И., Шмыкова Н.А. Перспективы создания сортов чеснока озимого с семенным воспроизводством. *Селекция и семеноводство с-х культур*. 2003;(39):40-43.
20. Поляков А.В., Алексеева Т.В., Копцева М.В. Размножение чеснока озимого бульбочками. Фитотерапия. *Инновационные технологии XXI века: Мат. 8-й Междунар. науч. конф. Черногоровка*, 2014. С.128-132.
21. Поляков А.В., Азопкова М.А., Лебедева Н.Н., Муравьева И.В. Регенерация растений чеснока озимого (*Allium sativum* L.) *in vitro* из воздушных луковичек. *Овощи России*. 2018;(4):20-25. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-4-20-25>. EDN XTXENV.
22. Немтинов В.И., Костанчук Ю.Н. Оценка мутагенных образцов чеснока озимого. *Овощи России*. 2023;(3):24-30. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-24-30>. EDN DHZMOM.
23. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. М., 2001. 499 с.
24. Саломов Б.С., Арамов М.Х. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ КЛОНОВ ЧЕСНОКА. *Овощи России*. 2018;(4):11-12. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-4-11-12>. EDN UURARU.
25. Триппель В.В. Эколого-биологическая изменчивость и её использование в селекции и семеноводстве лука репчатого и чеснока. М., 2007. 210 с.
26. Логунова В.В., Кривенков Л.В., Гуркина Л.К., Гращенко Н.Н. Селекция лука репчатого на гетерозис. *Известия ФНЦО*. 2019;(2):45-49. DOI 10.18619/2658-4832-2019-2-45-49. EDN WZRQHU.

## • References

1. Yurieva N.A., Kokoreva V.A. Variety of bows and their use. M., 1992. 160 p. (In Russ.)
2. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook. FAO 2021. [Electronic resource] – URL: <http://doi.org/en>. DOI: 10.4060/cb4477.
3. Soldatenko A.V., Pivovarov V.F., Pyshnaya O.N., Gurkina L.K., Pinchuk E.V. Selection and seed production of vegetable crops – on an innovative path of development. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(1):5-13. (In Russ.). <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-5-13>. EDN WZOVBP..
4. Binns C.W., Lee M.K., Maycock B., Torheim L.E., Nanishi K., Duong D.T.T. Climate change, food supply, and dietary guidelines. *Annu. Rev. Public Health*. 2021;(42):233-255.
5. 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>. EDN APNHGR.
6. Popkov V.A. Garlic: biology, technology, economics / V.A. Popkov. – Minsk, 2012. – 768 p. (In Russ.)
7. Nemirova N.A., Varlakova E.N. Comparative productivity of winter garlic varieties in the conditions of the central zone of the Kurgan region. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2015;(3):35-37. EDN VCQSJD. (In Russ.)
8. Skorina V.V., Kakhtsiankova I.G. Comparative evaluation of collection varieties of winter garlic by yield. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):60-67. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-60-67>. EDN QVHPTV.
9. Skorina V.V., Skoryna V.V. Comprehensive assessment of the parameters of adaptive capacity and ecological stability of genotypes for winter garlic breeding. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(4):58-61. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-4-58-61>. EDN HVTNEN.
10. Kupreenco N.P. Results and promising areas of research with onion crops in the Republic of Belarus. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):29-33. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-29-33>. EDN TAUJUC.
11. Gerasimova L.I., Agafonov A.F., Seredin T.M. Assessment of collection nursery of winter garlic on economy valuable signs. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(5):33-35. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-33-35>. EDN YPELUL.
12. Steinert T.V., Aliluev A.V., Avdeenko L.M., Grinberg E.G. Creation and use of the gene pool of onion plants in Siberia. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(3):16-21. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-16-21>. EDN XTKEFV.
13. Susan V.G., Litvinenko N.V., Grekhova I.V., Seredin T.M., Nimatulaev N.M. Reproduction of winter garlic air bulbs. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):72-75. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-72-75>. EDN LPJJQF.
14. Sinskaya E.N. Population problem in higher plants. L., 1963. Issue. 2. P.3-24. (In Russ.)
15. 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>. EDN VNHDUW.
16. Suzan V.G., Nimatulaev N.M., Litvinenko N.V., Grekhova I.V. Influence of changing environmental factors on varieties of winter garlic. *International agricultural journal*. 2023;66(2):785-796. DOI 10.55186/25876740\_2023\_7\_2\_22. EDN GXCFPI. (In Russ.)
17. Pivovarov V.F., Nikulshin V.P., Musaev F.B., Skorina V.V. Adaptability of varieties of winter garlic breeding VNISSOK. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2012;(3):40-41. EDN PATNST. (In Russ.)
18. Golubev F.V. Anthecology of some species of the genus *Allium* L. under Moscow province conditions. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(3):27-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-3-27-31>. EDN XTKEGL.
19. Agafonov A.F., Gerasimova L.I., Shmykova N.A. Prospects for creating varieties of winter garlic with seed reproduction. *Breeding and seed production of agricultural cultures*. 2003;(39):40-43. (In Russ.)
20. Polyakov A.V., Alekseeva T.V., Koptseva M.V. Propagation of winter garlic bulbs. *Phytotherapy. Innovative technologies of the XXI century: Mat. 8th Intern. scientific conf. Chernogolovka*, 2014. P.128-132. (In Russ.)
21. Polyakov A.V., Azopkova M.A., Lebedeva N.N., Muraveva I.V. Regeneration of winter garlic plants (*Allium sativum* L.) *in vitro* from bulbs. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(4):20-25. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-4-20-25>. EDN XTXENV..
22. Nemtinov V.I., Kostantchuk Yu.N. Evaluation of mutagenic samples of winter garlic. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(3):24-30. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-24-30>. EDN DHZMOM.
23. Pivovarov V.F. Onion crops / V.F. Pivovarov, I.I. Ershov, A.F. Agafonov. – M., 2001. – 499 p. (In Russ.)
24. Salomov B.S., Aramov M.H. Test results for clones of garlic. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(4):11-12. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-4-11-12>. EDN UURARU.
25. Trippel V.V. Ecological and biological variability and its use in breeding and seed production of onions and garlic. M., 2007. 210 p. (In Russ.)
26. Logunova V.V., Krivenkov L.V., Gurkina L.K., Grashchenkova N.N. Selection of onions for heterosis. *News of FSVC*. 2019;(2):45-49. DOI 10.18619/2658-4832-2019-2-45-49. EDN WZRQHU. (In Russ.)

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-49-61>  
УДК 634.739.2:573.6

И.В. Нечипоренко<sup>1,2\*</sup>,  
С.В. Акимова<sup>1,2\*</sup>, П.О. Казаков<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева 127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., 49

<sup>2</sup> Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Фитопатологии 143050, Россия, Московская область, Одинцовский район, Большой Вязьмы, ул. Институт

**\*Авторы для переписки:**  
vannechiporenko@gmail.com,  
akimova@rgau-msha.ru, paulkazako@gmail.com

**Финансирование:** Данное исследование финансировалось программой развития Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева «Агропрорыв-2030» в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» (№ 075-15-2021-1160).

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Вклад авторов:** Существенный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор данных или анализ и интерпретацию данных Казаков П.О., С.В. Акимова, Нечипоренко И.В. Подготовка статьи и ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания. Нечипоренко И.В., С.В. Акимова. Окончательное одобрение варианта статьи для опубликования С.В. Акимова.

**Для цитирования:** Нечипоренко И.В., Акимова С.В., Казаков П.О. Особенности доращивания *ex vitro* растений клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.) с закрытой корневой системой. *Овощи России*. 2023;(5):49-61.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-49-61>

**Поступила в редакцию:** 20.06.2023

**Принята к печати:** 29.08.2023

**Опубликована:** 29.09.2023

I.V. Nechiporenko<sup>1,2\*</sup>, S.V. Akimova<sup>1,2\*</sup>,  
P.O. Kazakov<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy Timiryazevskaya street, 49, Moscow, 127434, Russia

<sup>2</sup> All-Russian Phytopathology Research Institute St. Institute, Big Vyazyomy, Odintsovo district, Moscow region, 143050, Russia

**\*Correspondence Authors:**  
vannechiporenko@gmail.com,  
akimova@rgau-msha.ru, paulkazako@gmail.com

**Funding.** This research was funded by the program of development of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy "Agroproryv-2030" during the strategic academic leadership program "Priority-2030" (№ 075-15-2021-1160).

**Conflict of interest.** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Author contributions:** Significant contributions to study design and design, data collection, or data analysis and interpretation Kazakov P.O., Akimova S.V., Nechiporenko I.V. Preparation of the article and its critical revision in terms of significant intellectual content Nechiporenko I.V., Akimova S.V. Final approval of the article version for publication Akimova S.V.

**For citations:** Nechiporenko I.V., Akimova S.V., Kazakov P.O. Peculiarities of *ex vitro* growing completion of bog cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) with a closed root system. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):49-61. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-49-61>

**Received:** 20.06.2023

**Accepted for publication:** 29.08.2023

**Published:** 29.09.2023:

## Особенности доращивания *ex vitro* растений клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.) с закрытой корневой системой



### Резюме

**Актуальность.** Предпосылки к выращиванию клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.) в промышленных насаждениях влечёт за собой рост спроса на высококачественный посадочный материал, получаемый методом клонального микро размножения (*in vitro*). Были проведены исследования по доращиванию *ex vitro* растений клюквы с использованием различных минеральных удобрений и типов освещённости в условиях защищенного грунта.

**Методы.** Объектами исследований служили *ex vitro* растения отборной формы клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.), полученные при помощи технологии клонального микро размножения. Высадку опытных адаптированных растений клюквы проводили в контейнеры объёмом 0,5 л в торфяной субстрат 'Veltorf' с кислотностью не менее pH 3,5-4,0, в который по вариантам добавляли минеральные удобрения: АРАВИВА N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>(S<sub>10</sub>) 0,08 и 0,16 г/л, Сульфаммофос N<sub>16</sub>P<sub>20</sub>(S<sub>12</sub>) 0,072 и 0,144 г/л, N<sub>12</sub>P<sub>52</sub> 0,1 и 0,2 г/л, контроль без удобрений. Растения размещали в условиях с различным видом освещённости: под светодиодными фитолампами (UnionPowerStar – 40W-T) с фотопериодом 16 часов и при естественном освещении (без использования дополнительного освещения) в тепличных условиях.

**Результаты.** Установлено, что при доращивании в контейнерах *ex vitro* растения клюквы болотной отборной формы (*Vaccinium oxycoccos* L.) выявлено преимущество светодиодных фитоламп, при применении которых во всех опытных вариантах на 42-й день доращивания морфометрические показатели развития растений были почти в 2 раза выше, чем у растений, доращиваемых при естественном освещении. Тип минеральных удобрений и уровень освещённости достоверно повлияли на суммарную длину побегов (82,9±13,74-107,4±35,95 см против 58,6±20,92 см в контроле) и площадь листовой поверхности (41,1±6,46-54,1±4,67 см<sup>2</sup> против 22,9±9,63 см<sup>2</sup> в контроле).

**Заключение.** Полученные нами результаты способствовали лучшему представлению условий доращивания *ex vitro* растений клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.) с использованием различных типов освещения (фитоосвещение с 16-часовым фотопериодом и естественным освещением – без добавления дополнительного освещения) и подбора оптимальных доз минерального питания. Лучшими, при светодиодном освещении, вариантами были N<sub>16</sub>P<sub>20</sub>(S<sub>12</sub>) в концентрации 0,072 г/л и N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>(S<sub>10</sub>) в концентрации 0,16 г/л.

**Ключевые слова:** клюкwa болотная, *ex vitro*, доращивание, светодиодное освещение, минеральные удобрения

## Peculiarities of *ex vitro* growing completion of bog cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) with a closed root system

### Abstract

**Timeliness.** The prerequisites for the cultivation of bog cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) in industrial plantations have led to an increased demand for high quality planting material obtained by clonal micropropagation (*in vitro*). Studies have been carried out on the of *ex vitro* growing completion of cranberry plants using different mineral fertilizers and types of light under greenhouse conditions.

**Methods.** *Ex vitro* plants of a selected form of cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) obtained using the clonal micropropagation technique were the objects of research. Experimental adapted cranberry plants were planted in 0.5 L containers in 'Veltorf' peat substrate with an acidity of at least pH 3.5-4.0, to which mineral fertilizers were added according to the variants: АРАВИВА N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>(S<sub>10</sub>) 0.08 and 0.16 g/L, Sulfoammophos N<sub>16</sub>P<sub>20</sub>(S<sub>12</sub>) 0.072 and 0.144 g/L, N<sub>12</sub>P<sub>52</sub> 0.1 and 0.2 g/L, control without fertilizer. The plants were placed under different types of light: under LED phytolamps (UnionPowerStar – 40W-T) with a photoperiod of 16 hours and under natural light (without the use of additional lighting) under greenhouse conditions.

**Results.** It was found that during of the *ex vitro* growing completion of bog cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) plants in containers, the advantage of LED phytolamps was revealed, when using them in all experimental variants on the 42<sup>nd</sup> day of growing the morphometric indicators of plant development were almost 2 times higher than in plants grown under natural light. The type of mineral fertilizers and type light significantly influenced the total length of shoots (82.9±13.74-107.4±35.95 cm vs. 58.6±20.92 cm in control) and leaf surface area (41.1±6.46-54.1±4.67 cm<sup>2</sup> vs. 22.9±9.63 cm<sup>2</sup>).

**Conclusion.** The results we obtained contributed to a better representation of the *ex vitro* growing conditions of bog cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) plants using different types of lighting (phyto-lighting with a 16-hour photoperiod and natural light – without adding additional light) and the selection of optimal doses of mineral nutrition. The best, under LED lighting, were N<sub>16</sub>P<sub>20</sub>(S<sub>12</sub>) at a concentration of 0.072 g/L and N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>(S<sub>10</sub>) at a concentration of 0.16 g/L.

**Keywords:** bog cranberry, *ex vitro*, of growing completion, grow lights, fertilizers



## Введение

В последние несколько десятилетий в мире, в том числе и России, возросло потребление дикорастущих ягод, обладающих полезными веществами, такими как флавоноиды, полифенольными соединения, витамины, нутриенты, за счёт увеличения их производственных насаждений. При этом, в следствии возросших антропогенных и техногенных факторов, происходит уменьшение природных запасов в их естественной среде произрастания [1,2,3].

Клюква болотная, она же европейская (*Vaccinium oxycoccos* L. sect. *Oxycoccus* W.D.), наряду с черникой миртолистной (*Vaccinium myrtillus* L.), голубикой топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) и брусникой обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) – являются наиболее распространёнными дикорастущими лесными ягодными культурами из семейства Вересковых (*Ericaceae* Juss.) в России [4,5].

Промышленные насаждения клюквы находятся в основном в Северной Америке (США, Канада), Южной Америке (Чили), частично в странах восточной Европы (Польша, Латвия, Эстония, Финляндия), а также Беларуси, и представлены в основном крупноплодным видом культуры – клюквой крупноплодной (*Vaccinium macrocarpon* Ait.). В России также есть промышленные насаждения с клюквой крупноплодной, занимающие около 140 га [5,6,7,8,9,10,11].

Однако есть предпосылки к выращиванию клюквы европейского происхождения – клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.). По исследованиям, клюква болотная и её сорта по содержанию полифенолов и антоцианов не уступают, а по некоторым показателям даже превышают, современные сорта американского происхождения – клюквы крупноплодной (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) [12,13,14,15].

Кроме этого, требования к почвенно-климатическим условиям, которые имеются в России, являются затрудняющим фактором в распространении и создании промышленных плантаций клюквы крупноплодной (*Vaccinium macrocarpon* Ait.), в то время как большей адаптивностью к внешним условиям окружающей среды обладает именно клюква болотная (*Vaccinium oxycoccos* L.) [16,17].

В естественных условиях клюква произрастает в сырых хвойных лесах, на болотах и торфяниках. Она широко распространена в европейской и восточной частях России – в Карелии, Сибири, на Камчатке, Сахалине. Северная граница ареала проходит в районе Полярного круга (лесотундровые зоны), южная – совпадает с границами распространения торфяных болот [18]. Общая площадь естественных зарослей клюквы болотной составляет приблизительно 1,5 млн. га с биологическими ресурсами ягод клюквы, оцениваемые в 600 тыс. т [19,20].

Промышленные плантации клюквы болотной в настоящее время в России (в основном в Костромской, Архангельской областях) превышают более 400 га.

Увеличение объёмов выращивания клюквы болотной влечёт за собой рост спроса на высококачественный посадочный материал, который, как правило, получают классическими методами вегетативного размножения – зелёными и одревесневшими черенками [16,20,21,22]. Данные методы являются надёжными, но медленными и трудоемкими для получения большого количества растительного материала [20]. Семенное размножение не используют, так как в результате перекрестного опыления сеянцы не сохраняют биологических и хозяйственно-ценных свойств исходного растения, тем самым не сохраняют сортовую чистоту [23].

В настоящее время для получения требуемого количества качественного посадочного материала рода *Vaccinium* L. эффективно использовать технологию клонального микроразмножения – современный интенсивный способ массового размножения растений в культуре тканей и клеток, получивший свое широкое распространение во многих странах мира, в том числе и в России [24,25,26].

Однако, современные исследования, используемые в области клонального микроразмножения не описывают особенности развития растений после прохождения культуры *in vitro*. Мало сведений, как ведут себя *ex vitro* растения, в частности клюква болотная, на этапах адаптации и пост-адаптации (дорастивания), на которых часто отмечают гибель, замедленный рост и слабое развитие [27,28,29]. Причинами подобных явлений на этих этапах могут служить недостаток в минеральном питании, отсутствия в листьях ассимилятов – конечных продуктов процесса фотосинтеза, особенно это важно вечнозелёным растениям [30,31]. Подобные проблемы возникают, поскольку растения, находясь в условиях *in vitro*, в стерильных контролируемых условиях с высокой влажностью, стабильным минеральным питанием и регулируемой освещённостью [32].

Во время культивирования, при акклиматизации – для ускорения получения саженцев, высаживают растения-регенеранты вересковых культур без корней, поскольку они способны хорошо образовывать корни в условиях *ex vitro* [33,34,35]. Также в условиях *ex vitro* часто происходит нарушение работоспособности листьев или фотоингибирование, которое развилось в условиях *in vitro*, поскольку листовой аппарат растений испытывает стресс при резком изменении внешних условий [36,37]. *Ex vitro* растения клюквы при дорастивании характеризуются незначительной побегообразовательной способностью, что может быть вызвано недостатком питательных веществ и неправильно подобранной освещённостью [29].

Важным является использование определённого субстрата и тары для дальнейшего дорастивания *Ex vitro* растений. Верховой кислый торф – считается лучшим субстратом, за счёт того, что он обладает водно- и воздухоёмкостью – требуемые условия для корневой системы, а также необходимой кислотностью субстра-

та, обеспечивающей жизнедеятельность растений [35,38].

Контейнерное доращивание *Ex vitro* растений в условиях защищённого грунта, помимо контролируемого минерального питания, имеет ряд преимуществ. Во-первых, происходит лучшая приживаемость растений при пересадке в условия открытого грунта. Во-вторых, высадка на постоянное место посадочного материала с закрытой корневой системой осуществляется в течение всего вегетационного периода, значительно снижаются затраты труда при транспортировке и хранении. В-третьих, имеется возможность фитосанитарного контроля, благодаря которому сокращаются обработки по защите растений [39,40,41,42].

Кроме всего прочего, освещённость при доращивании играет немаловажную роль, помимо стимулирования процессов фотосинтеза, она может оказывать положительное влияние на морфометрические показатели развития растений и производство вторичных метаболитов [43]. Многочисленные исследования подтвердили, что спектральное сочетание красного и синего света в различных соотношениях достаточно эффективно для выращивания различных растений, в том числе и после *in vitro*, в тепличных условиях [44,45].

Поэтому перспективно подбирать оптимальный тип освещённости и режим минерального питания, которые помогут избежать подобных проблем и оптимизировать доращивание клюквы болотной в условиях *Ex vitro*.

Целью наших исследований было совершенствование способов доращивания *Ex vitro* растений клюквы болотной особой формы (*Vaccinium oxycoccos* L.) в условиях защищённого грунта (тепличных условиях) с использованием двух типов освещения (фитоосвещение с 16-часовым фотопериодом и естественным освещением – без добавления дополнительного освещения) и минеральных удобрений.

## 1. Материалы и методы

Опыты проводили в 2021-2022 годах в Российском государственном аграрном университете – МСХА имени К.А. Тимирязева, в отделах биотехнологии и ягодных культур учебно-научно-производственного центра Садоводства и овощеводства имени В.И. Эдельштейна.

Объектами исследований служили *Ex vitro* растения отборной формы клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.), полученные при помощи технологии клонального микроразмножения (рисунок 1). На этапе мультипликации использовали питательную среду WPM, обогащённую следующими веществами (мг/л): тиамин гидрохлорид (B1), пиридоксин гидрохлорид (B6), никотинамид (PP) – 0,5; мезоинозитол – 100, сахароза – 30 000, с добавлением 2-иP (N6-(2-изопентил)аденин) в концентрации 0,5 г/л [46,47,48]. Кислотность среды pH 4,5, агар-агар 8 г/л. *In vitro* растения субкультивировали в световой комнате, где освещённость составляла 7,32 Вт/м<sup>2</sup> под смешанным освещением (фитолампы – PPFD 18,9 мкмоль/с/м<sup>2</sup> и флуоресцентные лампы – PPFD 43,0 мкмоль/с/м<sup>2</sup>) с 16-ч фотопериодом и температурой 20-22 °С. Длительность субкультивирования составила 60 дней [49].

Укоренение производили на стадии акклиматизации к нестерильным условиям, так как известно, что вересковые достаточно хорошо укореняются на этой стадии в течение 45 дней [34,50,51,52]. Микрорастения высаживали в кассеты с 144-ячейками в смесь верхового торфа и агроперлита (температура воздуха 24-30 °С, влажность 75%).

Высадку опытных адаптированных растений клюквы проводили в I декаде апреля в контейнеры объёмом 0,5 л в торфяной субстрат 'Veltorf' с кислотностью не менее pH 3,5-4,0, в который по вариантам добавляли минеральные удобрения: АРАВИВА N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>(S<sub>10</sub>) 0,08 и 0,16 г/л, Сульфоаммофос N<sub>16</sub>P<sub>20</sub>(S<sub>12</sub>) 0,072 и 0,144 г/л,



Микрорастения в условиях *in vitro*



Растения в процессе доращивания

**Рис. 1. Растения клюквы болотной особой формы (*Vaccinium oxycoccos* L.) на разных этапах клонального микроразмножения.**

**Fig. 1. Plants of small cranberries (*Vaccinium oxycoccos* L.) on different stages of clonal micropropagation**

Таблица 1. Морфометрические показатели развития *Ex vitro* растений клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.) на 14-й день доращивания  
Table 1. Morphometric indicators of *Ex vitro* development of bog cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) plants on the 14th day of growing completion

| Вид удобрения<br>(Фактор В)                                                         | Освещение (Фактор А)           |                                      | Среднее<br>по фактору В                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                                                                                     | Естественное<br>освещение ± SD | Светодиодное<br>освещение (LED) ± SD |                                                      |
| Среднее количество побегов 0-го порядка, шт.                                        |                                |                                      | HCP <sub>05</sub> b = F <sub>e</sub> <F <sub>t</sub> |
| Контроль (б/у)                                                                      | 1,4±0,89                       | 2,8±1,10                             | 2,1                                                  |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,08 г/л         | 1,6±0,55                       | 2,6±0,89                             | 2,1                                                  |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,16 г/л         | 2,2±0,45 <sup>a</sup>          | 4,0±1,73 <sup>a</sup>                | 3,1                                                  |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,072 г/л                        | 2,0±0,00 <sup>a</sup>          | 3,6±1,82 <sup>a</sup>                | 2,8                                                  |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,144 г/л                        | 2,4±0,55 <sup>a</sup>          | 3,4±1,14 <sup>a</sup>                | 2,9                                                  |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,1 г/л                                             | 2,8±1,30 <sup>a</sup>          | 3,6±1,14 <sup>a</sup>                | 3,2                                                  |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,2 г/л                                             | 2,0±0,71 <sup>a</sup>          | 3,8±2,39 <sup>a</sup>                | 2,9                                                  |
| Среднее по фактору А<br>HCP <sub>05</sub> a = 0,59                                  | 2,1                            | 3,4                                  |                                                      |
| HCP <sub>05</sub> ab = F <sub>e</sub> <F <sub>t</sub> для сравнения частных случаев |                                |                                      |                                                      |
| Среднее количество побегов 1-го порядка, шт.                                        |                                |                                      | HCP <sub>05</sub> b = 1,44                           |
| Контроль (б/у)                                                                      | 0                              | 0,4±0,89                             | 0,2                                                  |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,08 г/л         | 0,2±0,45                       | 2,4±1,14 <sup>a,b</sup>              | 1,3                                                  |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,16 г/л         | 0                              | 3,0±2,12 <sup>a,b,ab</sup>           | 1,5                                                  |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,072 г/л                        | 0                              | 3,2±1,30 <sup>a,b,ab</sup>           | 1,6                                                  |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,144 г/л                        | 0                              | 3,8±2,17 <sup>a,b,ab</sup>           | 1,9                                                  |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,1 г/л                                             | 0,2±0,45                       | 3,8±0,84 <sup>a,b,ab</sup>           | 2,0                                                  |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,2 г/л                                             | 0                              | 3,2±1,30 <sup>a,b,ab</sup>           | 1,6                                                  |
| Среднее по фактору А<br>HCP <sub>05</sub> a = 0,52                                  | 0,1                            | 2,8                                  |                                                      |
| HCP <sub>05</sub> ab = 2,33 для сравнения частных случаев                           |                                |                                      |                                                      |
| Суммарная длина побегов, см                                                         |                                |                                      | HCP <sub>05</sub> b = 9,51                           |
| Контроль (б/у)                                                                      | 8,4±2,76                       | 17,4±5,38                            | 12,9                                                 |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,08 г/л         | 14,2±5,16 <sup>a</sup>         | 22,3±4,17 <sup>a</sup>               | 18,3                                                 |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,16 г/л         | 11,7±3,35                      | 32,9±6,43 <sup>a,b</sup>             | 22,3                                                 |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,072 г/л                        | 12,4±1,07 <sup>a</sup>         | 30,1±13,44 <sup>a,b</sup>            | 21,3                                                 |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,144 г/л                        | 15,1±5,37 <sup>a</sup>         | 29,6±10,28 <sup>a,b</sup>            | 22,4                                                 |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,1 г/л                                             | 18,6±6,39 <sup>a,b</sup>       | 32,2±7,24 <sup>a,b</sup>             | 25,4                                                 |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,2 г/л                                             | 11,1±5,17                      | 29,1±10,73 <sup>a,b</sup>            | 20,1                                                 |
| Среднее по фактору А<br>HCP <sub>05</sub> a = 3,43                                  | 13,1                           | 27,7                                 |                                                      |
| HCP <sub>05</sub> ab = F <sub>e</sub> <F <sub>t</sub> для сравнения частных случаев |                                |                                      |                                                      |
| Площадь листовой поверхности, см <sup>2</sup>                                       |                                |                                      | HCP <sub>05</sub> b = 3,12                           |
| Контроль (б/у)                                                                      | 2,9±0,96                       | 5,8±1,73                             | 4,4                                                  |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,08 г/л         | 5,1±1,34 <sup>a</sup>          | 10,6±2,54 <sup>a,b</sup>             | 7,9                                                  |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,16 г/л         | 5,2±1,98 <sup>a</sup>          | 11,7±2,80 <sup>a,b</sup>             | 8,5                                                  |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,072 г/л                        | 4,5±0,93 <sup>a</sup>          | 8,6±3,82 <sup>a</sup>                | 6,6                                                  |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,144 г/л                        | 5,7±1,96 <sup>a</sup>          | 9,2±2,06 <sup>a,b</sup>              | 7,5                                                  |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,1 г/л                                             | 7,2±3,02 <sup>a,b</sup>        | 11,5±1,95 <sup>a,b</sup>             | 9,4                                                  |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,2 г/л                                             | 3,5±1,56                       | 10,0±3,32 <sup>a,b</sup>             | 6,8                                                  |
| Среднее по фактору А<br>HCP <sub>05</sub> a = 1,13                                  | 4,9                            | 9,6                                  |                                                      |

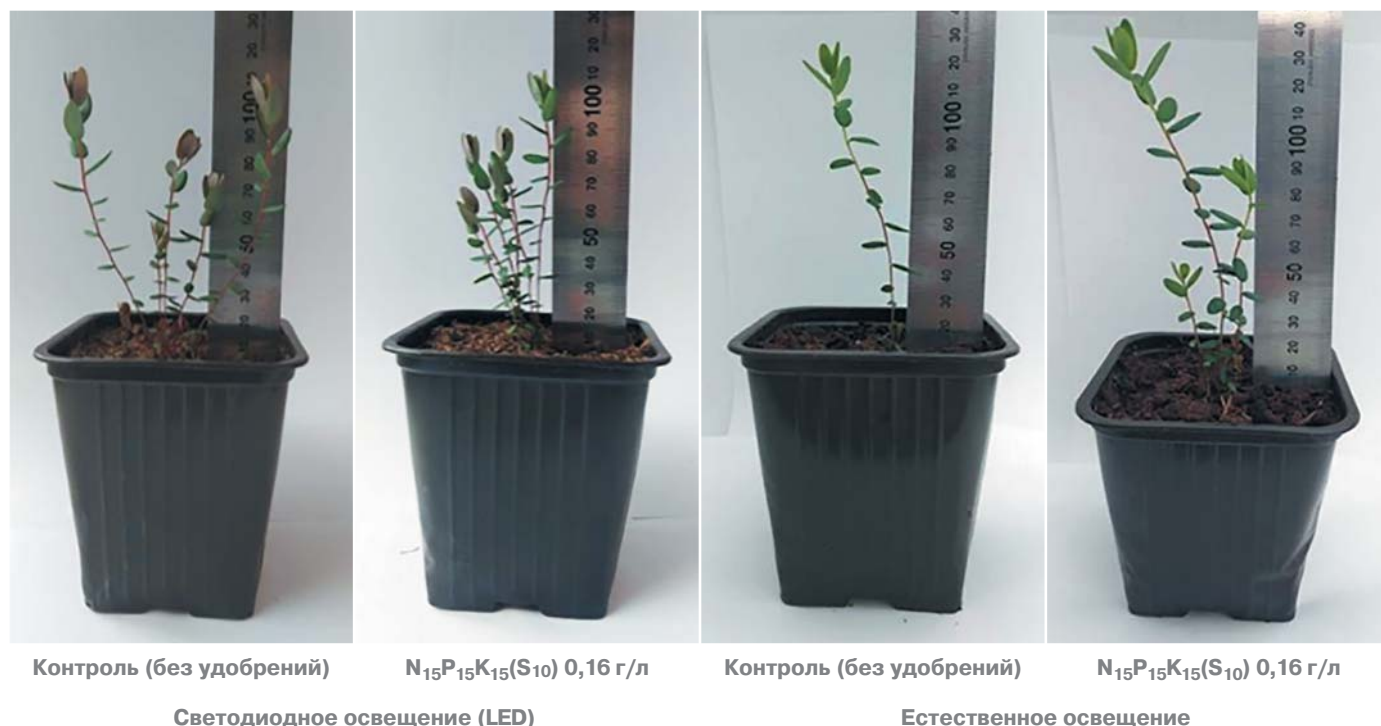
HCP<sub>05</sub> ab = F<sub>e</sub><F<sub>t</sub> для сравнения частных случаев

HCP<sub>05</sub> рассчитана при помощи двухфакторного дисперсионного анализа:

\* результаты выражены как среднее значение ± стандартное отклонение;

\*\* «a,b,ab» - разница между средними с контролем достоверна на основе сравнения разниц между средними с НСР на 5% уровне значимости: «a» - по фактору а (тип освещённости), «b» - по фактору b (вид удобрения), «ab» - при взаимодействии факторов.





**Рис. 2. Внешний вид ex vitro растений клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.) на 14-й день доращивания**  
**Fig. 2. External appearance of ex vitro bog cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) plants on the 14<sup>th</sup> day of growing completion**

$N_{12}P_{52}$  0,1 и 0,2 г/л, контроль без удобрений. Удобрения представлены фирмой ФосАгро.

Растения размещали в условиях с различным видом освещённости: под светодиодными фитолампами (UnionPowerStar – 40W-T, мощность 40 Вт, страна-производитель: Германия) с фотопериодом 16 часов и при естественном освещении (без использования дополнительного освещения) в тепличных условиях.

Учёт морфометрических показателей развития *Ex vitro* растений проводили 3 раза, каждые две недели на 14, 28 и 42 дни. При этом учитывали: количество побегов (0-го, 1-го порядков ветвления), суммарную длину побегов, площадь листовой поверхности. Повторность опытов трёхкратная, по 35 растений в одной повторности.

Статистическую обработку данных по двухфакторному дисперсионному анализу проводили с помощью компьютерных программ Microsoft Office Excel 2016, STATISTICA\_10.0.1011 и по методике Исачкина А.В. [53], что подтвердило подлинность полученных результатов исследований. Статистически значимые различия средних значений проверялись с помощью *t*-критерия ( $P < 0,05$ ). Данные представлены в виде средних значений и стандартных отклонений ( $M \pm SD$ ).

## 2. Результаты исследований

В результате наблюдений за экспериментом установили, что освещённость (фактор а) и удобрения (фактор b) достоверно влияют на рост и развитие *ex vitro* растений клюквы болотной отборной формы, как отдельно, так и при взаимодействии (ab) между собой.

На 14 день доращивания саженцев клюквы болотной в контейнерах, достоверные различия с контро-

лем получены в условиях фитоосвещения (UnionPowerStar – 40W-T) в вариантах с применением минеральных удобрений  $N_{15}P_{15}K_{15}(S_{10})$  в концентрации 0,16 г/л,  $N_{16}P_{20}(S_{12})$  в концентрациях 0,072 и 0,144 г/л,  $N_{12}P_{52}$  в концентрациях 0,1 и 0,2 г/л. Так как на 14 день доращивания в данных вариантах количество побегов 0-го порядка составило  $3,4 \pm 1,14$  –  $4,0 \pm 1,73$  шт. против 2,8 шт., в контроле без удобрений, помимо этого количество побегов 1-го порядка –  $3,0 \pm 2,12$  –  $3,8 \pm 2,17$  шт. против 0,4 шт. в контроле, суммарная длина побегов –  $29,1 \pm 10,73$  –  $32,9 \pm 6,43$  см против  $17,4 \pm 5,38$  см в контроле, а площадь листовой поверхности –  $9,2 \pm 2,06$  –  $11,7 \pm 2,80$  см<sup>2</sup> против  $5,8 \pm 1,73$  см<sup>2</sup> в контроле.

В условиях естественной освещённости в тепличных условиях достоверное различие с контролем по количеству побегов 0-го порядка ветвления выявлено в тех же вариантах, что и при фитоосвещении и составило  $2,0 \pm 0,00$  –  $2,8 \pm 1,30$  шт. против  $1,4 \pm 0,89$  шт. в контроле. Кроме того, суммарная длина побегов составила  $12,4 \pm 1,07$  –  $18,6 \pm 6,39$  см против  $8,4 \pm 2,76$  см в контроле, а в площадь листовой поверхности –  $4,5 \pm 0,93$  –  $7,2 \pm 3,02$  см<sup>2</sup> против  $2,9 \pm 0,96$  см<sup>2</sup> в контроле (табл. 1, рис. 2).

При втором учёте на 28-й день наблюдений, наблюдается преимущество ранее выделенных вариантов в условиях светодиодного фитоосвещения (UnionPowerStar – 40W-T) –  $N_{15}P_{15}K_{15}(S_{10})$  в концентрации 0,16 г/л,  $N_{16}P_{20}(S_{10})$  в концентрациях 0,072 и 0,144 г/л и  $N_{12}P_{52}$  в концентрации 0,1 г/л. Фитоосвещение с минеральными удобрениями положительно повлияло на количество побегов 1-го порядка ( $5,4 \pm 1,82$  –  $6,2 \pm 1,64$  шт. против  $3,4 \pm 2,19$  шт. в контроле), суммарную длину побегов, где лучшими оказались варианты

Таблица 2. Морфометрические показатели развития *ex vitro* растений клюквы болотной особой формы на 28-й день доращивания  
 Table 2. Morphometric indicators of *ex vitro* development of bog cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) plants on the 28<sup>th</sup> day of growing completion

| Вид удобрения<br>(Фактор В)                                                         | Освещение (Фактор А)               |                                          | Среднее<br>по фактору В                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                                                                                     | Естественное<br>освещение $\pm$ SD | Светодиодное<br>освещение (LED) $\pm$ SD |                                                      |
| Среднее количество побегов 0-го порядка, шт.                                        |                                    |                                          | HCP <sub>05</sub> b = F <sub>e</sub> <F <sub>t</sub> |
| Контроль (б/у)                                                                      | 1,6 $\pm$ 1,34                     | 3,2 $\pm$ 1,30                           | 2,4                                                  |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,08 г/л         | 1,6 $\pm$ 0,55                     | 2,6 $\pm$ 0,89                           | 2,1                                                  |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,16 г/л         | 2,2 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup>        | 4,0 $\pm$ 1,73 <sup>a</sup>              | 3,1                                                  |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,072 г/л                        | 2,0 $\pm$ 0,00                     | 3,6 $\pm$ 1,82                           | 2,8                                                  |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,144 г/л                        | 2,4 $\pm$ 0,55 <sup>a</sup>        | 3,4 $\pm$ 1,14                           | 2,9                                                  |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,1 г/л                                             | 2,8 $\pm$ 1,30 <sup>a</sup>        | 3,6 $\pm$ 1,14                           | 3,2                                                  |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,2 г/л                                             | 2,2 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup>        | 4,0 $\pm$ 2,12 <sup>a</sup>              | 3,1                                                  |
| Среднее по фактору А<br>HCP <sub>05</sub> a = 0,59                                  | 2,1                                | 3,5                                      |                                                      |
| HCP <sub>05</sub> ab = F <sub>e</sub> <F <sub>t</sub> для сравнения частных случаев |                                    |                                          |                                                      |
| Среднее количество побегов 1-го порядка, шт.                                        |                                    |                                          | HCP <sub>05</sub> b = 2,06                           |
| Контроль (б/у)                                                                      | 0                                  | 3,4 $\pm$ 2,19                           | 1,7                                                  |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,08 г/л         | 1,0 $\pm$ 1,00 <sup>a</sup>        | 5,2 $\pm$ 1,30 <sup>a</sup>              | 3,1                                                  |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,16 г/л         | 1,6 $\pm$ 1,82 <sup>a</sup>        | 6,2 $\pm$ 1,30 <sup>a,b</sup>            | 3,9                                                  |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,072 г/л                        | 0,7 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>        | 5,4 $\pm$ 1,82 <sup>a</sup>              | 3,1                                                  |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,144 г/л                        | 0,6 $\pm$ 0,89                     | 5,8 $\pm$ 2,39 <sup>a,b</sup>            | 3,2                                                  |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,1 г/л                                             | 1,6 $\pm$ 1,52 <sup>a</sup>        | 6,2 $\pm$ 1,64 <sup>a,b</sup>            | 3,9                                                  |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,2 г/л                                             | 0,4 $\pm$ 0,55                     | 5,4 $\pm$ 1,52 <sup>a</sup>              | 2,9                                                  |
| Среднее по фактору А<br>HCP <sub>05</sub> a = 0,74                                  | 0,8                                | 5,4                                      |                                                      |
| HCP <sub>05</sub> ab = 2,3 для сравнения частных случаев                            |                                    |                                          |                                                      |
| Суммарная длина побегов, см                                                         | HCP <sub>05</sub> b = 13,99        |                                          |                                                      |
| Контроль (б/у)                                                                      | 11,2 $\pm$ 4,61                    | 27,8 $\pm$ 11,12                         | 19,5                                                 |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,08 г/л         | 21,4 $\pm$ 4,17 <sup>a</sup>       | 44,6 $\pm$ 10,44 <sup>a,b</sup>          | 33,0                                                 |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,16 г/л         | 25,2 $\pm$ 9,93 <sup>a,b</sup>     | 59,5 $\pm$ 9,93 <sup>a,b</sup>           | 42,4                                                 |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,072 г/л                        | 20,7 $\pm$ 2,46 <sup>a</sup>       | 54,1 $\pm$ 16,86 <sup>a,b</sup>          | 37,4                                                 |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,144 г/л                        | 25,6 $\pm$ 8,98 <sup>a,b</sup>     | 52,7 $\pm$ 16,06 <sup>a,b</sup>          | 39,2                                                 |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,1 г/л                                             | 32,3 $\pm$ 9,77 <sup>a,b</sup>     | 57,6 $\pm$ 9,86 <sup>a,b</sup>           | 45,0                                                 |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,2 г/л                                             | 19,7 $\pm$ 6,96 <sup>a</sup>       | 52,2 $\pm$ 11,99 <sup>a,b</sup>          | 36,0                                                 |
| Среднее по фактору А<br>HCP <sub>05</sub> a = 5,04                                  | 22,3                               | 49,8                                     |                                                      |
| HCP <sub>05</sub> ab = F <sub>e</sub> <F <sub>t</sub> для сравнения частных случаев |                                    |                                          |                                                      |
| Площадь листовой поверхности, см <sup>2</sup>                                       |                                    |                                          | HCP <sub>05</sub> b = 5,89                           |
| Контроль (б/у)                                                                      | 3,4 $\pm$ 0,84                     | 11,5 $\pm$ 4,43                          | 7,5                                                  |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,08 г/л         | 9,2 $\pm$ 3,17 <sup>a</sup>        | 20,1 $\pm$ 6,40 <sup>a,b</sup>           | 14,7                                                 |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,16 г/л         | 9,9 $\pm$ 4,36 <sup>a,b</sup>      | 27,7 $\pm$ 2,19 <sup>a,b</sup>           | 18,8                                                 |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,072 г/л                        | 8,2 $\pm$ 1,46 <sup>a</sup>        | 23,4 $\pm$ 5,24 <sup>a,b</sup>           | 15,8                                                 |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,144 г/л                        | 8,5 $\pm$ 3,79 <sup>a</sup>        | 23,1 $\pm$ 6,65 <sup>a,b</sup>           | 15,8                                                 |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,1 г/л                                             | 11,9 $\pm$ 7,08 <sup>a,b</sup>     | 23,8 $\pm$ 3,48 <sup>a,b</sup>           | 17,9                                                 |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,2 г/л                                             | 6,9 $\pm$ 3,08 <sup>a</sup>        | 22,6 $\pm$ 2,85 <sup>a,b</sup>           | 14,8                                                 |
| Среднее по фактору А<br>HCP <sub>05</sub> a = 2,12                                  | 8,3                                | 20,1                                     |                                                      |

HCP<sub>05</sub> ab = F<sub>e</sub><F<sub>t</sub> для сравнения частных случаев

HCP<sub>05</sub> рассчитана при помощи двухфакторного дисперсионного анализа:

\* результаты выражены как среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение;

\*\* «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 освещённости), «b» - по фактору b (вид удобрения), «ab» - при взаимодействии факторов.

Таблица 3. Морфометрические показатели развития *ex vitro* растений клюквы болотной особой формы на 42-й день доращивания  
 Table 3. Morphometric indicators of *ex vitro* development of bog cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) plants on the 42th day of growing completion

| Вид удобрения<br>(Фактор В)                                                 | Освещение (Фактор А)               |                                          | Среднее<br>по фактору В     |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                                             | Естественное<br>освещение $\pm$ SD | Светодиодное освещение<br>(LED) $\pm$ SD |                             |
| Среднее количество побегов 0-го порядка, шт.                                |                                    |                                          | HCP <sub>05</sub> b = Fe<Ft |
| Контроль (б/у)                                                              | 1,6 $\pm$ 1,34                     | 3,2 $\pm$ 1,30                           | 2,4                         |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,08 г/л | 1,6 $\pm$ 0,55                     | 2,6 $\pm$ 0,89                           | 2,1                         |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,16 г/л | 2,2 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup>        | 4,0 $\pm$ 1,73 <sup>a</sup>              | 3,1                         |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,072 г/л                | 2,0 $\pm$ 0,00                     | 3,6 $\pm$ 1,82                           | 2,8                         |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,144 г/л                | 2,4 $\pm$ 0,55 <sup>a</sup>        | 3,4 $\pm$ 1,14                           | 2,9                         |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,1 г/л                                     | 2,8 $\pm$ 1,30 <sup>a</sup>        | 3,6 $\pm$ 1,14                           | 3,2                         |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,2 г/л                                     | 2,2 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup>        | 4,4 $\pm$ 1,82 <sup>a</sup>              | 3,3                         |
| Среднее по фактору А<br>HCP <sub>05</sub> a = 0,54                          | 2,1                                | 3,5                                      |                             |
| HCP <sub>05</sub> ab = Fe<Ft для сравнения частных случаев                  |                                    |                                          |                             |
| Среднее количество побегов 1-го порядка, шт.                                |                                    |                                          | HCP <sub>05</sub> b = 2,18  |
| Контроль (б/у)                                                              | 0,6 $\pm$ 0,55                     | 4,8 $\pm$ 2,17                           | 2,7                         |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,08 г/л | 3,8 $\pm$ 0,84 <sup>a,b</sup>      | 6,6 $\pm$ 0,89 <sup>a</sup>              | 5,2                         |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,16 г/л | 3,2 $\pm$ 1,30 <sup>a,b</sup>      | 9,0 $\pm$ 1,87 <sup>a,b</sup>            | 6,1                         |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,072 г/л                | 2,8 $\pm$ 0,84 <sup>a,b</sup>      | 5,6 $\pm$ 1,95 <sup>a</sup>              | 4,2                         |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,144 г/л                | 4,2 $\pm$ 1,30 <sup>a,b</sup>      | 7,6 $\pm$ 2,19 <sup>a,b</sup>            | 5,9                         |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,1 г/л                                     | 3,6 $\pm$ 1,95 <sup>a,b</sup>      | 7,2 $\pm$ 2,39 <sup>a,b</sup>            | 5,4                         |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,2 г/л                                     | 3,0 $\pm$ 0,71 <sup>a,b</sup>      | 6,8 $\pm$ 1,79 <sup>a</sup>              | 4,9                         |
| Среднее по фактору А<br>HCP <sub>05</sub> a = 0,78                          | 3,0                                | 6,8                                      |                             |
| HCP <sub>05</sub> ab = Fe<Ft для сравнения частных случаев                  |                                    |                                          |                             |
| Суммарная длина побегов, см                                                 |                                    |                                          | HCP <sub>05</sub> b = 23,83 |
| Контроль (б/у)                                                              | 17,0 $\pm$ 4,38                    | 58,6 $\pm$ 20,92                         | 37,8                        |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,08 г/л | 55,9 $\pm$ 7,72 <sup>a,b</sup>     | 82,9 $\pm$ 13,74 <sup>a,b</sup>          | 69,4                        |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,16 г/л | 55,9 $\pm$ 17,69 <sup>a,b</sup>    | 102,7 $\pm$ 10,45 <sup>a,b</sup>         | 79,3                        |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,072 г/л                | 48,0 $\pm$ 6,59 <sup>a,b</sup>     | 107,4 $\pm$ 35,95 <sup>a,b</sup>         | 77,7                        |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,144 г/л                | 56,7 $\pm$ 19,87 <sup>a,b</sup>    | 99,7 $\pm$ 18,78 <sup>a,b</sup>          | 78,2                        |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,1 г/л                                     | 69,0 $\pm$ 20,01 <sup>a,b</sup>    | 105,8 $\pm$ 19,16 <sup>a,b</sup>         | 87,4                        |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,2 г/л                                     | 43,4 $\pm$ 10,05 <sup>a,b</sup>    | 96,3 $\pm$ 14,82 <sup>a,b</sup>          | 69,9                        |
| Среднее по фактору А<br>HCP <sub>05</sub> a = 8,59                          | 49,4                               | 93,3                                     |                             |
| HCP <sub>05</sub> ab = Fe<Ft для сравнения частных случаев                  |                                    |                                          |                             |
| Площадь листовой поверхности, см <sup>2</sup>                               |                                    |                                          | HCP <sub>05</sub> b = 9,61  |
| Контроль (б/у)                                                              | 5,4 $\pm$ 1,70                     | 22,9 $\pm$ 9,63                          | 14,2                        |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,08 г/л | 24,0 $\pm$ 6,47 <sup>a,b</sup>     | 45,2 $\pm$ 9,49 <sup>a,b</sup>           | 34,6                        |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,16 г/л | 22,2 $\pm$ 8,25 <sup>a,b</sup>     | 54,1 $\pm$ 4,67 <sup>a,b</sup>           | 38,2                        |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,072 г/л                | 21,4 $\pm$ 3,23 <sup>a,b</sup>     | 44,8 $\pm$ 6,63 <sup>a,b</sup>           | 33,1                        |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,144 г/л                | 23,6 $\pm$ 8,28 <sup>a,b</sup>     | 41,1 $\pm$ 6,46 <sup>a,b</sup>           | 32,4                        |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,1 г/л                                     | 29,7 $\pm$ 13,04 <sup>a,b</sup>    | 42,1 $\pm$ 3,29 <sup>a,b</sup>           | 35,9                        |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,2 г/л                                     | 16,2 $\pm$ 4,72 <sup>a,b</sup>     | 36,6 $\pm$ 3,83 <sup>a,b</sup>           | 26,4                        |
| Среднее по фактору А<br>HCP <sub>05</sub> a = 3,47                          | 20,4                               | 41,0                                     |                             |
| HCP <sub>05</sub> ab = Fe<Ft для сравнения частных случаев                  |                                    |                                          |                             |

HCP<sub>05</sub> рассчитана при помощи двухфакторного дисперсионного анализа:

\* результаты выражены как среднее значение стандартное отклонение;

\*\* «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 освещённости), «b» - по фактору b (вид удобрения), «ab» - при взаимодействии факторов.





Светодиодное освещение (LED)

Естественное освещение

Рис. 3. Внешний вид ex vitro растений клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.) на 42-й день доращивания  
 Fig. 3. External appearance of ex vitro bog cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) plants on the 42th day of growing completion

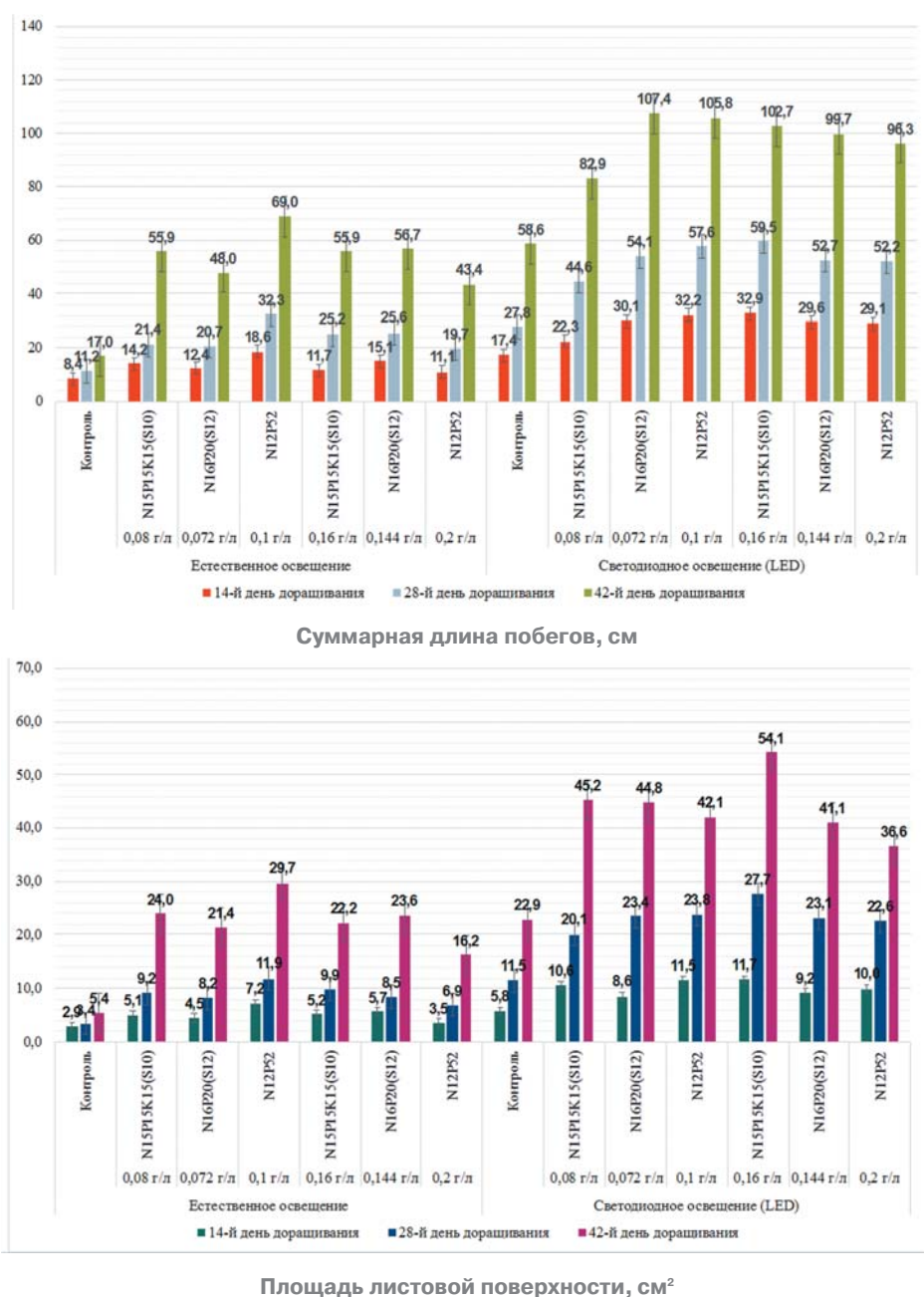


Рис. 4. Показатели развития ex vitro растений клюквы болотной особой формы (*Vaccinium oxycoccos* L.) во время доращивания

Fig. 4. Ex vitro development indexes of bog cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) plants during of growing completion

Таблица 4. Индексы относительного содержания хлорофилла в листьях клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.) на 42-й день доращивания  
 Table 4. Indices of chlorophyll content in the leaves of bog cranberries (*Vaccinium oxycoccos* L.) on the 42<sup>th</sup> day of growing completion

| Вид удобрения<br>(Фактор В)                                                 | Освещение (Фактор А)               |                                          | Среднее по фактору В<br>$HCP_{05} b = F_e < F_t$ |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                                                                             | Естественное<br>освещение $\pm SD$ | Светодиодное<br>освещение (LED) $\pm SD$ |                                                  |
| Контроль (б/у)                                                              | 380,0 $\pm$ 68,44                  | 305,7 $\pm$ 53,11                        | 342,9                                            |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,08 г/л | 501,0 $\pm$ 55,87                  | 349,3 $\pm$ 16,20                        | 425,2                                            |
| N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> (S <sub>10</sub> ) 0,16 г/л | 548,3 $\pm$ 8,33                   | 341,7 $\pm$ 142,31                       | 445,0                                            |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,072 г/л                | 489,0 $\pm$ 106,08                 | 393,0 $\pm$ 82,66                        | 441,0                                            |
| N <sub>16</sub> P <sub>20</sub> (S <sub>12</sub> ) 0,144 г/л                | 596,7 $\pm$ 67,42                  | 454,3 $\pm$ 116,14                       | 525,5                                            |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,1 г/л                                     | 368,3 $\pm$ 229,07                 | 604,7 $\pm$ 140,56                       | 486,5                                            |
| N <sub>12</sub> P <sub>52</sub> 0,2 г/л                                     | 556,0 $\pm$ 136,18                 | 555,7 $\pm$ 188,82                       | 555,9                                            |
| Среднее по фактору А<br>$HCP_{05} a = F_e < F_t$                            | 491,3                              | 429,2                                    |                                                  |
| $HCP_{05} ab = F_e < F_t$ для сравнения частных случаев                     |                                    |                                          |                                                  |

$HCP_{05}$  рассчитана при помощи двухфакторного дисперсионного анализа:

\* результаты выражены как среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение;

\*\* «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 освещённости), «b» - по фактору b (вид удобрения), «ab» - при взаимодействии факторов.

с добавлением N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>(S<sub>10</sub>) в концентрации 0,16 г/л и N<sub>12</sub>P<sub>52</sub> в концентрации 0,1 (57,6 $\pm$ 9,86 – 59,5 $\pm$ 9,93 см против 27,8 $\pm$ 11,12 см в контроле), все опытные варианты оказали влияние на площадь листовой поверхности, при этом N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>(S<sub>10</sub>) в концентрации 0,16 г/л – дал лучший результат (20,1 $\pm$ 6,40 – 27,7 $\pm$ 2,19 см<sup>2</sup> против 11,5 $\pm$ 4,43 см<sup>2</sup> в контроле).

Помимо этого, в условиях естественного освещения (фактор а) достоверно повлияли на количество побегов 1-го порядка, где лучшими были варианты с добавлением N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>(S<sub>10</sub>) в концентрации 0,16 г/л и N<sub>12</sub>P<sub>52</sub> в концентрации 0,1 г/л (0,7 0,58 – 1,6 1,82 шт. против 0 шт. в контроле). Также выявлено достоверное оба факторов: освещённости (фактор а) и вида удобрений (фактор b) на суммарную длину побегов (25,2 9,93 – 32,3 $\pm$ 9,77 см против 11,2 $\pm$ 4,61 см в контроле) и площадь листовой поверхности (9,9 $\pm$ 4,36 – 11,9 $\pm$ 7,08 см<sup>2</sup> против 3,4 $\pm$ 0,84 см<sup>2</sup> в контроле) (табл. 2).

На 42 день доращивания *ex vitro* растений клюквы болотной в контейнерах в условиях фитоосвещения (UnionPowerStar – 40W-T) выявлено значительное преимущество всех опытных вариантов, так как в целом можно сказать, что все учитываемые морфометрические показатели развития растений почти в 2 раза превосходили показатели развития растений, доращиваемых в теплицах.

Сохранилось преимущество ранее выделенных вариантов, которые достоверно повлияли на количество побегов 1-го порядка ветвления – 5,6 $\pm$ 1,95 – 9,0 $\pm$ 1,87 шт. против 4,8 $\pm$ 2,17 шт. Вид минеральных удобрений (фактор b) и уровень освещённости (фактор а) достоверно повлияли на суммарную длину побегов (82,9 $\pm$ 13,74 – 107,4 $\pm$ 35,95 см против 58,6 $\pm$ 20,92 см в контроле) и площадь листовой поверхности (41,1 $\pm$ 6,46 – 54,1 $\pm$ 4,67 см<sup>2</sup> против 22,9 $\pm$ 9,63 см<sup>2</sup> в контроле).

При доращивании в тепличном комплексе уровень освещённости (фактор а) достоверно повлиял только на количество побегов 0-го порядка ветвления (2,2 $\pm$ 0,45 – 2,8 $\pm$ 1,30 шт. против 1,6 1,34 шт. в контроле). Вид удобрений (фактор b) и уровень освещённости (фактор а) достоверно повлияли на количество побегов 1-го порядка (3,0 $\pm$ 0,71 – 4,2 $\pm$ 1,30 шт. против 0,6 $\pm$ 0,55 шт. в контроле), а также на суммарную длину побегов (43,4 $\pm$ 10,05 – 69,0 $\pm$ 20,01 см против 17,0 $\pm$ 4,38 см в контроле) и площадь листовой поверхности (16,2 $\pm$ 4,72 – 29,7 $\pm$ 13,04 см<sup>2</sup> против 5,4 $\pm$ 1,70 см<sup>2</sup> в контроле) (табл. 3, рис. 3).

На 42-й день доращивания при помощи прибора N-tester SPAD 502 Plus Chlorophyll Meter мы определяли индексы относительного уровня азотного питания

растений по содержанию хлорофилла в опытных растениях клюквы болотной. Уровень содержания хлорофилла является показателем степени вызревания и обеспеченности растений в азоте, способствует лучшему накоплению углеводов [54].

Однако существенных различий между контролем и опытными вариантами выявлено не было (табл. 4).

### Обсуждение

Увеличившийся интерес к отрасли питомниководства, предъявляет требования к качеству посадочного материала, полученного, в частности, методом клонального микроразмножения [55,56]. Одновременно с этим, увеличиваются и исследования по развитию плодово-ягодных растений на разных этапах этой технологии. До сих пор мало исследований по доращиванию *ex vitro* растений рода *Vaccinium* L. в условиях защищенного грунта [57,58,59,60], поэтому мы провели исследования в данной области.

Уже начиная с первых учётов, было зафиксировано положительное влияние факторов освещенности и вида минеральных удобрений, и взаимодействие их между собой (таблица 1).

По всей видимости, такая отзывчивость на разрабатываемые агротехнические приемы связана с тем, что в природных условиях, клюква болотная (*Vaccinium oxycoccos* L.) – представитель лесных ягодных дикоросов, ацидофильное растение, обитающее на торфяно-сфагновых болотах, характеризующиеся малым содержанием доступных элементов минерального питания [61,62]. Ведь в слаборазложившихся остатках мхов и других растений под живым ковром сфагнома (*Sphagnum* L.) содержание сухого вещества очень низкое, что определяет незначительный уровень зольных элементов, помимо этого, азот, фосфор и калий находятся в органическом веществе в форме, труднодоступной для усвоения [63,64].

Аммиачный азот считается наиболее подходящим источником, поскольку он более доступен в кислых почвах, чем нитратная форма, более того, было обнаружено, что удобрение аммонийным азотом приводит к большему вегетативному росту и более развитой корневой системе [65]. Обнаружено, что от 50 до 70% азота в листьях связано с ферментами, присутствующими в хлоропластах, что указывает на прямую связь между содержанием азота и хлорофилла. Однако, переизбыток азота, напротив, может вызвать избыточный рост, который повышает восприимчивость к болезням и вредителям, а также не вызревание побегов [66].

В то же время, в кислых болотных почвах наблюдается недоступность фосфора, который выпадет в осадок в связке с железом и алюминием, при этом, по данным исследователей, клюква проявляет устойчивость к высокой концентрации водородных ионов и способна поглощать фосфор из таких соединений, а высокие концентрации фосфора способны оказывать негативное воздействие [37,67].

Кроме этого, как и у всех растений рода *Vaccinium* L. – на корнях отсутствуют корневые волоски, поэтому поглощение воды и питательных веществ осуществляется клетками эпидермиса или мицелием микоризы, образующем симбиоз с микоризными грибами, как правило, с эрикоидной, арбускулярной и редко эндотрофной [68,69,70,71]. Также, следует отметить, что клюква способна образовывать корни из любой точки побегов, независимо от их ориентации, что широко используется при вегетативном размножении данной ягодной культуры [72].

Невысокие дозы минеральных удобрений увеличивают степень пробудимости почек и способствуют оптимальному росту побегов, что в влияет на качество посадочного материала и дальнейшего его развития [63,73].

Освещённость также играет немаловажную роль в развитии надземной системы вовремя доращивания *ex vitro* растений. По некоторым исследованиям, реакция роста на увеличение интенсивности света во время акклиматизации линейна, что свидетельствует о том, что более высокая PPFD может дополнительно увеличить рост и развитие саженцев [74].

Многочисленные исследования подтвердили, что спектральное сочетание красного и синего света в различных соотношениях достаточно эффективно для выращивания различных растений, в том числе растений рода *Vaccinium* L., в тепличных условиях [75,76]. Причём, светодиодный свет оказал большее влияние на измеряемые нами показатели клюквы в нашем исследовании (рисунок 4). Видимо, положительная реакция на дополнительное освещение также связана с морфологическими особенностями и строением растений.

Морфометрические показатели растений клюквы болотной, выращиваемой в культуре при оптимально подобранном минеральном питании и освещённости, значительно способны превосходить растения из природных условий, что является важной предпосылкой для дальнейших исследований в области доращивания *ex vitro* растений рода *Vaccinium* L.

### Заключение

Полученные нами результаты способствовали лучшему представлению условий доращивания *ex vitro* растений клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.) с использованием различных типов освещения (фитосветом с 16-часовым фотопериодом и естественным освещением – без добавления дополнительного освещения) и подбора оптимальных доз минерального питания. Лучшими, при светодиодном освещении, вариантами были N<sub>16</sub>P<sub>20</sub>(S<sub>12</sub>) в концентрации 0,072 г/л и N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>(S<sub>10</sub>) в концентрации 0,16 г/л.

Сведения могут быть полезны для получения качественного посадочного материала клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.) и коммерческого использования для крупномасштабного производства.



**Об авторах:**

**Иван Владиславович Нечипоренко** – аспирант кафедры плодородия, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, <https://orcid.org/0000-0002-1904-2695>, ResearcherID: HNS-2436-2022; автор для переписки, [vannechiporenko@gmail.com](mailto:vannechiporenko@gmail.com)

**Светлана Владимировна Акимова** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры плодородия, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, <https://orcid.org/0000-0002-7267-1220>, Scopus ID: 56872788000; автор для переписки, [akimova@rgau-msha.ru](mailto:akimova@rgau-msha.ru)

**Павел Олегович Казаков** – аспирант кафедры плодородия, виноградарства и виноделия, института Садоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, <https://orcid.org/0000-0001-9387-9015>; автор для переписки, [paulkazako@gmail.com](mailto:paulkazako@gmail.com)

**About the Authors:**

**Ivan V. Nechiporenko** – PhD Student of the Department of fruit growing, viticulture and winemaking, Institute of Horticulture and landscape architecture, <https://orcid.org/0000-0002-1904-2695>, ResearcherID: HNS-2436-2022; Correspondence Author, [vannechiporenko@gmail.com](mailto: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, <https://orcid.org/0000-0002-7267-1220>, Scopus ID: 56872788000; Correspondence Author, [akimova@rgau-msha.ru](mailto:akimova@rgau-msha.ru)

**Pavel O. Kazakov** – PhD Student of the Department of fruit growing, viticulture and winemaking, Institute of Horticulture and landscape architecture, <https://orcid.org/0000-0001-9387-9015>; Correspondence Author, [paulkazako@gmail.com](mailto:paulkazako@gmail.com)

● **Литература**

- Karlsons A., Osvalde A., Čekstere G., Pormale J. Research on the mineral composition of cultivated and wild blueberries and cranberries. *Agronomy Research*. 2018;16(2):454-463. <https://doi.org/10.15159/AR.18.039>
- Курлович Т.В., Филипеня В.Л. Голубика для любителей и профессионалов. М.: DELIBRI; 2021. 168 с.
- Sater H.M., Bizzio L.N., Tieman D.M., Muñoz P.D. A review of the fruit volatiles found in berry and other *Vaccinium* species. *J. Agric. Food Chem.* 2020;68(21):5777-5786. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c01445>
- Song G.Q., Hancock J.F. In: Kole S. (Eds.). *Vaccinium. Wild crop relatives: Genomic and Breeding resources*. Springer, Berlin, Heidelberg; 2011. pp. 197-221. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-16057-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-642-16057-8_10)
- Gorbunov A., Tyak G., Makeev V., Kurlovich T. The introduction and breeding of Vaccinioideae in Russia. *BIO Web of Conferences. Northern Asia Plant Diversity: current trends in research and conservation 2021*. 2021;38(6):1-6. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213800038>
- Stang E.J. The north American cranberry industry. *V International Symposium on Vaccinium Culture*. 1993;(346):284-298. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.346.38>
- Stang E.J. The emerging cranberry industry in Chile. *VI International Symposium on Vaccinium Culture*. 1997;(446):159-164. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.446.23>
- Mackiewicz M. Information about cranberry growing in Poland. *III International Symposium on Vaccinium Culture*. 1985;(165):303-304. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1985.165.43>
- Lehmushovi A., Hokkanen H., Hiirsalmi H. Cranberry breeding in Finland. *V International Symposium on Vaccinium Culture*. 1993;(346):322-326. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.346.44>
- Сидорович Е.А., Титов И.В., Рубан Н.Н., Шерстеникина А.В. Культура клюквы крупноплодной в Белоруссии. *Брусничные в СССР: Ресурсы, интродукция, селекция: Сб. науч. тр.* Новосибирск: Наука. Сибирское отделение; 1990. С. 166-167.
- Курлович Т.В. Особенности выращивания и лекарственные свойства клюквы крупноплодной. *Материалы второй Международной научно-практической интернет-конференции «Лекарственное растениеводство: от опыта прошлого к современным технологиям»*. Полтава; 2013. С. 51-55.
- Jurikova T., Skrovankova S., Mlcek J., Balla S., Snopek L. Bioactive compounds, antioxidant activity, and biological effects of European cranberry (*Vaccinium oxycoccos*). *Molecules*. 2019;24(24):1-21. <https://doi.org/10.3390/molecules24010024>
- Česonienė L., Daubaras R., Jasutienė I. Selection of the European cranberry in Lithuania. *Agronomijos Vėstis*. 2009;(12):13-18.
- Горбунов А.Б., Кукушкина Т.А. Динамика химического состава ягод интродуцированных сортов и форм клюквы в условиях Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. *Химия растительного сырья*. 2021;(4):241-249. <https://doi.org/10.14258/jcpm.2021048977>. EDN WJPXPY.
- Макаров С.С., Кузнецова И.Б., Упадывшев М.Т., Родин С.А., Чудецкий А.И. Особенности клонального микроразмножения клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.). *Техника и технологии пищевых производств*. 2021;51(1):67-76. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-1-67-76>. EDN YIWIJCE.

- Крышняя С.В., Кордюков А.В. Клюква на юге острова Сахалин. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН; 2018. 127 с.
- Тяк Г.В., Курлович Л.Е., Макеев В.А., Макеева Г.Ю., Тяк А.В. Выращивание клюквы и голубики на землях лесного фонда, вышедших из-под торфодобычи. *Лесохозяйственная информация*. 2015;(1):72-78. EDN TXKXIB.
- Конюхова О.М., Хуртина А.В. Урожайность клюквы болотной в Республике Марий Эл. *Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы XIV Международной научной конференции*. Красноярск, СибГТУ; 2011. С. 61-63.
19. Ресурсы. Большая российская энциклопедия; 2019 [процитировано 2 февраля 2023]. Доступно: <https://old.bigenc.ru/geography/text/5564496>
- Черкасов А.Ф., Буткус В.Ф., Горбунов А.Б. Клюква. Москва: «Лесная промышленность»; 1981. 214 с.
- Курлович Т.В., Павловская А.Г. Требования к саженцам клюквы крупноплодной. *Актуальные проблемы размножения ягодных культур и пути их решения: материалы Международной научно-методической дистанционной конференции*. 2010. С. 151-155.
- Сидорович Е.А., Рубан Н.Н., Шерстеникина А.В. Интродукция и опыт выращивания клюквы крупноплодной, голубики высокой и брусники. Минск: БелНИИТИ, 1991. 52 с.
- Ostrolucká M.G., Gajdošová A., Libíková G., Hrubíková K., Bežo M. In: Jain, S.M., Häggman, H. (Eds). Protocol for micropropagation of selected *Vaccinium* spp. Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits. Dordrecht; 2007. pp. 445-455. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6352-7\\_41](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6352-7_41)
- Debnath S.C. Propagation and cultivation of *Vaccinium* species and less known small fruits. *Agronomijos Vėstis*. 2009;(12):22-29.
- Черемных Е.Н., Леконцева Т.Г., Худякова А.В., Фёдоров А.В. Клональное микроразмножение клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.) в Удмуртской Республике. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021;22(1):57-66. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.57-66>
- Высоцкий В.А. Клональное микроразмножение плодовых растений и декоративных кустарников. Микроразмножение и оздоровление растений в промышленном плодородстве и цветоводстве: Сб. науч. тр. ВНИИС им. И.В. Мичурина. 1989. С. 3-8.
- Акимова С.В., Раджабов А.К., Бухтин Д.А., Киркач В.В., Аладина О.Н., 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>. EDN WBTOUQ.
- Kozai T. In: Bajaj Y.P.S. (Ed.) Acclimatization of micropropagated plants. *Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 17 High-Tech and Micropropagation I*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 1991. pp. 127-140. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-76415-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-76415-8_8)
- Clapa D., Fira A., Vescan L.A. Aspects regarding the *in vitro* culture and ex vitro rooting in *Vaccinium macrocarpon* cultivar 'Pilgrim'. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*. 2012;69(1-2):226-234. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-asb:69:1-2:8489>
- Pospíšilová J., Tichá I., Kadleček P., Haisel D., Plzák Š. Acclimatization of micropropagated plants to ex vitro conditions. *BIOLOGIA PLANTARUM*. 1999;(42):481-497. <https://doi.org/10.1023/A:1002688208758>

31. Рупасова Ж.А., Игнатенко В.А., Русаленко В.Г., Рудаковская Р.Н. Развитие и метаболизм клюквы крупноплодной в Белорусском Полесье. Мн.: Наука и техника, 1989. 205 с.
32. Hazarika B.N. Acclimatization of tissue-cultured plants. *CURRENT SCIENCE*. 2003;85(12):1704-1712.
33. Божидай Т.Н., Кухарчик Н.В. Укоренение *in vitro* и *ex vitro* голубики сорта Duke. *Опыт и перспективы возделывания голубики на территории Беларуси и сопредельных стран: материалы международной научной конференции, 17-18 июля 2014 г., г. Минск*. 2014. С. 15-21.
34. Pico-Mendoza J.N., Garcia-Gonzales R., Quiroz K., Chong B., Pino H., Carrasco B. *In vitro* propagation of Gaultheria pumila (L.f.) D.J. Middleton (Ericaceae), a Chilean native berry with commercial potential. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*. 2021;48(2):83-96. <https://doi.org/10.7764/ijanr.v48i2.2310>
35. Meneses L.S., Morillo L.E., Vásquez-Castillo W. *In vitro* propagation of *Vaccinium floribundum* Kunth from seeds: promissory technology for mortiflo accelerated production. *Canadian Science Publishing*. 2022;102(1):216-224. <https://doi.org/10.1139/CJPS-2020-0290>
36. Sutter E. Use of Humidity tents and antitranspirants in the acclimatization of tissue cultured plants to greenhouse. *Sci. Hort.* 1984;(23):303-312.
37. Darnell R.L., Stutte G.W., Martin G.C., Lang G.A., Early J.D. In: Janick J. (Ed.). Development physiology of rabbiteye blueberry. *Horticultural Reviews* Vol. 13. John Wiley & Sons, Inc.; 1992 pp. 339-406 <https://doi.org/10.1002/9780470650509.ch9>
38. Макаров С.С., Родин С.А., Кузнецова И.Б., Макеева Г.Ю., Макеев В.А. Укоренение в культуре *in vitro* и адаптация клюквы болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.) к нестерильным условиям. *Лесохозяйственная информация*. 2020;(4):105-112. <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2020.4.11>. EDN INJJWT.
39. Kim J.K., Shawon M.R.A., An J.H., Yun Y.J., Park S.J., Na J.K., Choi K.Y. Influence of substrate composition and container size on the growth of tissue culture propagated apple rootstock plants. *Agronomy*. 2021;11(12):1-12. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122450>
40. Wright R.D., Niemiera A.X. In: Janick J. Nutrition of container-grown woody nursery crops. *Horticultural Reviews* Vol. 9. Van Nostrand Reinhold Company;1987 pp. 75-102. <https://doi.org/10.1002/9781118060827.ch3>
41. Brix, H., van den Driessche R. In: Tinus R.W., Stein W.I., Balmer W.E. (Eds.). Mineral nutrition of container-grown tree seedlings. *Proceedings of the North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium*. Denver, Colorado, August 26-29; 1974. pp. 77-84.
42. Акимова С.В. Новые элементы в технологии черенкования садовых растений. Применение регуляторов роста для базальных и внекорневых обработок; получение материала с изолированной корневой системой. LA LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG;2012. 260 с.
43. Agrawal S.B., Singh S., Agrawal M. Role of light plant development. *International Journal of Plant and Environment*. 2015;1(1): 43-56. <https://doi.org/10.18811/ijpen.v1i1.7113>
44. Jaakola L., Tolvanen A., Laine K., Hohtola A. Effect of N6-isopentenyladenine concentration on growth initiation *in vitro* and rooting of bilberry and lingonberry. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 2001;(66):73-77. <https://doi.org/10.1023/A:1010602726215>
45. Dutta Gupta S., Agarwal A. In: Dutta Gupta S. (Eds.). Influence of LED Lighting on *in vitro* plant regeneration and associated cellular redox balance. *Light Emitting Diodes for Agriculture: Smart Lighting*. Springer Singapore;2017. pp. 273-303. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-5807-3\\_12](https://doi.org/10.1007/978-981-10-5807-3_12)
46. Lloyd G., McCown B. Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. *Proceedings of the International Plant Propagator's Society*. 1980;30:421-426.
47. Зонтиков Д.Н., Зонтикова С.А., Малахова К.В., Марамохин Э.В. Влияние состава питательных сред и регуляторов роста при клональном микроразмножении некоторых полиплоидных форма рода *Vaccinium* L. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2019;21(2):39-44.
48. Marcotrigiano M., McGlew S.P. A two-stage micropropagation system for cranberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 1991;116(5):911-916. <https://doi.org/10.21273/JASHS.116.5.911>
49. Akimova S.V., Kirkach V.V., Demenko V.I., Malevannaya N.N. Recultivation of micro-plants of perpetual raspberry after deposition in the culture room conditions on the nutrient media with the use of modifications of the Superstim product in low and ultra-low doses. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021;(663):1-6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/663/1/012002>
50. Кухарчик Н.В., Кастрицкая 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*; под общей ред. Кухарчик Н.В. Минск: Беларуская навука; 2016. 208 с.
51. Guang-jie Z., Zhan-bin W., Dam W. *In vitro* propagation and *ex vitro* rooting of blueberry plantlets. *Plant Tissue Cult. & Biotech.* 2008;18(1):187-195. <https://doi.org/10.3329/ptcb.v18i2.3650>
52. Erst A., Gorbunov A., Karakulov A. Rooting and acclimatization of *in vitro* propagated microshoots of the *Ericaceae*. *Journal of Applied Horticulture*. 2018;20(3):177-181. <https://doi.org/10.37855/jah.2018.v20i03.31>
53. Исачкин А.В., Крючкова В.А. Основы научных исследований в садоводстве: учебник для вузов; под редакцией А.В. Исачкина. Санкт-Петербург: Лань; 2020. 420 с.
54. Zhang F., Wei Z., Jeranyama P., DeMoranville C., Hou H.J.M. A significant loss in photosynthetic activity associated with the yellow vine syndrome of cranberry. *HortScience*. 2011;46(6):901-907. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.6.901>
55. Кузибав Т. Критерии подбора растительного материала для размножения *in vitro* и закладки ягодных плантаций на примере голубики садовой. *Ягоды России: научно-практический журнал для профессионалов ягодной отрасли*. 2022;(2(6)):18-21.
56. Debnath S.C., Vyas P., Goyal J.C., Igamberdiev A.U. Morphological and molecular analyses in micropropagated berry plants acclimatized under *ex vitro* conditions. *Canadian Journal of Plant Science*. 2012;92(6):1065-1073. <https://doi.org/10.4141/cjps2011-194>
57. Debnath S.C. Strategies to propagate *Vaccinium* nuclear stocks for the Canadian berry industry. *Canadian Journal of Plant Science*. 2007;87(4):911-922. <https://doi.org/10.4141/P06-131>
58. Tejada-Alvarado J.J., Meléndez-Mori J.B., Vilca-Valqui N.C., Huaman-Huaman E., Lapiz-Culqui Y.K., Neri J.C., Prat M.L., Oliva M. Optimizing factors influence micropropagation of 'Bluecrop' and 'Biloxi' blueberries and evaluation of their morpho-physiological characteristics during *ex vitro* acclimatization. *Journal of Berry Research*. 2022;12(3):347-364. <https://doi.org/10.3233/JBR-211565>
59. Clapa D., Bunea C., Borsai O., Pintea A., Hârta M., Ștefan R., Fira A. The role of Sequestrene 138 in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) micropropagation. *HortScience*. 2018;53(10):1487-1493. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.113269-18>
60. Akimova S., Radzhabov A., Esaulko A., Samoshenkov E., Nechiporenko I., Kazakov P., Voskoboinikov Yu., Matsneva A., Zubkov A., Aisanov T. Improvement of *ex vitro* growing completion of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in containers. *Forests*. 2022;13(10):1550. <https://doi.org/10.3390/f13101550>
61. Jacquemart A-L. *Vaccinium oxycoccus* L. (*Oxycoccus palustris* Pers.) and *Vaccinium microcarpum* (Turcz. ex Rupr.) Schmalh. (*Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr.). *Journal of Ecology*. 1997;85(3):381-396. <https://doi.org/10.2307/2960511>
62. Кучеров И.Б., Кутенков С.А. Олиготрофные сфагновые и сфагново-зеленомощные ельники Европейской России и Урала. *Ботанический журнал*. 2019;104(1):12-40. <https://doi.org/10.1134/S000681361901006X>. EDN VWWJAL.
63. Сидорович Е.А., Кудинов М.А., Рубан Н.Н., Шерстеникина А.В., Рупасова Ж.А., Шапиро Д.К., Горленко С.В. Клюква крупноплодная в Белоруссии. Мн.: Наука и техника;1987. 238 с.
64. Hagerup O. Studies on the significance of polyploidy (IV. *Oxycoccus*). *Hereditas*. 1940;26(3-4):399-410. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1940.tb03244.x>
65. Esposti M.D.D., de Siqueira D.L., Pereira P.R.G., Venegas V.H.A., Salomão L.C.C., Filho J.A.M. Assessment of nitrogenized nutrition of citrus rootstock using chlorophyll concentration in the leaf. *Journal of Plant Nutrition*. 2003;26(6):1287-1299. <https://doi.org/10.1081/PLN-120020371>
66. Davenport J. DeMoranville C. Nitrogen management in cranberry status. Cranberry Station Best Management Practices Guide – 2000 Edition;1997 pp. 1-2.
67. Medappa K.C., Dana M.N. Influence of pH, calcium, iron, and aluminum on the uptake of radiophosphorus by cranberry plant. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 1968;32(3):381-383. <https://doi.org/10.2136/sssaj1968.03615995003200030032x>



68. Scagel C.F. Mycorrhizal status of sand-based cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) bogs in Southern Oregon. *Small Fruits Review*. 2003;2(1):31-41. [https://doi.org/10.1300/j301v02n01\\_04](https://doi.org/10.1300/j301v02n01_04)
69. Wei X., Zhang W., Zulfiqar F., Zhang C., Chen J. Ericoid mycorrhizal fungi as biostimulants for improving propagation and production of ericaceous plant. *Front. Plant Sci*. 2022;1-14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1027390>
70. Чижик О.В., Решетников В.Н., Филипеня В.Л., Горбачевич В.И., Картыжова Л.Е., Алещенков З.М. Влияние микроорганизмов на адаптацию клонированного посадочного материала древесно-кустарниковых видов рода *Vaccinium*. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2013;45(3):254-259. EDN VUNNPU.
71. Lareau M.J. Rooting and establishment of *in vitro* blueberry plantlets in the presence of mycorrhizal fungi. *III International Symposium on Vaccinium Culture*. 1985;(165):197-202. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1985.165.26>
72. Rodriguez-Saona C., Vorsa N., Singh A.P., Johnson-Cicalese J., Szendrei Z., Mescher M.C., Frost C.J. Tracing the history of plant trains under domestication in cranberries: potential consequences on anti-herbivore defences. *Journal of Experimental Botany*. 2011;62(8):2633-2644. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq466>
73. Makeev B.A., Черкасов А.Ф. Роль минеральных удобрений в выращивании клюквы на плантациях. *Экологические свойства брусничных ягодных растений в природе и культуре. Тезисы докладов Межреспубликанского совещания*. 1989. С. 92-93.
74. Gómez C., Poudel M., Yegros M., Fisher P.R. Radiation intensity and quality affect indoor acclimatization of blueberry transplants. *HortScience*. 2021;56(12):1521-1530. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI16189-21>
75. Brazaitytė A., Ulinskaitė R., Dočovskis P., Samuolienė G., Siksnianienė J.B., Jankauskienė J., Sabqievienė G., Baranouskis K., Stanienė G., Tamulaitis G., Bliznikas Z., Zukauskas A. Optimization of lighting spectrum for photosynthetic system and productivity of lettuce by using light-emitting. *V International Symposium on Artificial Lighting in Horticulture*. 2006;(711):183-188. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.711.22>
76. Wen X., Xu L., Wei R. Research on control strategy of light and CO<sub>2</sub> in blueberry greenhouse based on coordinated optimization model. *Agronomy*. 2022;12(12):1-16. <https://doi.org/10.3390/agronomy12122988>
20. Cherkasov A.F., Butkus V.F., Gorbunov A.B. Cranberry. Moscow: 'Forest Industry'; 1981. 214 p. (In Russ.)
21. Kurlovich T.V., Pavlovskaya A.G. Requirements for seedlings of large cranberry. *Actual problems of berry crops propagation and ways of their decision: material of International scientific-methodical remote conference*. 2010. P. 151-155. (In Russ.)
22. Sidorovich E.A., Ruban N.N., Sherstenikina A.V. Introduction and experience of growing large cranberry, highbush blueberry and lingonberry. Minsk: BelRISTIT; 1991. 52 p. (In Russ.)
25. Cheremnykh E.N., Lekontseva T.G., Khudyakova A.V., Fedorov A.V. Clonal micropropagation of bog cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) in the Udmurt Republic. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2021;22(1):57-66. (In Russ.) <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.57-66>
26. Vysotsky V.A. Clonal micropropagation of fruit plants and ornamental shrubs. *Micropropagation and improvement of plants in industrial horticulture and floriculture: Collection of scientific works of All-Russian Research Institute of Horticulture named after I.V. Michurin*. 1989;3-8. (In Russ.)
27. Akimova S.V., Radzhabov A.K., Bukhtin D.A., Kirkach V.V., Aladina O.N., Demenko V.I., Beloshapkina O.N. Adaptation to non-sterile conditions of grape plants rooted *in vitro* in a nutrient media enriched by organosilicon compounds. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2019;(5):34-53. (In Russ.) <https://doi.org/10.34677/0021-3420-2019-5-34-53>. EDN WBTOUQ.
31. Rupasova J.A., Ignatenko V.A., Rusalenko V.G., Rudakovskaya R.N. Development and metabolism of large cranberry in Belarusian Polesie. Minsk, Nauka and tekhnika; 1989. 205 p. (In Russ.)
33. Bozhidai T.N., Kukharchik N.V. *In vitro* and *ex vitro* rooting of blueberry cultivar Duke. *Experience and prospects of blueberry cultivation in Belarus and neighbouring countries: proceedings of international scientific conference, 17-18 July 2014, Minsk*. 2014. P. 15-21. (In Russ.)
38. Makarov S.S., Rodin S.A., Kuznetsova I.B., Makeeva G.Y., Makeev V.A. Rooting *in vitro* culture and adaptation of marsh cranberry (*Oxycoccus palustris* Pers.) to non-sterile conditions. *Forestry information*. 2020;(4):105-112. (In Russ.) <https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2020.4.11>. EDN INJJWT.
42. Akimova S.V. New elements in the technology of cuttings of horticultural plants. Application of growth regulators for basal and foliar treatment; obtaining material with an isolated root system. LA LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG; 2012. 260 p. (In Russ.)
47. Zontikov D.N., Zontikova S.A., Malahova K.V., Maramohin E.V. Influence of the composition of nutritional media and growth regulators during clonal micropropagation of some polyploid forms of the genus *Vaccinium* L. *Izvestiya of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2019;21(2):39-44. (In Russ.)
50. 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., Rudina A.P., Malinovskaya A.M. Propagation of fruit plants in culture *in vitro*; ed. Kukharchik N.V. Minsk: Belaruskaya navuka; 2016. 208 p. (In Russ.)
53. Isachkin A.V., Kryuchkova V.A. Fundamentals of scientific research of horticulture: textbook for universities; ed. Isachkin A.V. Saint Petersburg: Lan; 2020. 420 p. (In Russ.)
55. Kusibab T. Criteria for selection of plant material for *in vitro* propagation and establishment of berry plantations on the example of garden blueberry. *Berries of Russia: a scientific and practical journal for berry industry professionals*. 2022;(2(6)):18-21. (In Russ.)
62. Kucherov I.B., Kutenkov S.A. Oligotrophic peatmoss forests of European Russia and Urals. *Botanicheskii Zhurnal*. 2019;104(1):12-40. (In Russ.) <https://doi.org/10.1134/S000681361901006X>. EDN VWWJAL.
63. Sidorovich E.A., Kudinov M.A., Ruban N.N., Sherstenikina A.V., Rupasova J.A., Shapiro D.K., Gorlenko S.V. Bog cranberry in Belarus. Minsk.: Nauka i tekhnika; 1987. 238 p. (In Russ.)
70. Chizhik O.V., Reshetnikov V.N., Filipenya V.L., Gorbachevich V.I., Kartyzhova L.E., Aleschnkov Z.M. The microorganisms influence on adaptation of clonal planting stock of hardy-shrub species of *Vaccinium*. *Physiology and biochemistry of cultivated plants*. 2013;45(3):254-259. EDN VUNNPU. (In Russ.)
73. Makeev V.A., Cherkasov A.F. The role of mineral fertilizers in cultivation of cranberry on plantations. Ecological properties of lingonberry berry plants in nature and culture. Thesis of report of Inter-republican meeting. 1989. P. 92-93. (In Russ.)

## References

2. Kurlovich T.V., Filipenya V.L. Blueberries for amateurs and professionals. M.: DELIBRI; 2021. 168 p. (In Russ.)
10. Sidorovich E.A., Titov I.V., Ruban N.N., Sherstenikina A.V. Culture of large cranberries in Belarus. Lingonberry in the USSR. Resources, introduction, selection: *Collection of scientific papers*. Novosibirsk: Nauka. Siberian Branch; 1990. P. 166-167. (In Russ.)
11. Kurlovich T.V. Peculiarities of cultivation and medicinal properties of large cranberry. Proceedings of the Second International Scientific and Practical Internet-Conference 'Medicinal herbalism: from past experience to modern technologies'. Poltava; 2013. P. 51-55. (In Russ.)
14. Gorbunov A.B., Kukushkina T.A. Dynamics of the chemical composition of berries of introduced cultivars and forms of cranberries in the conditions of central Siberian Botanical Garden SB RAS. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*. 2021;(4):241-249. (In Russ.) <https://doi.org/10.14258/jcprm.2021048977>. EDN WJPXPY.
15. Makarov S.S., Kuznetsova I.B., Upadyshev M.T., Rodin S.A., Chudetsky A.I. Features of clonal micropropagation of bog cranberry (*Oxycoccus palustris* Pers.). Food Processing: Techniques and Technology. 2021;51(1):67-76. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-1-67-76>. EDN YIWJCE.
16. Kryshnaya S.V., Kordyukov A.V. Cranberry in the south of Sakhalin Island. Yuzhno-Sakhalinsk: IMGG FEB RAS; 2018. 127 p. (In Russ.)
17. Tyak G.V., Kurlovich L.E., Makeev V.A., Makeeva G.Y., Tyak A.V. Cranberry and blueberry production in forest lands abandoned after peat production. *Forestry information*. 2015;(1):72-78. EDN TXKXIB. (In Russ.)
18. Konyukhova O.M., Khurtina A.V. Yield of bog cranberry in the Republic of Mari El. Gardening, seed growing, introduction of woody plants: materials of the XIV International Scientific Conference. Krasnoyarsk: SibSTU; 2011. P. 61-63. (In Russ.)
19. Plant resources. The Big Encyclopedia; 2019 [cited 2 February 2023]. Available from: <https://old.bigenc.ru/geography/text/5564496> (In Russ.)



## Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-62-67>  
УДК 635.54:577.112.3

П.О. Маврина\*, Г.В. Адамов,  
Е.Л. Маланкина

Федеральное государственное бюджетное  
научное учреждение «Всероссийский Институт  
Лекарственных и Ароматических Растений»  
(ФГБНУ ВИЛАР)  
117216, Россия, г. Москва, ул. Грина, д. 7

\*Автор для переписки:  
mavrina.vilarnii@yandex.ru

**Конфликт интересов.** Авторы подтверждают  
отсутствие конфликта интересов при написа-  
нии данной работы.

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в ана-  
лизе материалов, планировании и проведении  
экспериментов, написании текста статьи и  
формировании выводов

**Для цитирования:** Маврина П.О., Адамов Г.В.,  
Маланкина Е.Л. Изучение влияния аланина на  
накопление фенольных соединений в листьях  
цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.).  
*Овощи России*. 2023;(5):62-67.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-62-67>

**Поступила в редакцию:** 05.07.2023  
**Принята к печати:** 29.08.2023  
**Опубликована:** 29.09.2023

Polina O. Mavrina\*,  
Grigoriy V. Adamov, Elena L. Malankina

All-Russian scientific research Institute  
of medicinal and aromatic plants  
7, Grina street, Moscow, Russia, 117216

\*Correspondence: mavrina.vilarnii@yandex.ru

**Authors' Contribution:** All authors participated in  
the analysis of materials, planning and conducting  
experiments, writing the text of the article and  
forming conclusions

**Conflict of interest:** The authors declare that there  
are no conflicts of interest

**For citation:** Mavrina P.O., Adamov G.V.,  
Malankina E.L. Effect of alanine on accumulation  
of phenolic compounds in the leaves of chicory  
(*Cichorium intybus* L.). *Vegetable crops of Russia*.  
2023;(5):62-67. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-62-67>

**Received:** 05.07.2023  
**Accepted for publication:** 29.08.2023  
**Published:** 29.09.2023

# Изучение влияния аланина на накопление фенольных соединений в листьях цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.)



## Резюме

Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.) является перспективным источником получения сырья для нужд как пищевой (корни), так и фармацевтической промышленности (листья). Одним из способов увеличения содержания биологически активных соединений в лекарственном растительном сырье является использование различных стимуляторов роста, к которым относятся аминокислоты. В статье приведены результаты экспериментального исследования, проводившегося в 2021-2022 годов по изучению действия раствора L-аланина и рацемической смеси аланина (DL) на накопление и качественный состав фенольных соединений (ФС) в листьях цикория обыкновенного.

Было установлено, что применение аланина в разных концентрациях не оказало значительного влияния на увеличение содержания фенольных соединений, а также не повлияло на динамику их накопления. Применение растворов энантиомеров аланина не повлияло на качественный состав фенольных соединений, но привело к изменению соотношения гидроксикоричных кислот между собой. Установлено, что в течение вегетационного периода в листьях цикория изменяется процентное соотношение между основными фенольными соединениями – содержание хлорогеновой кислоты увеличивается пропорционально снижению цикориевой кислоты. Обработка L-аланином в концентрации 25 мг/л за период исследования на обоих сортах привела к наибольшему снижению содержания цикориевой кислоты по сравнению с другими вариантами. Отмечено, что общее содержание ФС выше в год с более теплой и засушливой погодой – в среднем на 0,7 %.

**Ключевые слова:** цикорий обыкновенный, фенольные соединения, аминокислоты, аланин

# Effect of alanine on accumulation of phenolic compounds in the leaves of chicory (*Cichorium intybus* L.)

## Abstract

Common chicory (*Cichorium intybus* L.) is a promising source of raw materials for both food (roots) and pharmaceutical industries (leaves). One of the ways to increase the biologically active compounds content in medicinal plant materials is the use of various growth stimulants, which include amino acids. The article presents the results of an experimental study conducted in 2021-2022 which study the effect of of L-alanine and a racemic mixture of alanine (DL) on the accumulation and qualitative composition of phenolic compounds (PC) in the leaves of chicory.

**Results.** It was found that the use of alanine in different concentrations did not have a significant effect on the increase of phenolic compounds content, and also did not affect the on their accumulation dynamics. The use of alanine enantiomers did not affect the qualitative composition of phenolic compounds, but led to a change in the ratio of hydroxycinnamic acids to each other. It has been established that during the growing season the percentage ratio between the main phenolic compounds in chicory leaves changes - the content of chlorogenic acid increases in proportion to the decrease in chicory acid. Treatment with L-alanine at a concentration of 25 mg/l during the study period in both varieties led to the largest reduction in the content of chicory acid compared to others. It was noted that the total content of PC is higher in a year with warmer and more arid weather, it was higher on average by 0,7 %.

**Keywords:** common chicory, phenolic compounds, amino acids, alanine

### Введение

Исследования последних лет показали, что аминокислоты могут оказывать значительное влияние, прямое или косвенное, на физиологические параметры растений в процессе их роста и развития. Использование аминокислот в процессе выращивания является эффективным способом улучшения качества растительной продукции, а также предотвращения его снижения при хранении. Экзогенное применение аминокислот на различных сельскохозяйственных культурах способствовало увеличению урожайности, вегетативной массы, повышению содержания основных элементов питания в растениях [1, 2]. Аминокислоты являются не только строительным материалом в процессе биосинтеза белков, но и выполняют регуляторные функции в растении. В последние годы большое значение в сельском хозяйстве приобретают хелатные комплексы аминокислот с микроэлементами, наиболее перспективными в данном направлении являются глицин и аланин, поскольку они имеют небольшую молекулярную массу, образуют стабильные хелатные комплексы и используются растением во многих биосинтетических процессах, положительно влияющих на урожайность. Показано, что аминокислоты действуют как осмолиты, в связи с чем играют важную роль в открытии устьиц, повышении активности некоторых антиоксидантных ферментов, сохранении целостности биомембран, а также транспорте ионов [3, 4]. Выявлено положительное действие L-аланина на ризогенез у мяты перечной [5]. Показано, что внекорневое применение растворов индивидуальных аминокислот или их смеси на растениях, находящихся в условиях теплового, воддефицитного или солевого стресса, обеспечивало улучшение физиологических характеристик растений по сравнению с контролем, что, в свою очередь, способствовало увеличению урожайности и биохимических показателей получаемой продукции [6]. Вода с растворенными в ней действующими веществами поглощается с поверхности листьев через устьица и кутикулу, попадая через межклеточное пространство в проводящую систему растения [7]. Аминокислоты хорошо растворимы в воде, при поступлении в растение они не только принимают участие в метаболизме, но и выполняют защитную функцию в условиях абиотического стресса, который, в свою очередь, влияет на накопление вторичных метаболитов [8].

Таким образом, использование аминокислот и препаратов на их основе в качестве некорневой обработки на плантациях лекарственных растений является перспективным направлением исследований. Использование аминокислот в качестве дополнения к основному внесению элементов питания, в частности на критических

стадиях развития растений, может способствовать повышению устойчивости растений к неблагоприятным абиотическим факторам. В связи с этим представляет интерес изучение влияния обработок различными аминокислотами на количественное содержание биологически активных соединений, динамику их накопления и качественный состав.

Цикорий обыкновенный – техническая культура, корни которой используются для получения инулина и производства кофезаменителей, а также различных функциональных пищевых продуктов и биологически активных добавок. При этом, надземная часть данного растения представляет интерес для изучения в качестве лекарственного растительного сырья в перспективе разработки на её основе препаратов гепатопротекторного и иммуномодулирующего действия [9, 10].

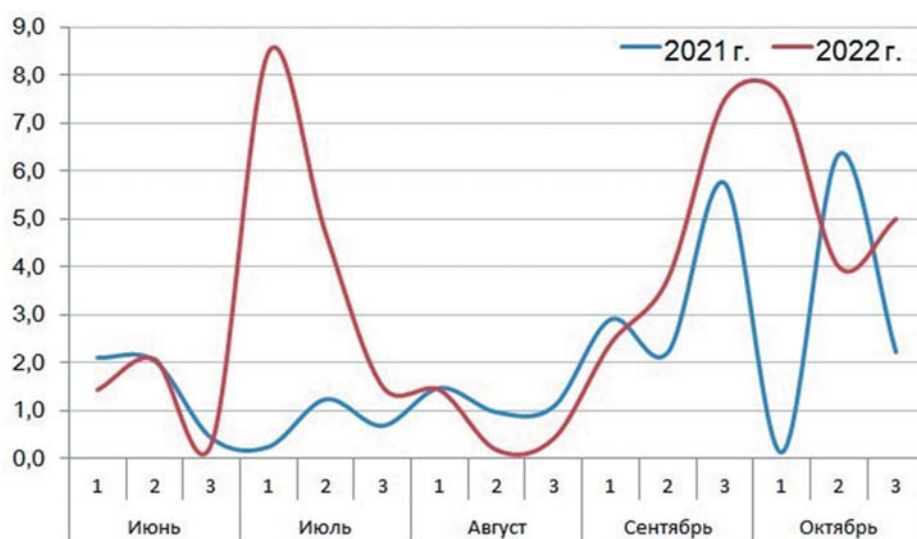
**Цель данного исследования** заключается в сравнительном изучении воздействия рацемической смеси и левовращающего изомера аланина на накопление вторичных метаболитов (фенольных соединений) в листьях цикория обыкновенного.

### Материалы и методы

Опыт проводили в 2021-2022 годах в опытном лекарственном севообороте лаборатории агробиологии ФГБНУ ВИЛАР. В течение периода проведения исследования (июнь-октябрь) ежедневно проводили учет среднесуточной температуры и количества осадков для определения значений гидротермического коэффициента. Расчет коэффициента проводили по формуле:

где  $R$  – сумма осадков за период с температурами выше  $10^{\circ}\text{C}$ ;  $\sum t$  – сумма температур за тот же период. Полученные данные приведены на рис. 1.

$$K = \frac{R \times 10}{\sum t}$$



**Рис. 1. Среднедекадные значения гидротермического коэффициента за период проведения исследования**

**Fig. 1. 10-days average values of the hydrothermal coefficient for the study period**

Таблица 1. Схема опыта по изучению влияния аланина на содержание фенольных соединений в листьях цикория обыкновенного  
Table 1. Scheme of experiment study the effect of alanine on the content of phenolic compounds in the leaves of common chicory

| Год исследования:<br>2021 год<br>2022 год | Сорта:<br>Ростовский,<br>Ярославский-1 | L-аланин          | DL-аланин (рацемат) |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------|---------------------|
|                                           |                                        | 0 мг/л (контроль) |                     |
|                                           |                                        | 10 мг/л           |                     |
|                                           |                                        | 25 мг/л           |                     |

В опыте использовались 2 сорта цикория обыкновенного – Ростовский и Ярославский-1. Растения цикория выращивали рассадным методом, 25-дневная рассада высаживалась в открытый грунт во 2 декаде июня. Схема посадки – 60×15 см. Через 20 дней проводили однократную некорневую обработку растворами аминокислот, в контрольном варианте использовали воду, схема опыта показана в таблице 1. Каждый вариант состоял из 3 повторностей по 15 растений. После обработки каждые 10 дней проводили отбор проб листьев, которые высушивали при температуре 35-38 °С. Отбирали неповреждённые вредителями и болезнями целые листья разного возраста – растущие и полностью сформированные. После высушивания пробы листьев каждого варианта измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями 0,5 мм. Измельченные пробы использовали для проведения дальнейшего анализа.

Количественное определение суммы фенольных соединений в пересчете на цикориевую кислоту проводили методом прямой спектрофотометрии по разработанной ФГБНУ ВИЛАР методике на спектрофотометре UV-1800 (Shimadzu, Япония) [11]. Каждый образец анализировали в трех повторностях.

Качественный состав фенольных соединений определяли методом ВЭЖХ-УФ-МС/МС с использованием системы LCMC-8040 (Shimadzu, Япония), включающей ультраэффективный жидкостный хроматограф Nexera, тройной квадрупольный масс-спектрометр и диодно-матричный детектор. Идентификацию веществ проводили на основании анализа характеристик УФ- и масс-спектров, их сравнением с индивидуальными соединениями, ранее полученными в ФГБНУ ВИЛАР, а также сопоставлением с данными литературы.

Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием программы Microsoft Excel.

### Результаты и их обсуждение

На рисунке 2 показан схематичный график динамики накопления фенольных соединений в листьях цикория обыкновенного за период проведения исследования. Как видно из рис. 2, в онтогенезе цикория присутствуют два периода накопления фенольных соединений (ФС) – летний и осенний, между ними происходит значительное снижение содержания ФС. Это связано с биологическими особенностями растения – поскольку цикорий является двулетним видом, в первый год вегетации в условиях Московской области в 3 декаде августа происходит закладка генеративных почек, что приводит к перераспределению пластических веществ и отражается на синтезе вторичных метаболитов.

Общее содержание ФС в 2022 году было ниже по сравнению с 2021 годом в среднем на 0,7%. Это обусловлено различием погодных условий в периоды активного прироста вегетативной массы растений (рис. 1). Так, в июле и в конце сентября – начале октября в 2022 году сумма осадков была значительно выше по сравнению с 2021 годом, а температура воздуха в указанные периоды была ниже. Было установлено, что применение аланина в разных концентрациях не оказало значительного влияния на увеличение содержания фенольных соединений (табл. 2), изменений в динамике их накопления отмечено не было.

На рисунках 3 и 4 приведены ВЭЖХ-хроматограммы (ВЭЖХ-УФ-ДМД) спиртовых извлечений из листьев цикория. Фенольный комплекс листьев культивируемого цикория представлен фенолкарбоновыми кислотами, флавоноидами и следовыми количествами оксикумаринов [12]. Для наглядности на хроматограммах показаны данные об образцах разных сортов, полученных в разные годы исследования, обработанных растворами с разной концентрацией аминокислоты.

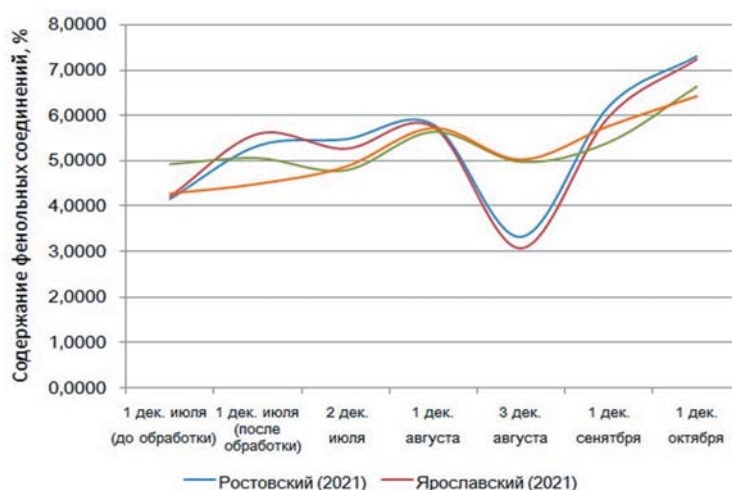


Рис. 2. Динамика накопления фенольных соединений в листьях двух сортов цикория обыкновенного в 2021-2022 годах

Fig. 2. Accumulation dynamics of phenolic compounds in the leaves of two varieties of common chicory in 2021-2022



Таблица 2. Содержание фенольных соединений в листьях цикория в период их максимального накопления (1 декада октября)  
Table 2. Phenolic compounds content in chicory leaves during their maximum accumulation (1st decade of October)

| Погодные условия года<br>(фактор А) | Действующее<br>вещество (д.в.)<br>(фактор В) | Концентрация д.в.<br>(фактор С) | Содержание суммы<br>фенольных соединений, % ( $\bar{x}$ ) |                    |
|-------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------|
|                                     |                                              |                                 | сорт Ростовский                                           | сорт Ярославский-1 |
| А1 (2021)                           | В1 (L-аланин)                                | С1 - контроль                   | 7,4481                                                    | 7,5781             |
|                                     |                                              | С2 (10 мг/л)                    | 7,0745                                                    | 7,3780             |
|                                     |                                              | С3 (25 мг/л)                    | 7,5660                                                    | 7,1351             |
|                                     | В2 (DL-аланин)                               | С1 - контроль                   | 7,4481                                                    | 7,5781             |
|                                     |                                              | С2 (10 мг/л)                    | 7,5398                                                    | 6,9853             |
|                                     |                                              | С3 (25 мг/л)                    | 7,1555                                                    | 7,2571             |
| А2 (2022)                           | В1 (L-аланин)                                | С1 - контроль                   | 6,6308                                                    | 6,4251             |
|                                     |                                              | С2 (10 мг/л)                    | 6,5717                                                    | 5,7793             |
|                                     |                                              | С3 (25 мг/л)                    | 6,1851                                                    | 6,2817             |
|                                     | В2 (DL-аланин)                               | С1 - контроль                   | 6,6308                                                    | 6,4251             |
|                                     |                                              | С2 (10 мг/л)                    | 6,6230                                                    | 6,3858             |
|                                     |                                              | С3 (25 мг/л)                    | 6,4745                                                    | 7,9165             |
| НСР <sub>05</sub> ABC               |                                              |                                 | 0,7156                                                    | 0,5877             |

Было установлено, что применение растворов энантиомеров аланина не повлияло на качественный состав фенольных соединений, но привело к изменению соотношения гидроксикоричных кислот между собой (рис. 5). Различий по данным показателям между сортами цикория не обнаружено.

Как видно из рисунка 5, в 2021 году во всех вариантах по сравнению с контролем наблюдается увеличение содержания хлорогеновой кислоты за счет снижения цикориновой кислоты, при этом содержание кафтаровой кислоты и цикориина изменяется незначительно. В 2022 году подобное соотношение сохраняется только в вариантах с концентрацией аминокислоты 25 мг/л, тогда как варианты с 10 мг/л схожи по значениям с контролем. Как уже было сказано выше, погодные условия в период проведения исследования различались. Можно предположить, что при отсутствии стрессовых факторов, как в 2022 году, эффект от обработок возможен при использовании более высоких концентраций раствора аминокислоты (25 мг/л).

Цикориновая, хлорогеновая и кафтаровая кислоты являются основными фенольными соединениями в листьях цикория обыкновенного, на их долю приходится 50-60% общем профиле ФС. Данные соединения, а также

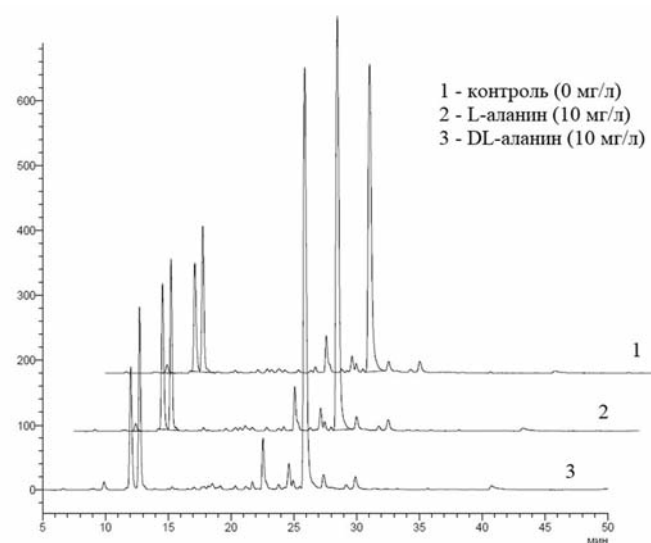


Рис. 4. ВЭЖХ-УФ-хроматограмма (330 нм) спиртовых извлечений из листьев цикория – сорт Ярославский-1, 2022 год  
Fig. 4. Chromatogram (330 nm) of alcohol extracts from chicory leaves – Yaroslavy variety,

оксикумарин цикориин, который составляет 1-2% от общего содержания ФС, обуславливают фармакологическое действие субстанций, полученных из листьев цикория – гепатопротекторное, противовоспалительное, антиатеросклеротическое, иммуномодулирующее, антиоксидантное [13-16].

Установлено, что в течение вегетационного периода в листьях цикория изменяется процентное соотношение между основными фенольными соединениями (табл. 3). В начальный период роста (1 декада июля) отмечается высокое содержание цикориновой кислоты (> 80%), которое снижается к концу периода до 60-70%. Содержание хлорогеновой кислоты увеличивается пропорционально снижению цикориновой кислоты – с 9% до 20-30%. Содержание кафтаровой кислоты и цикориина изменяется незначительно. Данное соотношение в оба года исследования изменялось незначительно. В варианте с обработкой L-аланином в концентрации 25 мг/л за 2 года на обоих сортах было показано наибольшее снижение содержания цикориновой кислоты по сравнению с другими вариантами.

Хлорогеновая кислота является предшественником цикориновой [17] и, как видно из табл. 3, доля промежуточ-

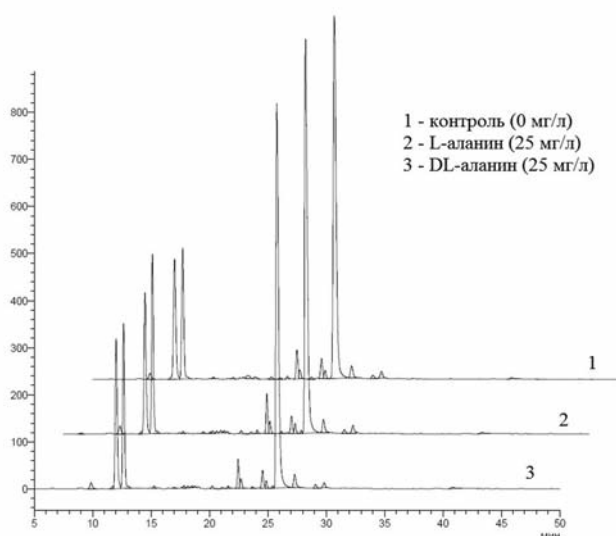
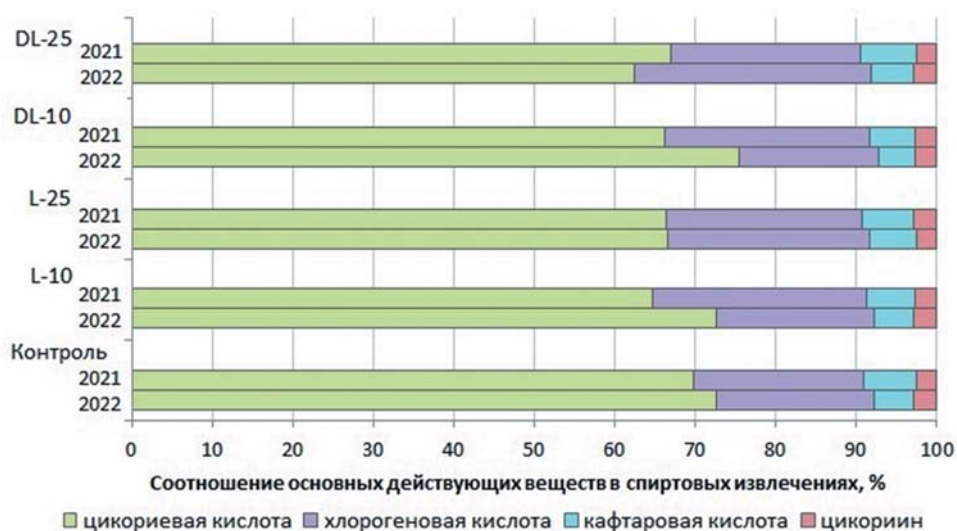


Рис. 3. ВЭЖХ-УФ-хроматограмма (330 нм) спиртовых извлечений из листьев цикория – сорт Ростовский, 2021 год  
Fig. 3. Chromatogram (330 nm) of alcohol extracts from chicory leaves - Rostovsky variety, 2021



**Рис. 5. Соотношение основных действующих веществ в спиртовых извлечениях из листьев цикория в разные годы исследования на примере сорта Ростовский**  
**Fig. 5. The percentage of the main active ingredients in alcohol extracts from common chicory leaves in different years of the study on the example of the Rostovsky variety**

**Таблица 3. Соотношение основных фенольных соединений (%) в спиртовых извлечениях из листьев, отобранных в начале и конце вегетационного периода (2022 год)**  
**Table 3. The ratio of the main phenolic compounds (%) in alcohol extracts from chicory leaves taken at the beginning and the end of growing season (2022)**

| Сорт Ростовский              |                    |                      |                    |          |
|------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------|
| 1 декада июля (до обработки) |                    |                      |                    |          |
|                              | Цикориевая кислота | Хлорогеновая кислота | Кафтаровая кислота | Цикориин |
|                              | 84                 | 9                    | 6                  | 2        |
| 1 декада октября             |                    |                      |                    |          |
| Контроль                     | 73                 | 19                   | 5                  | 3        |
| L-10                         | 73                 | 20                   | 5                  | 3        |
| L-25                         | 67                 | 25                   | 6                  | 3        |
| DL-10                        | 75                 | 17                   | 5                  | 3        |
| DL-25                        | 62                 | 29                   | 5                  | 3        |
| Сорт Ярославский-1           |                    |                      |                    |          |
| 1 декада июля (до обработки) |                    |                      |                    |          |
|                              | 82                 | 9                    | 8                  | 1        |
| 1 декада октября             |                    |                      |                    |          |
| Контроль                     | 69                 | 23                   | 6                  | 2        |
| L-10                         | 66                 | 25                   | 6                  | 3        |
| L-25                         | 59                 | 33                   | 6                  | 3        |
| DL-10                        | 68                 | 24                   | 5                  | 2        |
| DL-25                        | 71                 | 20                   | 6                  | 3        |

ного продукта, то есть хлорогеновой кислоты увеличивается осенью, то есть идёт её активный биосинтез с задержкой в превращении в конечный продукт, т.е. цикориевую кислоту. Вероятно, это связано с тем, что в неблагоприятных условиях летней жары и осеннего похолодания увеличивается содержание суммы фенольных соединений, однако в зависимости от стрессового фактора накапливаются разные соединения.

### Заключение

Анализ полученных экспериментальных данных позволяет сделать вывод о том, что применение энантиомеров аланина в разных концентрациях не оказало значимого влияния на динамику накопления фенольных соединений и увеличение их содержания в листьях цикория обыкновенного. Отмечено, что в год с неблагоприятными погодными условиями (повышенная температура воздуха, дефицит осадков) общее содержание фенольных соединений было выше в среднем на 0,7%. Также было установлено, что использование энантиомеров аланина при-

вело к изменению соотношения гидроксикоричных кислот в спиртовых извлечениях из листьев цикория, но не повлияло на качественный состав фенольных соединений. В течение вегетационного периода в листьях цикория изменяется соотношение между фармакологически значимыми фенольными соединениями. Содержание хлорогеновой кислоты увеличивается пропорционально снижению цикориевой кислоты. Обработка L-аланином в концентрации 25 мг/л за период исследования на обоих сортах привела к наибольшему снижению содержания цикориевой кислоты по сравнению с другими вариантами. Таким образом, использование аланина при выращивании цикория с целью повышения содержания фенольных соединений не является рациональным агротехническим приемом. Однако дальнейшее изучение влияния других аминокислот на содержание биологически активных веществ и продуктивность растений цикория, безусловно, представляет интерес, и следует обратить внимание на фенилаланин, как предшественник фармакологических значимых соединений цикория.

**Об авторах:**

**Полина Олеговна Маврина** – м.н.с. отдела химии природных соединений, <https://orcid.org/0000-0002-8559-8771>, автор для переписки, [mavrina.vilarnii@yandex.ru](mailto:mavrina.vilarnii@yandex.ru)

**Григорий Васильевич Адамов** – в.н.с. лаборатории атомарно-молекулярной биорегуляции и селекции, <https://orcid.org/0000-0001-7347-175X>, [grig.adamov@mail.ru](mailto:grig.adamov@mail.ru)

**Елена Львовна Маланкина** – доктор с.-х. наук, профессор, гл.н.с. лаборатории Ботанический сад, <https://orcid.org/0000-0003-0646-6904>, [gandurina@mail.ru](mailto:gandurina@mail.ru)

**About the Authors:**

**Polina O. Mavrina** – Junior Researcher Department of Chemistry of Natural Compounds, <https://orcid.org/0000-0002-8559-8771>, Author for Correspondence, [mavrina.vilarnii@yandex.ru](mailto:mavrina.vilarnii@yandex.ru)

**Grigoriy V. Adamov** – Leading Researcher laboratories of atomic and molecular bioregulation and selection, <https://orcid.org/0000-0001-7347-175X>, [grig.adamov@mail.ru](mailto:grig.adamov@mail.ru)

**Elena L. Malankina** – Doc. Sci. (Agriculture), Professor, Chief Researcher Laboratories Botanical Garden, <https://orcid.org/0000-0003-0646-6904>, [gandurina@mail.ru](mailto:gandurina@mail.ru)

## • Литература

1. Abdelhamid M.T., Sadak M., Schmidhalter U. Effect of foliar application of aminoacids on plant yield and physiological parameters in bean plants irrigated with seawater. *Acta Biológica Colombiana*, 2015;20(1):140-152. DOI: 10.15446/abc.v20n1.42865.
2. Samad A., Shaukat K., Ansari M., Nizar M., Zahra N. et al. Role of foliar spray of plant growth regulators in improving photosynthetic pigments and metabolites in *Plantago ovata* (Psyllium) under salt stress – A field appraisal. *BIOCELL*. 2023;47(3):523–532. DOI: 10.32604/biocell.2023.023704.
3. Петухов Д.В., Измest'ев Е.С., Сазанов А.В., Зайцев М.А., Товстик Е.В. Применение аминокислот и их хелатных комплексов с микроэлементами в питании растений (обзор). *Теоретическая и прикладная экология*. 2022;(1):167-174. DOI: 10.25750/1995-4301-2022-1-167-174. EDN TGQXRF.
4. Haydon M.J., Cobbett C.S. Transporters of ligands for essential metal ions in plants. *The New Phytologist*. 2007;174(3):499-506. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2007.02051.x.
5. Маланкина Е.Л., Терехова В.И., Зуикова Е.Ю. Разработка технологических приемов размножения мяты перечной для органической культуры. *Вестник КрасГАУ*. 2022;3(180):10-16. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-3-10-16. EDN SZQRVJ.
6. Khalesi A., Mousavi Mirkalaeia S.A., Modarres Sanavy S.A.M. et al. Effect of foliar application of amino acids on grain yield and physiological traits of chickpea under drought stress. *Gesunde Pflanzen*. 2023. DOI: 10.1007/s10343-022-00821-0.
7. Berry Z.C., Emery N.C., Gotsch S.G., Goldsmith G.R. Foliar water uptake: Processes, pathways, and integration into plant water budgets. *Plant. Cell & Environment*. 2019;42(2):410–423. DOI: 10.1111/pce.13439.
8. Malankina E., Potschuev P., Malankin G., Zaitchik B., Ruzhitskiy A. Amino Acids for Medicinal Plants of the Umbellifer Family (Apiaceae). *Zeitschrift fur Arznei- und Gewurzpflanzen*. 2022.
9. Маврина П.О., Сайбель О.Л., Маланкина Е.Л. Возможности использования листьев культивируемого цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) в качестве лекарственного растительного сырья (обзор). *Овощи России*. 2021;(4):105-110. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-105-110>. EDN AQTNMH.
10. Сайбель О.Л., Радимич А.И., Даргаева Т.Д., Маврина П.О. Вторичное сырье цикория и топинамбура – источник получения фенольных соединений. *Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты / Сборник материалов XI Международного симпозиума*. 2022. С.212.
11. Сайбель О.Л., Даргаева Т.Д., Цицилин А.Н., Дул В.Н. Разработка методики количественного анализа биологически активных веществ и оценка динамики их накопления в зависимости от фазы вегетации Цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.). *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2016;19(6):20-24. URL: <https://bmpcjournal.ru/sites/default/files/private/bmfc-2016-06-05.pdf> (дата обращения: 23.06.2023).
12. Сайбель О.Л., Радимич А.И., Адамов Г.В., Даргаева Т.Д., Фадеев Н.Б., Зеленков В.Н., Лапин А.А. Химический состав фракций надземной части культивируемого цикория обыкновенного и их антиоксидантная активность. *Химия растительного сырья*. 2021;(4):165-173. DOI: 10.14258/jcprm.2021049316. EDN JZOTGD.
13. Tsai K.L., Kao C.L., Hung C.H., Cheng Y.H., Lin H.C., Chu P.M. Chicoric acid is a potent anti-atherosclerotic ingredient by anti-oxidant action and anti-inflammation capacity. *Oncotarget*. 2017;8(18):29600–29612. DOI: 10.18632/oncotarget.16768.
14. Adem Ş., Eyupoglu V., Sarfraz I., Rasul A., Zahoor A.F., Ali M., Abdalla M., Ibrahim I.M., Elfiky A.A. Caffeic acid derivatives (CAFDs) as inhibitors of SARS-CoV-2: CAFDs-based functional foods as a potential alternative approach to combat COVID-19. *Phytomedicine*. 2020. DOI: 10.1016/j.phymed.2020.153310.
15. Сайбель О.Л., Даргаева Т.Д., Пупыкина К.А. Изучение желчонной и гепатопротекторной активности травы цикория обыкновенного. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2015;10(5):70-73. EDN VRFLJ.
16. Сайбель О.Л., Даргаева Т.Д., Пупыкина К.А., Петрова И.В., Фархутдинов Р.Р. Оценка антиоксидантной активности травы цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.). *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2017; T.2.2(114):85-88. DOI: 10.12737/article\_59a614fcd18c42.95236968. EDN YMRKIN.
17. Yang M., Wu C., Zhang T., Shi L., Li J., Liang H., Lv X., Jing F., Qin L., Zhao T., Wang C., Liu G., Feng S., Li F. Chicoric Acid: Natural Occurrence, Chemical Synthesis, Biosynthesis, and Their Bioactive Effects. *Frontiers in Chemistry*. 2022. DOI: 10.3389/fchem.2022.888673.

## • References

1. Abdelhamid M.T., Sadak M., Schmidhalter U. Effect of foliar application of aminoacids on plant yield and physiological parameters in bean plants irrigated with seawater. *Acta Biológica Colombiana*, 2015;20(1):140-152. DOI: 10.15446/abc.v20n1.42865.
2. Samad A., Shaukat K., Ansari M., Nizar M., Zahra N. et al. Role of foliar spray of plant growth regulators in improving photosynthetic pigments and metabolites in *Plantago ovata* (Psyllium) under salt stress – A field appraisal. *BIOCELL*. 2023;47(3):523–532. DOI: 10.32604/biocell.2023.023704.
3. Petukhov D.V., Izmet'ev E.S., Sazanov A.V., Zaitsev M.A., Tovstik E.V. The use of amino acids and their chelate complexes with trace elements in plant nutrition (review). *Theoretical and Applied Ecology*. 2022;(1):167-174. DOI: 10.25750/1995-4301-2022-1-167-174. EDN TGQXRF. (In Russ.)
4. Haydon M.J., Cobbett C.S. Transporters of ligands for essential metal ions in plants. *The New Phytologist*. 2007;174(3):499-506. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2007.02051.x.
5. Malankina E.L., Terechova V.I., Zujkova E.Yu. [Peppermint propagation technology development for organic culture]. *Bulliten KSAU*. 2022;3(180):10-16. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-3-10-16. EDN SZQRVJ. (In Russ.)
6. Khalesi A., Mousavi Mirkalaeia S.A., Modarres Sanavy S.A.M. et al. Effect of foliar application of amino acids on grain yield and physiological traits of chickpea under drought stress. *Gesunde Pflanzen*. 2023. DOI: 10.1007/s10343-022-00821-0.
7. Berry Z.C., Emery N.C., Gotsch S.G., Goldsmith G.R. Foliar water uptake: Processes, pathways, and integration into plant water budgets. *Plant. Cell & Environment*. 2019;42(2):410–423. DOI: 10.1111/pce.13439.
8. Malankina E., Potschuev P., Malankin G., Zaitchik B., Ruzhitskiy A. Amino Acids for Medicinal Plants of the Umbellifer Family (Apiaceae). *Zeitschrift fur Arznei- und Gewurzpflanzen*. 2022.
9. Mavrina P.O., Saybel O.L., Malankina E.L. Possibilities of using leaves cultivated chicory (*Cichorium intybus* L.) as a medicinal plant material (review). *Vegetable crops of Russia*. 2021;(4):105-110. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-4-105-110>. EDN AQTNMH.
10. Saybel O.L., Radimich A.I., Dargaeva T.D., Mavrina P.O. [Secondary raw materials of chicory and topinambur - a source of phenolic compounds]. *Phenolic compounds: fundamental and applied aspects*. 2022. (In Russ.)
11. Saibel O.L., Dargaeva T.D., Tsitsilin A.N., Dul V.N. [Development of a method of quantitative analysis of biologically active substances and assessment of accumulation dynamics depending on vegetation phase of common chicory (*Cichorium intybus* L.)]. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2016;19(6):20-24. URL: <https://bmpcjournal.ru/sites/default/files/private/bmfc-2016-06-05.pdf> (In Russ.)
12. Saybel O.L., Radimich A.I., Adamov G.V., Dargaeva T.D., Fadeev N.B., Zelenkov V.N., Lapin A.A. The chemical composition of the fractions of the aerial part of cultivated chicory and their anti-oxidant activity. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*. 2021;(4):165-173. DOI: 10.14258/jcprm.2021049316. EDN JZOTGD. (In Russ.)
13. Tsai K.L., Kao C.L., Hung C.H., Cheng Y.H., Lin H.C., Chu P.M. Chicoric acid is a potent anti-atherosclerotic ingredient by anti-oxidant action and anti-inflammation capacity. *Oncotarget*. 2017;8(18):29600–29612. DOI: 10.18632/oncotarget.16768.
14. Adem Ş., Eyupoglu V., Sarfraz I., Rasul A., Zahoor A.F., Ali M., Abdalla M., Ibrahim I.M., Elfiky A.A. Caffeic acid derivatives (CAFDs) as inhibitors of SARS-CoV-2: CAFDs-based functional foods as a potential alternative approach to combat COVID-19. *Phytomedicine*. 2020. DOI: 10.1016/j.phymed.2020.153310.
15. Saybel O.L., Dargaeva T.D., Pupykina K.A. The study of choleretic and hepatoprotective activity of *Cichorium intybus* L. *Medical Bulletin of Bashkortostan*. 2015;10(5):70-73. EDN VRFLJ. (In Russ.)
16. Saybel O.L., Dargaeva T.D., Pupykina K.A., Petrova I.V., Farkhutdinov R.R. Assessment of antioxidant activity of witloof chicory herb (*Cichorium intybus* L.). *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2017; T.2.2(114):85-88. DOI: 10.12737/article\_59a614fcd18c42.95236968. EDN YMRKIN. (In Russ.)
17. Yang M., Wu C., Zhang T., Shi L., Li J., Liang H., Lv X., Jing F., Qin L., Zhao T., Wang C., Liu G., Feng S., Li F. Chicoric Acid: Natural Occurrence, Chemical Synthesis, Biosynthesis, and Their Bioactive Effects. *Frontiers in Chemistry*. 2022. DOI: 10.3389/fchem.2022.888673.



## Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-68-72>  
УДК 635.9:577.27

Е.В. Соколова\*, Д.Н. Балеев

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский Институт Лекарственных и Ароматических Растений» (ФГБНУ ВИЛАР)  
117216, Россия, г. Москва, ул. Грина, д. 7

\*Автор для переписки: eka9739@yandex.ru

**Финансирование.** Работа выполнена согласно Государственному заданию по теме FGUU 2022-0013.

**Конфликт интересов.** Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов при написании данной работы.

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в анализе материалов, написании текста статьи и формировании выводов

**Для цитирования:** Соколова Е.В., Балеев Д.Н. Иммуномодулирующие свойства растений рода *Filipendula*. *Овощи России*. 2023;(5):68-72. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-68-72>

**Поступила в редакцию:** 16.08.2023

**Принята к печати:** 31.08.2023

**Опубликована:** 29.09.2023

Ekatereina V. Sokolova\*, Dmitry N. Baleev

All-Russian scientific research Institute of medicinal and aromatic plants  
7, Grina street, Moscow, Russia, 117216

\*Correspondence: eka9739@yandex.ru

**Funding.** The study was carried out in accordance with the State task on the topic FGUU 2022-0013. Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest

**Authors' Contribution:** All authors participated in the analysis of materials, writing the text of the article and forming conclusions

**For citation:** Sokolova E.V., Baleev D.N. Immunomodulatory properties of plants of the genus *Filipendula*. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):68-72. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-68-72>

**Received:** 16.08.2023

**Accepted for publication:** 31.08.2023

**Published:** 29.09.2023

# Иммуномодулирующие свойства растений рода *Filipendula*



## Резюме

В данной работе проведен анализ литературных сведений о применении в практике растений рода *Filipendula* в качестве компонента питания и перспективном источнике биологически активных веществ. Для иммуномодулирующего действия используются преимущественно цветки и листья лабазника, которые продемонстрировали существенный эффект на многочисленных моделях *in vitro* и *in vivo*. К числу заболеваний, при которых наиболее часто используют иммуномодулирующие свойства растений рода *Filipendula*, относят воспалительные процессы верхних дыхательных путей, ряд воспалительных нарушений кожного покрова, а также в качестве потогонного и спазмолитического средства, при бронхиальной астме и др. Анализ литературных данных позволяет заключить, что эти растения оказывают благотворное влияние на здоровье человека, как индивидуально, так и в качестве компонента пищи, благодаря их уникальным фитохимическим профилям.

**Ключевые слова:** *Filipendula*, иммуномодулирующее действие, фенольные соединения, цитокины

# Immunomodulatory properties of plants of the genus *Filipendula*

## Abstract

This paper analyzes the literature data on the practical use of plants of the genus *Filipendula* as a nutritional component and a promising source of biologically active substances. For immunomodulatory action, the flowers and leaves of the meadowsweet are mainly used, which have demonstrated a significant effect in numerous *in vitro* and *in vivo* models. Among the diseases in which the immunomodulatory properties of plants of the genus *Filipendula* are found the most application are inflammatory processes of the upper respiratory tract, a number of inflammatory disorders of the skin, as well as a diaphoretic and antispasmodic, in bronchial asthma, etc. An analysis of the literature data allows us to conclude that these plants have a beneficial effect on human health, both individually and as a component of food, due to their unique phytochemical profiles

**Keywords:** *Filipendula*, immunomodulatory action, phenolic compounds, cytokines

Интерес к лекарственным препаратам растительного происхождения не ослабевает на протяжении истории человечества, это же справедливо и для настоящего времени. В последнее время к перспективным стали относить, так называемые, нутрицевтические продукты питания (функциональная еда), которые, помимо питательной функции, благоприятно влияют на здоровье в профилактике и лечении заболеваний [1]. Фактически, эта тенденция к широкому использованию функциональных продуктов питания начала стирать границы между фармацевтикой и питанием [2]. Поскольку полифенольные соединения растений обладают противовоспалительными свойствами, то их добавление в рацион приводит к облегчению хронического воспаления, фактора патогенеза таких распространенных заболеваний, как ревматоидный артрит, атеросклероз и диабет [3]. Одними из терапевтических растений, которые находят широкое применение в продуктах питания, являются растения рода *Filipendula* [4,5].



*Filipendula stepposa* Juz

Растения рода *Filipendula* являются многолетними цветковыми травами семейства Розовые (Rosacea), произрастающими на большей территории Европы и Азии, чем и обусловлена география их использования. Из сушеных цветков лабазника заваривают сладкий чай, который имеет аромат меда; цветки можно употреблять сырыми или отваривать и использовать для приготовления сиропов [6,7,4]. Так, в странах Северной Европы использование цветков *Filipendula ulmaria* для приготовления ликера – широко распространенная практика, ставшая популярной с 1970-х годов, где их по-прежнему много собирают [8]. В Прибалтике цветки, надземная часть, и корни *Filipendula vulgaris* используются в приготовлении настоек, хлеба и как специи для алкогольных напитков, аналогично, хотя в меньшей степени используется и *F. ulmaria* [9]. В России трава лабазника издавна исполь-

зовалась в приготовлении салатов, супов, окрошки и чая [10]. В странах Восточной Европы и Азии предпочтение отдается терапевтическим свойствам лабазника, при этом в медицинских целях используются все его части (листья, корневище и цветки).

Семейство лабазниковых (род *Filipendula*) включает около 30 видов, которые традиционно используются в народной медицине для лечения различных воспалительных заболеваний [11]. Наиболее яркими представителями являются *F. ulmaria* и *F. vulgaris*.

Использование цветков *F. ulmaria* в медицине восходит к 16 веку [12]. *F. vulgaris* является одним из трех наиболее часто используемых растительных лекарственных средств в центральной части региона Северных Балканских гор и имеет схожую и долгую историю использования в народной медицине и фитотерапии [13]. Среди терапевтических свойств этих растений выделяют противовоспалительные, жаропонижающие, обезболивающие и противоревматические свойства. Так, *F. ulmaria* используется в традиционной европей-



*F. camtschatica* (Pall.) Maxim

ской медицине для лечения ревматизма и подагры [14], пневмонии, гриппа, инфекции мочевыводящих путей, головной боли [15], находят применение их мочегонные и потогонные свойства [7,16,17]. Вышеперечисленные эффекты в той или иной степени свойственны и *F. vulgaris*. Использование чая из листьев *F. ulmaria*, равно как и *F. vulgaris*, эффективно для очищения и заживления ран и воспаленных глаз [12,18]. Хотя *F. ulmaria* применяется при лечении таких желудочно-кишечных расстройств, как повышенная кислотности и изжога [19], но из-за более высокого содержания дубильных веществ в корнях *F. vulgaris* предпочтение в терапии болей в животе и диареи отдается корням *F. vulgaris* [18].

Сообщалось, что *F. ulmaria* богата тремя основными классами фенольных соединений, которые включают фенольные кислоты и их производные (галловая кисло-

та, эллаговая кислота, салициловая кислота, метилсалицилат, салициловый альдегид), флавоноиды и флавоноидные гликозиды (кверцетин, кемпферол, катехин), эпикатехин, рутозид, гиперозид, спиреозид, кверцитрин, апигенин, астрагалин) и дубильные вещества (теллимаграндин I и II, ругозин A, B1, B2, D, E1 и E2) [20,21,22,23,24].

Молекулярная основа, лежащая в противовоспалительном действии цветков и листьев *F. ulmaria* и *F. vulgaris*, обусловлена салициловой кислотой и салицилатами. Так, по аналогии с салицином представляется вероятным, что спиреин и монотропин гидролизуются в кишечнике и печени, превращая «пролекарство» в активный ингредиент – салициловую кислоту [25]. Кроме того, согласно Vane и Botting [26] и Papp et al. [12], название наиболее используемого противовоспалительного препарата аспирин (ацетилсалициловая кислота) происходит от синонима *F. ulmaria* – *Spiraea ulmaria* («Спириновая кислота»); а префикс «а» относится к ацетильной группе. Как известно, салициловая кислота ингибирует циклооксигеназу (ферменты COX-1 и COX-2 от англ. cyclooxygenase-1 and -2), а значит и образование простагландинов, участвующих в воспалении, что и было предметом исследования ряда работ. Для этих целей преимущественно использовали как выделенные ферменты циклооксигеназы (COX)-1 и COX-2, так и стимулированные и нестимулированные под действием бактериального липополисахарида (ЛПС) мышинные макрофагальные клетки линии RAW 264.7 и клеточную линию человека THP-1. Клеточная линия человека THP1 используется как модель моноцитарных клеток, так и для изучения дифференцировки и активации макрофагов под воздействием форбол 12-миристат-13-ацетата (ФМА). ФМА дифференцирует моноциты в макрофагоподобные клетки, и может вызывать частичную активацию макрофагов типа M1. Тип M1 макрофагов ранее был описан как провоспалительный, важный для прямой защиты хозяина от патогенов. Степень дифференцировки моноцитов и/или активации макрофагов можно определить по экспрессии специфических маркеров – цитокинов провоспалительного типа (в первую очередь IL-6 и фактора некроза опухоли (TNF)- $\alpha$ ).

Ингибирование *in vitro* активности ферментов COX-1 и COX-2 экстрактами из цветков и корней *F. ulmaria* ранее было подтверждено, при этом действие экстрактов оказалось значительно меньше положительного контроля индометацина [27]. Водные экстракты из листьев и цветков *F. ulmaria* показали ингибирование циклооксигеназы на 36% в исследованиях *in vivo* [28]. Механизм действия *F. vulgaris* на COX-1 и COX-2 имеет ряд общих черт с действием *F. ulmaria*. Если для *F. ulmaria* эти действия исследовались на клетках в нормальном состоянии, то для *F. vulgaris* было продолжено на THP-1 клетках, но уже стимулированных липополисахаридом. В этой работе экстракт надземной части (50 мкг/мл) значительно ингибировал активность COX-1 и COX-2 *in vitro* (>50% ингибирования), а экстракт из корней *F. vulgaris* существенно ингибировал активность COX-2 (52,5 $\pm$ 2,7%) без влияния на экспрессию гена COX-2 [29]. Аналогичная тенденция на снижение уровня COX-2 на модели LPS-стимулированных RAW 264.7 клеток наблюдалась для другого вида таволги *F.*

*glaberrima* Nakai, кроме этого данная работа продемонстрировала понижение уровня индуцибельной NO-синтазы (iNOS) 2 [30].

Противовоспалительное действие экстрактов и соединений из *F. ulmaria* и *F. vulgaris* также изучалось по влиянию на цитокины и факторы, регулирующие их транскрипцию. Было обнаружено, что цветки *F. ulmaria* активировали PPAR, в то время как трава этого растения ингибировала NF- $\kappa$ B [29]. Провоспалительные цитокины IL-6 и TNF $\alpha$  ингибировались в THP-1 макрофагах в присутствии экстракта и очищенных соединений (апигенин, кверцетин и салициловая кислота) [3]. Было установлено, что метанольный экстракт *F. ulmaria* снижал уровни индукции цитокинов Th1 типа (INF $\gamma$ , IL-2, IL-10), секретлируемых ФМА дифференцированными THP-1 клетками [31]. В тоже время относительно *F. vulgaris*, цветки этого растения ослабляли экспрессию мРНК IL-8 и E-селектина в THP-1 клетках [29]. Экстракты из *F. glaberrima* Nakai в целом показали аналогичное действие на провоспалительные цитокины и ассоциированные сигнальные пути. В частности, экстракт *F. glaberrima* снижал фосфорилирование белков, связанных с сигнальными путями MAPK и NF- $\kappa$ B, и уровни TNF $\alpha$  и IL-6 в клетках RAW 264.7, стимулированных ЛПС [30]. Интересную тенденцию и тоже схожую с эффектами вышеперечисленных видов таволги показали растения *F. palmata* (Pall.) Maxim, которые остаются неизученным и неиспользуемым ресурсом с высоким потенциалом для здоровья человека. Так, ряд соединений, выделенных из *F. palmata*, в числе которых был новый тритерпеноид урсанового типа (2 $\alpha$ ,3 $\beta$ -дигидроксиурс-12-ен-28-альдегид) и 23 известных соединения, продемонстрировали противовоспалительное действие. Большая часть соединений при концентрации 50 мкг/мл в той или иной степени вызывали ингибирующее действие на высвобождение NO, TNF- $\alpha$  и IL-6 макрофагами RAW 264.7, стимулированными липополисахаридом (1 мкг/мл) [32]. Экстракт из *F. palmata* также способствовал уменьшению воспалительного процесса в кератиноцитах клеточной линии HaCaT, предварительно индуцированных TNF- $\alpha$  и IFN- $\gamma$ , а также такими генами и белками воспалительных хемокинов, как лиганды хемокинов CC (CCL5, CCL17 и CCL27) и лигандом хемокинов CXC (CXCL8) [11]. Подобный эффект на кератиноциты может способствовать, по мнению авторов, применению экстрактов *F. palmata* в качестве функционального ингредиента для лечения воспалительных заболеваний кожи и укрепления состояния дермиса [11].

Экстракты *F. vulgaris* продемонстрировали заметный противовоспалительный потенциал *in vivo* при пероральном введении крысам. Так, экстракт надземной части *F. vulgaris* в дозах 100 и 200 мг/кг значительно ингибировал образование отеков, вызванных каррагинаном [33]. Другое *in vivo* исследование на мышах линии CBA/CaLac и C57BL/6 показало, что экстракт из цветков *F. ulmaria*, введенный внутрижелудочно в дозах 10, 50, 150 и 500 мг/кг, снижает синтез IL-2 спленоцитами и подавляет продукцию провоспалительных цитокинов при реакции гиперчувствительности замедленного типа. В то же время экстракт *F. ulmaria* не влиял на функциональную активность перитонеальных макрофагов [34].



Вышеописанные результаты в основном относятся к экстрактам и соединениям из растений рода *Filipendula* в немодифицированном виде, но модификации в химической структуре, появляющиеся в результате воздействия на организм, равно как и возможное влияние сопутствующих компонентов в самом организме (пробиотики, лекарственные препараты и т.д.) исследовалось в ряде работ. Например, биотрансформация насыщенных экстрактов из *F. ulmaria* при имитации желудочно-кишечного тракта человека *in vitro* приводила к снижению относительного количества гликозильированных флавоноидов (рутин, спиреозид и изокверцитрин) в отделе толстой кишки и увеличению содержания агликонов (кверцетин, апигенин, нарингенин и кемпферол). В результате данной модификации противовоспалительное действие немодифицированных экстрактов в отношении ферментов COX-1 и COX-2 усиливалось синергетически при добавлении биотрансформированных экстрактов [35]. Также синергетическое усиление способности понижать экстрактами и соединениями из растений рода *Filipendula* в комплексе с другими известными противовоспалительными препаратами, например, пробиотиками было показано на модели LPS-индуцированных THP-1 клеток в отношении провоспалительных цитокинов (TNF $\alpha$  и IL-1 $\beta$ ). В этом исследовании было установлено, что пробиотические лизаты, ферментированные натуральными экстрактами из *F. glaberrima*, обладают более высокой противовоспалительной эффективностью, чем обычные пробиотические лизаты и экстракты этого растения по отдельности [36]. И наоборот, неблагоприятное взаимодействие может наблюдаться при использовании противовоспалительных трав с некоторыми лекарственными препаратами [37]. Что и было продемонстрировано с *F. ulmaria*, одновременное применение которой из-за высокого содержания салицилатов мешает дозировке противовоспалительных препаратов нестероидного типа (понижает дозу), что в конечном итоге приводит к негативному результату [38].

В заключение стоит отметить, что на сегодняшний день существует очень мало противовоспалительных препаратов растительного происхождения [39]. Однако ряд растений из этномедицинских баз данных находятся в лабораторных условиях по всему миру, среди которых и растения рода *Filipendula*. Из приведенных выше данных можно сделать вывод, что экстракты из растений рода *Filipendula* обладают интересными противовоспалительными свойствами, которые представляют большой потенциал для терапевтической практики человека [40] и при том не только в сфере иммуномодулирующего действия. Салицилаты не являются единственными интересными соединениями в этих растениях, наличие аскорбиновой кислоты способствует общеукрепляющему действию на организм. Гепарин или гепарино-подобное соединение, содержащиеся в цветках, по крайней мере, для этого представителя дает дополнительную возможность для применения при варикозе и тромбозе [41]. Анализ литературных данных позволяет сделать вывод, что эти растения оказывают благотворное влияние на здоровье человека, как индивидуально, так и в качестве компонента пищи, благодаря их уникальным фитохимическим профилям.

Биоколлекция растений Ботанического сада ФГБНУ ВИЛАР включает растения семейства Rosaceae, среди которых Род *Filipendula* представлен пятью видами: *F. camtschatica* (Pall.) Maxim., *F. palmata* (Pall.) Maxim., *F. stepposa* Juz., *F. vulgaris* Moench. и *F. ulmaria* (L.) Maxim. В условиях Ботанического сада эти виды проходят все фенологические фазы развития и образуют семена [42,43]. В ФГБНУ ВИЛАР изучаются биологические особенности видов рода *Filipendula*, первичные агротехнические приемы по выращиванию *F. ulmaria* в культуре, проводится оценка видов и популяций по урожайности и содержанию суммы флавоноидов [43,44]. Работы по данным видам продолжаются, ежегодно проводятся фенологические наблюдения, ведется изучение качественного состава и количественного содержания фенольных соединений накапливающихся в листьях.

#### Об авторах:

**Екатерина Владимировна Соколова** – кандидат биол. наук, в.н.с., , автор для переписки eka9739@yandex.ru

**Дмитрий Николаевич Балеев** – кандидат с.-х. наук, зав. лаб., dbaleev@gmail.com

#### About the Authors:

**Ekaterina V. Sokolova** – Cand. Sci. (Biology), Author for Correspondence, eka9739@yandex.ru

**Dmitriy N. Baleev** – Cand. Sci. (Agriculture), dbaleev@gmail.com

#### • Литература / References

1. Gulati O.P., Ottaway P.B., Jennings S., Coppens P., Gulati N. Botanical nutraceuticals (food supplements and fortified and functional foods) and novel foods in the EU, with a main focus on legislative controls on safety aspects. In Nutraceutical and functional food regulations in the United States and around the World 2019 Jan 1 (pp. 277-321). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816467-9.00020-4>
2. Corbo M.R., Bevilacqua A., Petrucci L., Casanova F.P., Sinigaglia M. Functional beverages: the emerging side of functional foods: commercial trends, research, and health implications. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2014;13(6):1192-206. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12109>
3. Drummond E.M., Harbourne N., Marete E., Martyn D., Jacquier J.C., O'Riordan D., Gibney E.R. Inhibition of proinflammatory biomarkers in THP1 macrophages by polyphenols derived from chamomile, meadowsweet and willow bark. *Phytotherapy Research*. 2013 Apr;27(4):588-94. <https://doi.org/10.1002/ptr.4753>
4. Pereira C., Barros L., Carvalho A.M., Ferreira I.C. Use of UFLC-PDA for the analysis of organic acids in thirty-five species of food and medicinal plants. *Food*

*Analytical Methods*. 2013 Oct;6:1337-44. <https://doi.org/10.1007/s12161-012-9548-6>

5. García-Oliveira P., Fraga-Corral M., Pereira A.G., Lourenço-Lopes C., Jimenez-Lopez C., Prieto M.A., Simal-Gandara J. Scientific basis for the industrialization of traditionally used plants of the Rosaceae family. *Food chemistry*. 2020 Nov 15;330:127197. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127197>
6. Jman Redzic S. Wild edible plants and their traditional use in the human nutrition in Bosnia-Herzegovina. *Ecology of Food and Nutrition*. 2006 Jul 1;45(3):189-232. <https://doi.org/10.1080/03670240600648963>
7. Barros L., Cabrita L., Boas M.V., Carvalho A.M., Ferreira I.C. Chemical, biochemical and electrochemical assays to evaluate phytochemicals and antioxidant activity of wild plants. *Food Chemistry*. 2011 Aug 15;127(4):1600-8. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.024>
8. Luczaj L., Pieroni A., Tardío J., Pardo-de-Santayana M., Sökand R., Svanberg I., Kalle R. Wild food plant use in 21 st century Europe, the disappearance of old traditions and the search for new cuisines involving wild edibles. *Acta societatis botanicorum poloniae*. 2012;81(4). <https://doi.org/10.5586/asbp.2012.031>
9. Kalle R., Sökand R. Historical ethnobotanical review of wild edible plants of

- Estonia (1770s-1960s). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2012;81(4). (EBSCOhost | 84588503 | Historical ethnobotanical review of wild edible plants of Estonia (1770s-1960s).
10. Kolosova V., Belichenko O., Rodionova A., Melnikov D., Sõukand R. Foraging in boreal forest: Wild food plants of the republic of Karelia, NW Russia. *Foods*. 2020 Jul 29;9(8):1015. <https://doi.org/10.3390/foods9081015>
11. Mi X.-J., Kim J.K., Lee S., Moon S.K., Kim Y.J., Kim H. *In vitro* assessment of the anti-inflammatory and skin-moisturizing effects of *Filipendula palmata* (Pall.) Maxim. On human keratinocytes and identification of its bioactive phytochemicals. *Journal of Ethnopharmacology*. 2022 Oct 5;296:115523. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115523>
12. Papp I., Simándi B., Blazics B., Alberti Á., Héthelyi É., Szőke É., Kéry Á. Monitoring volatile and non-volatile salicylates in *Filipendula ulmaria* by different chromatographic techniques. *Chromatographia*. 2008 Oct;68:125-9. (<https://doi.org/10.1365/s10337-008-0749-5>)
13. Radulović N., Mišić M., Aleksić J., Đoković D., Palić R., Stojanović G. Antimicrobial synergism and antagonism of salicylaldehyde in *Filipendula vulgaris* essential oil. *Fitoterapia*. 2007 Dec 1;78(7-8):565-70. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.03.022>
14. Jarić S., Popović Z., Mačukanović-Jocić M., Djurdjević L., Mijatović M., Karadžić B., Mitrović M., Pavlović P. An ethnobotanical study on the usage of wild medicinal herbs from Kopaonik Mountain (Central Serbia). *Journal of ethnopharmacology*. 2007 Apr 20;111(1):160-75. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.11.007>
15. Barros L., Alves C.T., Olveiras M., Silva S., Oliveira R., Carvalho A.M., Henriques M., Santos-Buelga C., Ferreira I.C. Characterization of phenolic compounds in wild medicinal flowers from Portugal by HPLC-DAD-ESI/MS and evaluation of antifungal properties. *Industrial Crops and Products*. 2013 Jan 1;44:104-10. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.11.003>
16. Bijttebier S., Van der Auwera A., Voorspoels S., Noten B., Hermans N., Pieters L., Apers S. A first step in the quest for the active constituents in *Filipendula ulmaria* (Meadowsweet): Comprehensive phytochemical identification by liquid chromatography coupled to quadrupole-orbitrap mass spectrometry. *Planta medica*. 2016 Apr;82(06):559-72. DOI: 10.1055/s-0042-101943
17. Harbourne N., Marete E., Jacquier JC, O'Riordan D. Effect of drying methods on the phenolic constituents of meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) and willow (*Salix alba*). *LWT-Food Science and Technology*. 2009 Nov 1;42(9):1468-73. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.05.005>
18. Fandakli S., Korkmaz B., Faiz Ö., Kiliç G., Erik İ., Terzioğlu S., Yaylı N. Chemical Variation, Antimicrobial, Nitric Oxide Scavenging Activities and Tyrosinase Inhibition of Essential Oils and Solvent Extracts from *Filipendula vulgaris* Moench Growing in Turkey. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*. 2021;20(3):110. doi: 10.22037/ijpr.2021.114302.14786
19. Vasiliauskas A., Keturkienei A., Leonavičienė L., Vaitkiene D. Influence of herb *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. tincture on pro-/antioxidant status in gastric tissue with indomethacin-induced gastric ulcer in rats. *Acta Med. Lit.*. 2004;11:31-6. (Lietuvos mokslų akademijos Leidybos skyrius (Imaleidykla.lt))
20. Fecka I. Qualitative and quantitative determination of hydrolysable tannins and other polyphenols in herbal products from meadowsweet and dog rose. *Phytochemical Analysis*. 2009 May;20(3):177-90. <https://doi.org/10.1002/pca.1113>
21. Katanić J., Boroja T., Stanković N., Mihailović V., Mladenović M., Kreft S., Vrvic M.M. Bioactivity, stability and phenolic characterization of *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. *Food & Function*. 2015;6(4):1164-75. <https://doi.org/10.1039/C4FO01208A>
22. Olennikov D.N., Kruglova M.Y. A new quercetin glycoside and other phenolic compounds from the genus *Filipendula*. *Chemistry of Natural Compounds*. 2013 Sep;49:610-6. <https://doi.org/10.1007/s10600-013-0691-0>
23. Pemp E., Reznicek G., Krenn L. Fast quantification of flavonoids in *Filipendulae ulmariae* flos by HPLC/ESI-MS using a nonporous stationary phase. *Journal of Analytical Chemistry*. 2007 Jul;62:669-73. <https://doi.org/10.1134/S1061934807070106>
24. Pukalskiene M., Venskutonis P.R., Pukalskas A. Phytochemical characterization of *Filipendula ulmaria* by UPLC/Q-TOF-MS and evaluation of antioxidant activity. *Records of natural products*. 2015;9(3):451. (EBSCOhost | 102004050 | Phytochemical Characterization of *Filipendula ulmaria* by UPLC/Q-TOF-MS and Evaluation of Antioxidant Activity.)
25. Van Wyk B.E., Wink M. Medicinal plants of the world. Cabi; 2018 Oct 31. (Medicinal Plants of the World - Ben-Erik van Wyk, Michael Wink - Google Books)
26. Vane J.R., Botting R.M. The mechanism of action of aspirin. *Thrombosis research*. 2003 Jun 15;110(5-6):255-8. [https://doi.org/10.1016/S0049-3848\(03\)00379-7](https://doi.org/10.1016/S0049-3848(03)00379-7)
27. Katanić J., Boroja T., Mihailović V., Nikles S., Pan S.P., Rosić G., Selaković D., Joksimović J., Mitrović S., Bauer R. *In vitro* and *in vivo* assessment of meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) as anti-inflammatory agent. *Journal of ethnopharmacology*. 2016 Dec 4;193:627-36. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.10.015>
28. Geszke-Moritz M., Nowak G., Moritz M. Pharmacological Properties and Safe Use of 12 Medicinal Plant Species and Their Bioactive Compounds Affecting the Immune System. *Applied Sciences*. 2023 May 25;13(11):6477. <https://doi.org/10.3390/app13116477>
29. Vogl S., Picker P., Mihaly-Bison J., Fakhrudin N., Atanasov A.G., Heiss E.H., Wawrosch C., Reznicek G., Dirsch V.M., Saukel J., Kopp B. Ethnopharmacological *in vitro* studies on Austria's folk medicine—An unexplored lore *in vitro* anti-inflammatory activities of 71 Austrian traditional herbal drugs. *Journal of ethnopharmacology*. 2013 Oct 7;149(3):750-71. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.06.007>
30. Jung J., Kim H., Lee S., Hong M., Hwang D. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity of *Filipendula glaberrima* Nakai Ethanolic Extract and Its Chemical Composition. *Molecules*. 2022 Jul 20;27(14):4628. <https://doi.org/10.3390/molecules27144628>
31. Cholet J., Decombat C., Vareille-Delarbre M., Gainche M., Berry A., Ogéron C., Ripoché I., Delort L., Vermerie M., Frai D. Comparison of the anti-inflammatory and immunomodulatory mechanisms of two medicinal herbs: Meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) and harpagophytum (*Harpagophytum procumbens*). *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*. 2019;9(3):145-63. (Comparison of The Anti-Inflammatory and Immunomodulatory Mechanisms of Two Medicinal Herbs: Meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) and Harpagophytum (*Harpagophytum procumbens*) (fortuneonline.org))
32. Zhang H., Li G., Han R., Zhang R., Ma X., Wang M., Shao S., Yan M., Zhao D. Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Cytotoxic Properties and Chemical Compositions of *Filipendula palmata* (Pall.) Maxim. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2021 Feb 16;2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6659620>
33. Katanić J., Pferschy-Wenzig E.M., Mihailović V., Boroja T., Pan S.P., Nikles S., Kretschmer N., Rosić G., Selaković D., Joksimović J., Bauer R. Phytochemical analysis and anti-inflammatory effects of *Filipendula vulgaris* Moench extracts. *Food and chemical toxicology*. 2018 Dec 1;122:151-62. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.10.001>
34. Churin A.A., Masnaia N.V., Elu S., Shilova I.V. Effect of *Filipendula ulmaria* extract on immune system of CBA/Calac and C57Bl/6 mice. Eksperimental'naia i Klinicheskaia Farmakologiya. 2008 Sep 1;71(5):32-6. ([Effect of *Filipendula ulmaria* extract on immune system of CBA/Calac and C57Bl/6 mice] - Abstract - Europe PMC)
35. Van der Auwera A., Peeters L., Foubert K., Piazza S., Vanden Berghe W., Hermans N., Pieters L. *In Vitro* Biotransformation and Anti-Inflammatory Activity of Constituents and Metabolites of *Filipendula ulmaria*. *Pharmaceutics*. 2023 Apr 20;15(4):1291. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15041291>
36. Choi K.H., Hong J., Kim K.Y., Kim H., Lee S., Lee Y., Chung D.K. Anti-Inflammatory Properties of MSF, a *Lactiplantibacillus Plantarum* K8 Lysate Fermented with *Filipendula Glaberrima* Extract. *Applied Sciences*. 2022 Mar 2;12(5):2602. <https://doi.org/10.3390/app12052602>
37. Yattoo M., Gopalakrishnan A., Saxena A., Parray O.R., Tufani N.A., Chakraborty S., Tiwari R., Dhama K., Iqbal H. Anti-inflammatory drugs and herbs with special emphasis on herbal medicines for countering inflammatory diseases and disorders-a review. *Recent patents on inflammation & allergy drug discovery*. 2018 May 1;12(1):39-58. <https://doi.org/10.2174/1872213X12666180115153635>
38. Abebe W. Herbal medication: potential for adverse interactions with analgesic drugs. *Journal of clinical pharmacy and therapeutics*. 2002 Dec;27(6):391-401. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2710.2002.00444.x>
39. Kalinkevich K., Karandashov V.E., Ptitsyn L.R. *In vitro* study of the anti-inflammatory activity of some medicinal and edible plants growing in Russia. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 2014 Dec;40:752-61. <https://doi.org/10.1134/S106816201407005X>
40. Kamkin V., Kamarova A., Shalabayev B., Kussainov A., Anuarbekov M., Abeuov S. Comparative Analysis of the Efficiency of Medicinal Plants for the Treatment and Prevention of COVID-19. *International Journal of Biomaterials*. 2022 Dec 10;2022. <https://doi.org/10.1155/2022/5943649>
41. Kudriashov B.A., Liapina L.A., Azieva L.D. The content of a heparin-like anticoagulant in the flowers of the meadowsweet (*Filipendula ulmaria*). *Farmakologiya i toksikologiya*. 1990 Jul 1;53(4):39-41. ([The content of a heparin-like anticoagulant in the flowers of the meadowsweet (*Filipendula ulmaria*)] - Abstract - Europe PMC)
42. Minyazeva Y.M. Medicinal plants of the Far East in the VILAR Botanical Garden. *Problems of Botany of Southern Siberia and Mongolia*. 2023 Jul 3;22(1):225-9. (In Russ.)
43. Gudkova N.Yu. On the prospects for the introduction of representatives of the genus *Filipendula* Mill. as sources of medicinal raw materials. *Agricultural Biology*. 2012;(2):73-79. (doi: 10.15389/agrobiology.2012.2.73rus) (In Russ.)
44. Gudkova N.Yu. Spring and autumn planting dates for vegetative propagation of meadowsweet. *In Medicinal Plant Science*. 2006. pp. 355-358. (In Russ.)

## Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-73-78>  
УДК 635.63:631.588.5

М.А. Бочарова<sup>1\*</sup>,  
В.И. Терехова<sup>1</sup>, Т.С. Анискина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

<sup>2</sup> Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН 127276, Россия, г. Москва, Ботаническая ул., дом 4

\*Автор для переписки:  
bocharova@rgau-msha.ru

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в анализе материалов, планировании и проведении экспериментов, написании текста статьи и формировании выводов.

**Для цитирования:** Бочарова М.А., Терехова В.И., Анискина Т.С. Оценка влияния комплекса биопрепаратов на рост, развитие и урожайность огурца в условиях светокультуры. *Овощи России*. 2023;(5):73-78.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-73-78>

**Поступила в редакцию:** 28.06.2023

**Принята к печати:** 04.09.2023

**Опубликована:** 29.09.2023

Maria A. Bocharova<sup>1\*</sup>,  
Vera I. Terekhova<sup>1</sup>, Tatiana S. Aniskina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> FSBEI HPE Russian State Agricultural University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy 49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127550, Russia

<sup>2</sup> Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences Botanicheskaya 4, Moscow, 127276, Russia

\*Correspondence: bocharova@rgau-msha.ru

**Conflict of interest:** The authors declare that there are no conflicts of interest

**Authors' Contribution:** All authors participated in the analysis of materials, planning and conducting experiments, writing the text of the article and forming conclusions

**For citation:** Bocharova M.A., Terekhova V.I., Aniskina T.S. Assessment of the effect of a complex of biological products on the growth, development and yield of cucumber in light culture. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):73-78. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-73-78>

**Received:** 28.06.2023

**Accepted for publication:** 04.09.2023

**Published:** 29.09.2023

# Оценка влияния комплекса биопрепаратов на рост, развитие и урожайность огурца в условиях светокультуры



## Резюме

Экологизация защищенного грунта, на данный момент – одна из важнейших задач сельскохозяйственного производства, в связи с этим, для овощеводства защищенного грунта большой интерес представляет внесение в субстрат при выращивании растений в малообъемной технологии эффективных микроорганизмов. Биопрепараты способны усилить обменные процессы в питательном субстрате и растениях, устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды, повысить продуктивность растений и улучшить качество продукции. Поэтому целью нашей работы является анализ влияния комплекса биопрепаратов на агробиологические показатели гибридов огурца Mewa F<sub>1</sub> и Valigora F<sub>1</sub> на 39, 67, 95 и 123 сутки выращивания от появления массовых всходов. Исследования проводили в условиях высоких промышленных теплиц типа «Venlo», в зимне-весенних оборотах 2021 и 2022 годов. Препараты вносили в баковую смесь и подавали к растениям через систему капельного полива. Измерения хозяйственно ценных показателей отмечали еженедельно. Для статистического анализа данных использовали методы описательных статистик и ANOVA.

**Результаты.** При применении биопрепаратов было отмечено положительное воздействие на рост и развитие растений огурца, а также на увеличение листовой пластинки и площади листовой поверхности (ИПЛ). Даты наступления единичного и массового цветения растений и единичного плодоношения наступали раньше при применении комплекса биопрепаратов на 1-5 суток. При оценке влияния комплекса биопрепаратов на развитие фотосинтетического аппарата установлено положительное влияние биопрепаратов на площадь и индекс листовой поверхности на 39, 67 и 95-е сутки выращивания. Кроме того, выявлено достоверное влияние комплекса на увеличение урожайности с м<sup>2</sup> за оборот. В проведенных исследованиях увеличение урожайности происходило за счет увеличения массы и диаметра плодов. На общую высоту растений и недельный прирост комплекс препаратов практически не повлиял. Сравнительный анализ ростовых процессов и урожайности гибридов огурца Mewa F<sub>1</sub> и Valigora F<sub>1</sub> при применении корневых подкормок комплексом биопрепаратов показал большую эффективность от их применения.

**Ключевые слова:** огурец, микробиологические препараты, биопрепараты

# Assessment of the effect of a complex of biological products on the growth, development and yield of cucumber in light culture

## Abstract

The ecologization of protected soil is currently one of the most important tasks of agricultural production, in this regard, for the vegetable growing of protected soil, the introduction of effective microorganisms into the substrate when growing plants in low-volume technology is of great interest. Biologics can enhance metabolic processes in the nutrient substrate and plants, plant resistance to adverse environmental conditions, increase plant productivity and improve product quality. Therefore, the purpose of our work is to analyze the effect of a complex of biological products on the agrobiological parameters of cucumber hybrids Mewa F<sub>1</sub> and Valigora F<sub>1</sub> on the 39, 67, 95 and 123 day of cultivation from the appearance of mass shoots. The research was carried out in conditions of high industrial greenhouses of the "Venlo" type, in the winter-spring turns of 2021 and 2022. The preparations were introduced into the tank mixture and fed to the plants through a drip irrigation system. Measurements of economically valuable indicators were noted weekly. Descriptive statistics and ANOVA methods were used for statistical data analysis.

**Results.** When using biological products, a positive effect was noted on the growth and development of cucumber plants, as well as on the increase in leaf plate and leaf surface area (LAI). The dates of the onset of single and mass flowering of plants and single fruiting occurred earlier when using a complex of biological preparations for 1-5 days. When assessing the effect of the complex of biological products on the development of the photosynthetic apparatus, the positive effect of biological products on the area and index of the leaf surface on the 39, 67 and 95 days of cultivation was established. In addition, a significant effect of the complex on the increase in yield per m<sup>2</sup> per turnover was revealed. In the conducted studies, the increase in yield was due to an increase in the weight and diameter of fruits. The total height of the plants and the weekly growth of the complex of drugs practically did not affect. A comparative analysis of the growth processes and yield of cucumber hybrids Mewa F<sub>1</sub> and Valigora F<sub>1</sub> when applying root fertilizing with a complex of biological preparations showed great effectiveness from their use.

**Keywords:** cucumber, microbiological preparations, biological preparations



### Введение

**В**ыращивание растений в теплицах с дополнительным освещением за последние годы быстро набирает обороты как во всем мире, так и в России [1].

Огурец (*Cucumis sativus* L.) – ведущая овощная культура защищенного грунта как по занимаемым площадям на светокультуре, так и по объему производства [2]. В 2022 году общая площадь под светокulturой в РФ составила около 1700 га, и половину этих площадей занимает культура огурца [3; 4]. Метод выращивания овощных растений с использованием светокультуры нацелен на практическую реализацию генетически заложенной в растениях потенциальной продуктивности [1]. Он основан на полном удовлетворении всех потребностей растений и снятии при этом ограничивающих и стрессовых факторов их роста и развития [5].

Но на практике, технология светокультуры, нацеленная на непрерывный максимальный налив плодов, выражается в непрекращающейся конкуренции между процессами роста вегетативных органов и процессов налива плодов. А ежесуточные флуктуации параметров микроклимата, накладывающиеся на текущие технологические приемы и фазы развития растений, напротив, становятся постоянно действующим стрессом [6].

Использование источников освещения с выделением тепла может существенно влиять на температурный профиль в теплице. Изменение температурного профиля в свою очередь может действовать на прикорневую микробную биоту и приводить к индукции у фитопатогенной микрофлоры факторов фитотоксичности – токсинов и комплекса литических ферментов [7]. Одним из способов поддержания и создания положительного микробного биоценоза в прикорневой зоне растения является использование микробиологических препаратов. Для овощеводства защищенного грунта большой интерес представляет внесение в почву эффективных микроорганизмов, которые обогащают ее продуктами жизнедеятельности – легкоусвояемыми элементами питания, ферментами, витаминами, свободными аминокислотами [8]. Биопрепараты способствуют усилению обменных процессов в почве и растениях, устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды, повышению продуктивности растений и улучшению качества продукции, нормализации минерального состава растительной биомассы и уменьшению потерь урожая от болезней [9]. Кроме того, выращивание растений с использованием микробиологических препаратов совершенно безопасно для окружающей среды. Экологизация защищенного грунта, на данный момент – одна из важнейших задач сельскохозяйственного производства. Вывод овощной сельскохозяйственной продукции на мировой продовольственный рынок возможен только при условии сертификации производства в соответствии с международными экологическими стандартами [10].

В связи с этим, нами была проведена работа целью которой являлось изучение влияния биопрепаратов отечественной компании БИОМ на агробактериологические показатели гибридов огурца Mewa F<sub>1</sub> и Valigora F<sub>1</sub> в условиях светокультуры.

### Материалы и методы исследования

Исследования проводили в высоких промышленных теплицах типа «Venlo», в зимне-весенних оборотах 2021 и 2022 годов, на базе тепличного комплекса ООО «Агро-Инвест», расположенного в Калужской области города Людиново (III световая зона).

Микробиологические препараты испытывали на гибридах огурца Mewa F<sub>1</sub> и Valigora F<sub>1</sub> голландской семеноводческой компании Rijk Zwaan, данные гибриды широко используются в товарном производстве РФ.

Гибриды выращивали методом малообъемной технологии на гидропонике с использованием минераловатного субстрата. Агротехника стандартная для выращивания партенокарпических огурцов в зимних теплицах промышленного типа.

Опыт двухфакторный: фактор А – «генотип гибрида» огурца; фактор В включал следующие варианты:

I. контроль – технология выращивания, принятая в тепличном комбинате, без обработки биопрепаратами;

II. БИОМ – технология выращивания принятая в тепличном комбинате с обработкой комплексом биопрепаратов.

В комплекс входили следующие микробиологические препараты отечественной компании «БИОМ»:

- «Трихохит, сп» – в составе препарата органические компоненты и клетки грибов *Trichoderma viride*, обладающие ярко выраженными фунгицидными свойствами, а также стимулирующие рост и развитие растений, за счет чего повышается урожайность и устойчивость к различным заболеваниям;

- «Витариз экстра, ж» – в составе препарата органические компоненты и клетки бактерий *Pseudomonas fluorescens*. Препарат способствует подавлению возбудителей грибных и бактериальных заболеваний, обладает ярко выраженным ростостимулирующим действием;

- «Пралин экстра, ж» в составе клетки бактерий *Bacillus subtilis*, минеральные и органические компоненты, препарат эффективно подавляет возбудителей грибных и бактериальных заболеваний, обладает ярко выраженным ростостимулирующим действием;

- «Бинал экстра, ж» – в составе клетки бактерий *Lactobacillus plantarum*, клетки грибов *Trichoderma viride*, микроэлементы, органические компоненты. Препарат предназначен в качестве лечебно-профилактического средства для борьбы с бактериальными и некоторыми грибными заболеваниями овощных культур. Молочнокислые микроорганизмы обладают ярко выраженным бактерицидным действием, эффективно подавляют развитие фитопатогенных бактерий (грамположительных и грамотрицательных), а гриб-антагонист *Trichoderma viride* колонизирует пространство и вытесняет грибную фитопатогенную микрофлору;

- «Витамин огурец» – в составе комплекс органических соединений, моделирующий корневые экссудаты растений. Биопрепарат препятствует проникновению фитопатогенов в растительные ткани во время или после стрессовых воздействий, вызванных абиотическими и биотическими факторами;

- «Тетрис, сп» – в составе клетки грибов *Trichoderma viride*, *T. harzianum*, *T. longibrachiatum*, органические компоненты.

Использование данных препаратов комплексом позволяет сформировать в субстрате необходимый микробный ценоз. Последовательное действие микроорганизмов, входящих в состав препаратов, препаративная форма позволяют сохранить защитный эффект в течение 1-3 месяцев. Органические вещества, входящие в состав почти всех препаратов, блокируют фитопатогенные свойства микроорганизмов, находящихся в прикорневой зоне растений, что позволяет сохранить целостность растительных тканей и не допустить проникновения и распространения инфекции [11].

Препараты вносили в общую баковую смесь и подавали под вегетирующие растения через систему капельного полива с дозирующими инжекторами. Состав и нормы расхода препаратов на гектар приведены в таблице 1.

Таблица 1. Нормы расхода и состав используемых биопрепаратов  
Table 1. Consumption rates and composition of biological products used

| Препарат                                                     | Трихохит, сп     | Витариз экстра, ж | Пралин экстра, ж | Бинал экстра, ж | Витамин огурец   | Тетрис, сп       |
|--------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Норма расхода на 1 га                                        | 150 г/1 упаковка | 1 л               | 5 л              | 5 л             | 200 г/1 упаковка | 150 г/1 упаковка |
| Норма расхода препарата на 1 м <sup>2</sup> за одно внесение | 15 мг            | 0,2 мл            | 1 мл             | 1 мл            | 40 мг            | 30 мг            |

Первое внесение препаратов проводили в момент запитки матов и кубиков, все последующие с тридцатидневными интервалами до конца оборота, разводя препараты в баках растворного узла.

Первый срез данных для анализа выполнен на 39 сутки исследования, в период массового цветения всех гибридов и спустя две недели после первого внесения биопрепаратов. Также, анализ был проведен на 67, 95 и 123 сутки после появления массовых всходов, перед каждым последующим внесением биопрепаратов или спустя месяц после каждого внесения биопрепаратов.

Опыт проводили каждый год на 48 модельных растениях, каждый вариант был представлен трехкратной повторностью по 4 растения. В течение всего периода вегетации отмечали продолжительность фенологических фаз [12]. Начало каждой фазы фиксировалось, когда она наблюдалась у 10% растений и массовое наступление – у 75% растений. С интервалами в 7 дней по методике [12] проводили замеры морфометрических показателей (еженедельный прирост и длину стебля по нарастающей, см; количество листьев на растении, шт.). Площадь листа определяли расчетным

методом, основанным на измерении линейных параметров листа.

Учет урожайности проводили при каждом сборе весовым методом, определяли стандартную и нестандартную продукцию, а также количество собранных плодов.

Анализ данных проведен в Excel и в SPSS Statistics 25. Доверительные интервалы для средних арифметических рассчитаны с учетом стандартного отклонения (SD,  $p=0,05$ ). Нормальность распределения проверили методом Колмагорова-Смирнова. Достоверность различий для признаков с нормальным распределением установили методом ANOVA с апостериорным критерием Шеффе, а для непараметрических признаков использовали дисперсионный анализ по Краскелла-Уоллиса.

### Результаты и обсуждение

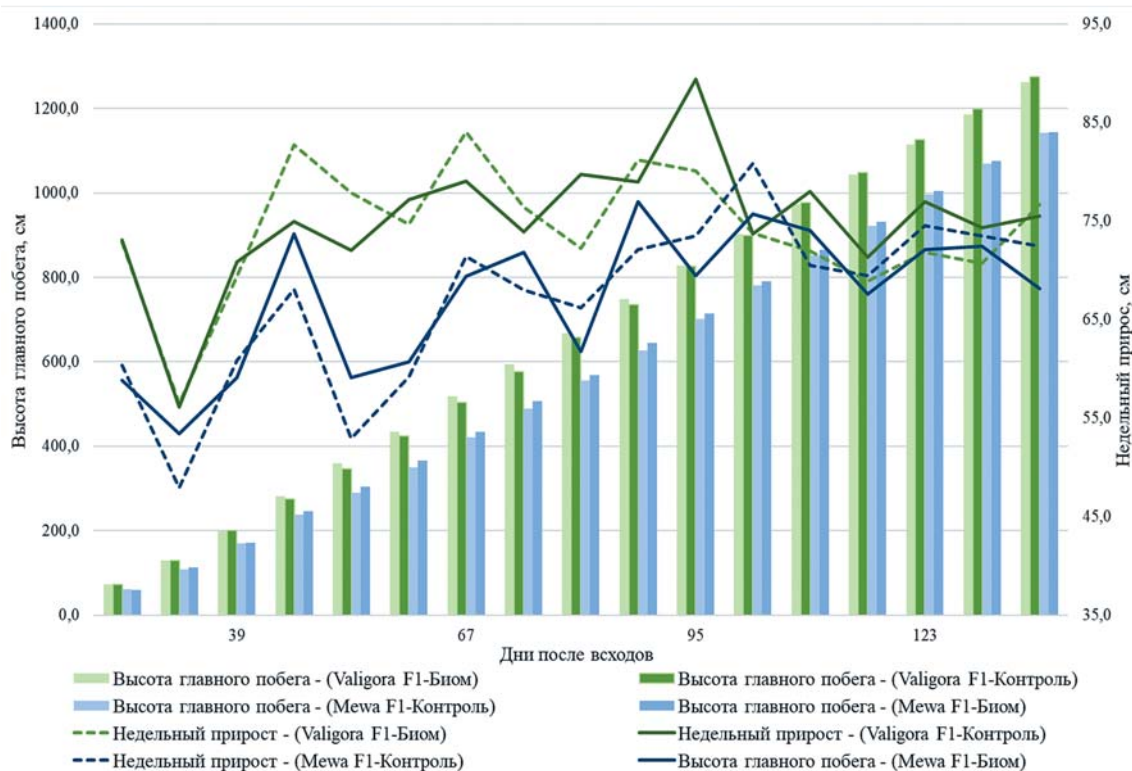
**Влияние биопрепаратов на динамику роста и развития гибридов огурца.** Длина периода вегетации продолжительность его отдельных фаз у разных гибридов огурца, так же как у других видов растений, не является постоянной и может изменяться от внешних или внутренних факторов в условиях защищенного грунта [5]. Например, от микроклиматических параметров, биологических особенностей гибридов, или от применяемых биопрепаратов.

Одной из задач исследований являлось определение характера такого влияния биопрепаратов на продолжительность межфазных периодов.

Проведенные фенологические наблюдения развития растения показали выраженное ростостимулирующее действие комплекса биопрепаратов в виде ускорения начала цветения, более раннего массового цветения и единичного плодоношения. В наших исследованиях онтогенетического развития огурцов установлено, что использование комплекса биопрепаратов в корневых подкормках ускоряет фазы начала цветения на 1-3 суток и начала плодоношения в среднем на 2-5 суток

Таблица 2. Влияние комплекса биологических препаратов на продолжительность фенологических периодов развития гибридов *C. sativus*, (среднее за 2021-2022 годы)  
Table 2. Effect of a complex of biological preparations on the duration of phenological periods of development of *C. sativus* hybrids, (average for 2021-2022)

| Варианты опыта                       | Количество дней от массовых всходов до: |                    |                         |                        | Вегетационный период, сутки |
|--------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
|                                      | начала цветения                         | массового цветения | начала плодообразования | массового плодоношения |                             |
| Mewa F <sub>1</sub> – I Контроль     | 34                                      | 38                 | 42                      | 45                     | 147                         |
| Mewa F <sub>1</sub> – II БИОМ        | 33                                      | 35                 | 43                      | 45                     | 147                         |
| Valigora F <sub>1</sub> – I Контроль | 37                                      | 39                 | 43                      | 46                     | 147                         |
| Valigora F <sub>1</sub> – II БИОМ    | 35                                      | 38                 | 44                      | 45                     | 147                         |



**Рис. Влияние биопрепаратов на динамику формирования высоты главного побега и недельного прироста *C. sativus* в условиях светокультуры (среднее за 2021-2022 гг.)**  
**Fig. The influence of biological products on the dynamics of the formation of the height of the main shoot and the weekly growth of *C. sativus* in light culture conditions (average for 2021-2022).**

у гибридов огурца. Фаза массового цветения у всех гибридов наступает в среднем на 1-3 суток раньше в сравнении с контрольным вариантом (табл. 2). Существенного влияния на фазу наступления массового плодоношения биопрепараты не оказали.

Скорость наступления фенологических фаз в наших исследованиях зависела не только от биопрепаратов, но и от биологических особенностей гибридов. У длинноплодного гибрида огурца Mewa F<sub>1</sub>, как под влиянием биопрепаратов, так и в контрольном варианте наступление всех фенологических фаз происходило быстрее, в сравнении со вторым изучаемым гибридом.

Продолжительность вегетационного периода во всех вариантах опыта была одинаковой и составила 147 суток.

Прямой индикатором роста является высота растений. Увеличение высоты растений или, напротив, не интенсивные типы нарастания главного побега могут зависеть от баланса роста, который может стимулироваться или, напротив, ингибироваться [13] под действием различных факторов.

В процессе исследований установлено, что гибриды Mewa F<sub>1</sub> и Valigora F<sub>1</sub> достоверно различаются по недельному приросту и длине стебля по нарастающей, но это обусловлено исключительно особенностями генотипа гибридов. Комплекс биологических препаратов на недельный прирост растений и высоту главного побега достоверно никак не повлиял (рис.).

В условиях, когда другие параметры (питание, влажность и т.д.) окружающей среды являются опти-

**Таблица 3. Влияние биопрепаратов на динамику формирования ассимиляционного аппарата *C. sativus* в условиях светокультуры, среднее 2021-2022 годы**  
**Table 3. The influence of biological products on the dynamics of the formation of the assimilation apparatus of *C. sativus* in the conditions of light culture, average 2021-2022**

| Вариант опыта            | Возраст растения (число дней от всходов) |                                |                                                              |                                    |                                |                                                              |                                    |                                |                                                              |
|--------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|                          | 39                                       |                                |                                                              | 67                                 |                                |                                                              | 95                                 |                                |                                                              |
|                          | количество листьев на растении, шт       | площадь листа, см <sup>2</sup> | индекс площади листьев (ИПЛ), м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> | количество листьев на растении, шт | площадь листа, см <sup>2</sup> | индекс площади листьев (ИПЛ), м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> | количество листьев на растении, шт | площадь листа, см <sup>2</sup> | индекс площади листьев (ИПЛ), м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> |
| Mewa F1- I Контроль      | 14,58±0,67 b,c                           | 933,63±73,79 b                 | 3,81±0,38 c                                                  | 21,75±0,75 c                       | 1192,02±99,12 b                | 7,25±0,64 b                                                  | 19,75±1,06 b                       | 898,1±82,9 a                   | 4,96±0,51 b                                                  |
| Mewa F1- II БИОМ         | 14,83±1,03 c                             | 1158,46±57,26                  | 4,81±0,35 d                                                  | 23,00±0,73 c                       | 1179,71±138,00 b               | 7,60±0,99 b                                                  | 20,83±1,03 b                       | 807,9±78,8 a                   | 4,71±0,50 a,b                                                |
| Valigora F1 – I Контроль | 13,17±0,84 a                             | 759,20±60,52 a                 | 2,80±0,29 a                                                  | 20,58±0,67 c                       | 953,59±98,69 a                 | 953,59±98,69 a                                               | 17,67±0,99 a                       | 889,4±100,6 a                  | 4,40±0,56 a,b                                                |
| Valigora F1 – I Контроль | 13,75±0,62 a, b                          | 864,81±75,00 b                 | 3,32±0,32 b                                                  | 19,42±2,11 b                       | 1208,63±100,81 b               | 6,61±1,20 b                                                  | 18,42±1,31 a                       | 803,9±71,8 a                   | 4,15±0,55 a                                                  |



Таблица 4. Влияние биопрепаратов на урожай гибридов огурца Mewa F<sub>1</sub> и Valigora F<sub>1</sub> и его качественные показатели, среднее за 2021-2022 год.

Table 4. The effect of biologics on the yield of cucumber hybrids Mewa F<sub>1</sub> and Valigora F<sub>1</sub> and its qualitative indicators, average for 2021-2022.

| Показатель              | Вариант опыта                    |                               |                                      |                                   |
|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
|                         | Mewa F <sub>1</sub> - I Контроль | Mewa F <sub>1</sub> - II БИОМ | Valigora F <sub>1</sub> – I Контроль | Valigora F <sub>1</sub> – II БИОМ |
| Продуктивность, кг/раст | 26,57±0,89 b                     | 22,86±1,20 d                  | 11,07±1,20 a                         | 15,50±2,01 c                      |
| Масса плода, г          | 347,62±3,56 b                    | 368,65±2,21 c                 | 100,51±4,20 a                        | 108,23±2,23 b                     |
| Диаметр плода, см       | 42,58±0,42 c                     | 44,01±0,31 d                  | 34,15±0,68 a                         | 35,94±0,90 b                      |

мальными, продуктивность растений определяется количеством световой энергии, которую растение может улавливать. По этой причине измерение площади листьев является важнейшим моментом при оценке большинства агрономических и физиологических исследований, включая развитие растений [5, 14, 15].

Первый срез данных для анализа выполнен на 39 сутки после появления массовых всходов, данная дата совпадает с началом массового плодоношения растений. Установлено, что комплекс препаратов в этот период оказал значимое положительное влияние на такие признаки гибридов как площадь листа и ИПЛ. У гибрида Mewa F<sub>1</sub> комплекс биопрепаратов вызвал увеличение площади листа на 224 дм<sup>2</sup>, ИПЛ м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, гибрида Valigora F<sub>1</sub> препараты вызвали увеличение площади листа на 105 дм<sup>2</sup> и ИПЛ на 0,52 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>. Достоверного влияния микробиологических препаратов на количество листьев в этот период у гибридов выявлено не было.

Следующую оценку влияния комплекса биопрепаратов проводили спустя месяц после очередного внесения, на 67-е сутки после посева. В этот период сохраняется положительное влияние биопрепаратов на площадь листа, дм<sup>2</sup> и ИПЛ м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, на количество листьев действия биопрепаратов по-прежнему не выявлено (табл. 3).

В мае (95-е сутки выращивания) влияния препаратов на формирование ассимиляционного аппарата не выявлено.

**Влияние биопрепаратов на урожай и его качество у исследуемых гибридов огурца.**

Положительное влияние биопрепаратов на процессы роста и развития гибридов, стимуляция цветения и развития ассимиляционного аппарата, в конечном итоге, способствуют ускорению плодоношения и увеличению урожайности гибридов огурца [5].

Установлено положительное влияние комплекса микробиологических препаратов на значения средней массы и диаметра плодов, что и определяет уровень урожайности гибридов огурца Mewa F<sub>1</sub> и Valigora F<sub>1</sub>. Достоверно увеличилась продуктивность одного растения при использовании комплекса, у гибрида огурца Mewa F<sub>1</sub> продуктивность увеличилась на 13,96% в сравнении с контрольным вариантом, у Valigora F<sub>1</sub> – 28,58% в сравнении с контролем (табл. 4).

В результате проведенных исследований выявлено, что урожайность с метра квадратного достоверно была выше контрольного варианта у изучаемых гибридов первые два-три месяца выращивания. Данные результаты могли зависеть, как от возраста растений, так и от условий выращивания. Также установлено, что итоговая урожайность за весь период выращивания с метра квадратного достоверно увеличилась у обоих гибридов под действием микробиологических препаратов в сравнении с контрольным вариантом. Наибольшая итоговая урожайность отмечена у гибрида огурца Mewa F<sub>1</sub> с использованием микробиологических препаратов 67,8 кг/м<sup>2</sup>, итоговая урожайность этого же гибрида в контрольном варианте составила 62,4 кг/м<sup>2</sup>, у гибрида огурца Valigora F<sub>1</sub> итоговая урожайность с применением микробиологических препаратов составила 35,1 кг/м<sup>2</sup>, и 30,8 кг/м<sup>2</sup> в контрольном варианте (табл. 5).

Таблица 5. Влияние биопрепаратов на динамику отдачи урожая у гибридов огурца Mewa F<sub>1</sub> и Valigora F<sub>1</sub> и его качественные показатели, среднее за 2021-2022 годы

Table 5. The influence of biological products on the dynamics of yield returns in cucumber hybrids Mewa F<sub>1</sub> and Valigora F<sub>1</sub> and its qualitative indicators, average for 2021-2022

| Варианты опыта                       | Урожайность с м <sup>2</sup> |      |      |      |        | Итого, кг/м <sup>2</sup> |
|--------------------------------------|------------------------------|------|------|------|--------|--------------------------|
|                                      | апрель                       | май  | июнь | июль | август |                          |
| Mewa F <sub>1</sub> - I Контроль     | 14,1                         | 15,9 | 11,4 | 13,8 | 7,2    | 62,4                     |
| Mewa F <sub>1</sub> - II БИОМ        | 16,3                         | 17,7 | 12,1 | 13,2 | 8,5    | 67,8                     |
| Valigora F <sub>1</sub> – I Контроль | 6,1                          | 6,8  | 7,0  | 7,0  | 3,9    | 30,8                     |
| Valigora F <sub>1</sub> – II БИОМ    | 7,7                          | 8,7  | 6,8  | 7,6  | 4,3    | 35,1                     |
| HCP                                  |                              |      |      |      |        | 1,1                      |

## Заключение

Результаты проведенных исследований показали, что корневая подкормка комплексом микробиологических препаратов в зависимости от изучаемого гибрида в различной мере стимулируют рост и развитие испытанных культур. Даты наступления единичного цветения и плодоношения наступали у изучаемых гибридов раньше в среднем на 1-5 дней, что достоверно значимо. Массовое цветение у всех гибридов в среднем на 1-3 суток, что также достоверно значимо.

Кроме того, выявлено положительное действие биопрепаратов на формирование ассимиляционного аппарата, что опосредованно может повышать жизненные показатели опытных растений, в итоге

повышается и урожайность растений в исследованиях, за счет средней массы плодов и диаметра. При оценке отдачи урожая гибридами в динамике выявлено, что комплекс оказывал существенное влияние на урожай с м<sup>2</sup> только первые два-три месяца выращивания. Итоговая урожайность за весь период выращивания оказалась больше у гибрида огурца Mewa F<sub>1</sub> с использованием микробиологических препаратов 67,8 кг/м<sup>2</sup>, итоговая урожайность этого же гибрида в контрольном варианте составила 62,4 кг/м<sup>2</sup>, у гибрида огурца Valigora F<sub>1</sub> итоговая урожайность с применением микробиологических препаратов составила 35,1 кг/м<sup>2</sup>, и 30,8 кг/м<sup>2</sup> в контрольном варианте.

## Об авторах:

**Мария Алексеевна Бочарова** – ассистент кафедры овощеводства, <https://orcid.org/0000-0002-6422-2767>, автор для переписки, [bocharova@rgau-msha.ru](mailto:bocharova@rgau-msha.ru)

**Вера Ивановна Терехова** – кандидат с.-х. наук, доцент, доцент кафедры овощеводства, <https://orcid.org/0000-0001-8867-6539>, [v\\_terekhova@rgau-msha.ru](mailto:v_terekhova@rgau-msha.ru)

**Татьяна Сергеевна Анискина** – научный сотрудник лаборатории культурных растений, <https://orcid.org/0000-0002-0933-1020>

## About the Authors:

**Maria A. Bocharova** – Assistant of the Department of Vegetable Growing, <https://orcid.org/0000-0002-6422-2767>, Correspondence Author, [bocharova@rgau-msha.ru](mailto:bocharova@rgau-msha.ru)

**Vera I. Terekhova** – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Department of Vegetable Growing, <https://orcid.org/0000-0001-8867-6539>, [v\\_terekhova@rgau-msha.ru](mailto:v_terekhova@rgau-msha.ru)

**Tatiana S. Aniskina** – Researcher, Laboratory of Cultivated Plants, <https://orcid.org/0000-0002-0933-1020>

## Литература

1. Король В.Г. Гибриды огурца, рекомендуемые для выращивания в защищенном грунте в условиях искусственного освещения. *Овощи России*. 2021;(5):32-38. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-32-38>. EDN AIGLMR.
2. Saeed K., Ahmed S.A., Hassan I.A., Ahmed P.H. Effect of bio-fertilizer and chemical fertilizer on growth and yield in cucumber (*Cucumis sativus* L.) in green house condition. *Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 2015;(15):353-358.
3. Юваров В.Н., Шлыков Д.А. Основные болезни огурца на светокультуре и меры борьбы с ними. *Гавриш*. 2022;(1):37-40.
4. Бочарова М.А., Терехова В.И. Влияние источников досвечивания на урожайность огурца в зимне-весеннем обороте промышленных теплиц. В сборнике: Овощеводство - от теории к практике. Сборник статей по материалам VI региональной научно-практической конференции молодых ученых. Краснодар, 2022. С. 5-8.
5. Арсланова Р.А., Ионова Л.П., Вилкова Ж.А. [и др.]. Выращивание огурца в весенне-летней теплице с применением биопрепаратов. *Картофель и овощи*. 2019;(6):14-15. DOI 10.25630/PAV.2019.12.65.003. EDN CVDMMC
6. Беликова Е.И., Горюнова О.Б., Шагаев А.Ю., Марквичев Н.С. Светокультура и болезни растений. *Гавриш*. 2021;(4):48-51.
7. Беликова Е.И., Шагаев А.А., Горюнова О.Б., Марквичев Н.С. Управляя стрессом. Витамин. *Гавриш*. 2021;(2):63-66.
8. Ахатов А.К., Бабкина О.Д. Полезная микробиота в тепличных субстратах. *Гавриш*. 2021;(2):55-57.
9. Сидоренко О.Д. Перспективы использования биологических препаратов на основе микроорганизмов. *Известия ТСХА*. 2012;(6):70-79. EDN PZFQGR.
10. Орлова О.Н. Биологическая защита огурца от корневых гнилей в пленочных теплицах 3-й световой зоны. Дис... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.09 / Орлова Оксана Николаевна; [Место защиты: Государственное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства Российской академии сельскохозяйственных наук"], 2015. 122 с.
11. <https://www.biom-group.ru/blog/biologicheskaya-zashchita-v-rassadnyy-period/>
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос. 1985. 416 с.
13. Пучков М.Ю., Мохамед М.М.А. Изучение влияния регуляторов роста на овощных культурах. *Естественные науки*. 2017;1(58):13-22.
14. Курепин А.В., Першин А.Ф., Муляр В.Н., Белова М.К. Прижизненное неразрушающее определение площади листьев у растений огурца для массового анализа. *Овощи России*. 2023;(2):17-28. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-2-17-28>. EDN QDCDAA.
15. Ni D., He H., Kirkham M.B., Kanemasu, E.T. Photosynthesis of grass C3 and C4 at elevated CO2 content. *Photosynthetics*. 1992;(26):189-198.

## References

1. Korol V.G. Recommended cucumber hybrids for growing in greenhouses under condition artificial lighting. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(5):32-38. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-5-32-38>. EDN AIGLMR.
2. Saeed K., Ahmed S.A., Hassan I.A., Ahmed P.H. Effect of bio-fertilizer and chemical fertilizer on growth and yield in cucumber (*Cucumis sativus* L.) in green house condition. *Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 2015;(15):353-358.
3. Yuvarov V.N., Shlykov D.A. The main diseases of cucumber in light culture and measures to combat them. *Gavrish*. 2022;(1):37-40. (In Russ.)
4. Bocharova M.A., Terekhova V.I. Influence of additional illumination sources on cucumber yield in winter-spring turnover of industrial greenhouses. In the collection: Vegetable growing - from theory to practice. Collection of articles based on the materials of the VI regional scientific and practical conference of young scientists. Krasnodar, 2022. pp. 5-8. (In Russ.)
5. Arslanova R.A., Ionova L.P., Vilkova Zh.A. [et al.]. Cucumber cultivation in a spring-summer greenhouse with the use of biological preparations. *Potatoes and vegetables*. 2019;(6):14-15. 2019;(6):14-15. DOI 10.25630/PAV.2019.12.65.003. EDN CVDMMC (In Russ.)
6. Belikova E.I., Goryunova O.B., Shagaev A.Yu., Markvichev N.S. Light culture and plant diseases. *Gavrish*. 2021;(4):48-51. (In Russ.)
7. Belikova E.I., Shagaev A.A., Goryunova O.B., Markvichev N.S. Manage stress. Vitamin. *Gavrish*. 2021;(2):63-66. (In Russ.)
8. Akhatov A.K., Babkina O.D. Useful microbiota in greenhouse substrates. *Gavrish*. 2021;(2):55-57. (In Russ.)
9. Sidorenko O.D. Prospects for the use of biological preparations based on microorganisms. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2012;(6):70-79. EDN PZFQGR. (In Russ.)
10. Orlova O.N. Biological protection of cucumber from root rot in film greenhouses of the 3rd light zone. Dis... Candidate of Agricultural Sciences: 06.01.09 / Orlova Oksana Nikolaevna; [Place of protection: State Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Vegetable Growing of the Russian Academy of Agricultural Sciences"], 2015. 122 p. (In Russ.)
11. <https://www.biom-group.ru/blog/biologicheskaya-zashchita-v-rassadnyy-period/>
12. Dospekhov B.A. Methodology of field experience: (with the basics of statistical processing of research results). M.: Kolos. 1985. 416 p. (In Russ.)
13. Puchkov M.Yu., Mohamed M.M.A. Studying the influence of growth regulators on vegetable crops. *Natural sciences*. 2017;1(58):13-22. (In Russ.)
14. Kurepin A.V., Pershin A.F., Mulyar V.N., Belova M.K. Measuring the area of cucumber leaves without separation from the plant for mass analysis. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(2):17-28. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-2-17-28>. EDN QDCDAA.
15. Ni D., He H., Kirkham M.B., Kanemasu, E.T. Photosynthesis of grass C3 and C4 at elevated CO2 content. *Photosynthetics*. 1992;(26):189-198.

## Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-79-83>  
УДК 635.64:581.143

П.И. Иванов<sup>1, 2</sup>,  
В.И. Терехова<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> ООО "Луховицкие овощи"  
Московская область, Луховицкий район,  
Жуковского ул., д.20, стр.2

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образо-  
вания «Российский государственный аграрный  
университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»  
127550, Россия, г. Москва,  
ул. Тимирязевская, 49

**\*Автор для переписки:**  
v\_terekhova@rgau-msha.ru

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют  
об отсутствии конфликтов интересов.

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в ана-  
лизе материалов, планировании и написании  
текста статьи и формировании выводов.

**Для цитирования:** Иванов П.И., Терехова В.И.  
К вопросу роста и развития плодов томата.  
*Овощи России*. 2023;(5):79-83.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-79-830>

**Поступила в редакцию:** 28.06.2023

**Принята к печати:** 11.09.2023

**Опубликована:** 29.09.2023

Pavel I. Ivanov<sup>1, 2</sup>,  
Vera I. Terekhova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LLC «Lukhovitsky vegetables»

<sup>2</sup> FSBEI HPE Russian State Agricultural University  
– Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
49, Timiryazevskaya Str.,  
Moscow, 127550, Russia

**\*Correspondence:** v\_terekhova@rgau-msha.ru

**Conflict of interest:** The authors declare that there  
are no conflicts of interest

**Authors' Contribution:** All authors participated in  
the analysis of materials, planning and writing the  
text of the article and forming conclusions.

**For citation:** Ivanov P.I., Terekhova V.I. On the  
issue of growth and development of tomato fruits.  
*Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):79-83. (In  
Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-79-83>

**Received:** 28.06.2023

**Accepted for publication:** 11.09.2023

**Published:** 29.09.2023

# К вопросу роста и развития плодов томата



## Резюме

Использование технологий в тепличном овощеводстве, обеспечивающих экологическую безопасность, высокие показатели продуктивности растений – важная составляющая. Возрастающая популярность мелкоплодных плодов томата, обусловленная более привлекательным вкусом за счет высокого содержания сахаров по сравнению с крупноплодными формами, способствует увеличению производственных площадей под мелкоплодными томатами в нашей стране. В этой связи актуальными являются вопросы гормональной регуляции процессов завязывания плодов, их роста, причины опадения. В статье изложены представления о синтезе ауксина в зарождающемся семени и синтезе гиббереллинов в перикарпе, условиях и процессах, обуславливающих интенсивный рост плодов. Рассмотрены необходимые производственные условия для хорошего опыления цветков томата – температура, влажность, количество пыльцы и насекомые-опылители. Приведены производственные условия, элементы технологии и годовая урожайность, в зависимости от периода выращивания, мелкоплодных гибридов томата F<sub>1</sub> Аксиани красный, F<sub>1</sub> Сорентино, F<sub>1</sub> Саополо в тепличном комбинате ООО «Луховицкие овощи».

**Ключевые слова:** ауксины, гиббереллины, этилен, абсцизовая кислота, томат, завязывание плода, рост плода, микроклимат

# On the issue of growth and development of tomato fruits

## Abstract

The use of technologies in greenhouse vegetable growing that ensure environmental safety, high plant productivity is an important component. In this regard, the issues of hormonal regulation of the processes of fruit set, their growth, and the causes of abscission are topical. The synthesis of auxin in the nascent seed and the synthesis of gibberellins in the pericarp is carried out due to cell division and elongation and cause intensive fruit growth. In the literature review, the necessary production conditions for good pollination of flowers are considered - temperature, humidity, pollen amount and pollinating insects.

**Keywords:** auxins, gibberellins, ethylene, abscisic acid, tomato, fetal set, fetal growth, microclimate



**Т**омат – поливитаминное широко популярное растение во всем мире. Плоды содержат витамины, каротиноиды, фенольные соединения [1,2,3,4], обладают противовоспалительным, противомикробным, сосудисторасширяющим, кардиопротекторным, антиоксидантным действием. Каротиноиды и полифенольные соединения обогащают питательную ценность плодов томата и улучшают их органолептические свойства, такие как вкус, аромат [5,6,7,8]. Благодаря биохимическому составу плоды рекомендуют в различных диетах [8].

Размер и форма плодов зависят от сорта и условий выращивания. Различают крупноплодные (больше 150 г), среднеплодные (100-150 г), круглоплодные (70-100 г), коктейльные (30-50 г), вишневидные (15-25 г), смородиновидные (менее 10 г) [9].

В последние годы увеличены площади под томатом черри в нашей стране, они широко используются в ресторанном бизнесе, у потребителей при использовании в свежем виде, приготовлении салатов с использованием цельных плодов. Возрастающая популярность плодов черри обусловлена содержанием сахаров, витаминов в 1,5-2 раза более высоким по сравнению с крупноплодными формами.

Годовая урожайность томата черри может составлять 22-30 кг/м<sup>2</sup>, зависит от количества сформировавшихся соцветий на растении и плодов. В производственных условиях тепличного комбината ООО “Луховицкие овощи” годовая урожайность гибридов томата черри, на которых проводили исследования в 2021-2023 годах, составила у F<sub>1</sub> Аксиани красный – 22,3 кг/м<sup>2</sup>, F<sub>1</sub> Сорентино – 23,6 кг/м<sup>2</sup>, F<sub>1</sub> Саополо – 23,4 кг/м<sup>2</sup>.

Завязывание и развитие плодов – сложные процессы, требующие координации различных фитогормонов [10,11,12]. Развитие плода томата происходит после процесса двойного оплодотворения и начинается с завязывания плода, параллельно с образованием и формированием семян. Опыление и оплодотворение приводят к изменению баланса фитогормонов и активации процессов в семязпочке, происходит ослабление ингибирующего действия абсцизовой кислоты [13]. Повышение содержания ауксина в оплодотворенной семязпочке томата приводит к завязыванию плодов [14,15]. Завязавшийся плод характеризуется накоплением в перикарпе ауксинов и гибберелинов, синтез которых индуцируется ауксинами, гены которых экспрессируются в самом плоде томата, интенсивный рост которого обусловлен делением и растяжением клеток [16,17,18,19,20,21]. На 8-й день приходится первый уровень ауксина, на 30-й день второй уровень [22].

В производственных условиях для хорошего опыления цветков необходимо соблюдение определенных условий – температуры, влажности, правильного развития цветков, достаточного количества пыльцы и насекомых-опылителей (чаще применяют шмелей).

Растения томата к длине дня не очень чувствительны во время цветения, но вегетативный рост усиливается при длинном дне из-за повышения содержания хлорофилла, более длинном фотопериоде. Температура является самым важным факто-

ром интенсивности развития цветков. При температурах воздуха выше 20°C цветки развиваются быстрее. Однако слабое запаздывание развития соцветий во время роста семян вызывают низкие температуры корней (12°C) [23].

Также одной из причин отсутствия образования развитого соцветия, является недостаточная интенсивность освещения. Когда недостаток света ограничивает рост всего растения, происходит сбрасывание цветочных почек. В момент, когда высокая температура и слабое освещение может наблюдаться наибольшее сбрасывание цветочных почек. Но есть прием, снижающий сбрасывание: подкормка углекислым газом.

Для того чтобы проходило нормально цветение, каждому соцветию (кисти) требуется 100 Дж/см<sup>2</sup> и 100 Дж/см<sup>2</sup> на растение. Если уровень освещенности ниже, то происходит полное сбрасывание цветков в кисти. В условиях недостаточной освещенности происходит отмирание соцветий. Растения томатов черри закладывают больше цветков (18-24 цветочка) по сравнению с крупноплодными (4-6 цветочков) и обыкновенными сортами томата (8-12 цветочков), т.к. выращиваются при ночной температуре 14-15°C и при температуре 13°C для получения раздвоенных кистей) [24].

Характерно удлинение или ветвление соцветия. У томата черри индекс цветения соцветия составляет 1-1,2 соцветия (кисти) в неделю. Влияние на скорость цветения оказывает дневная температура. Если дневная температура будет низкая, а ночная относительно высокая происходит более медленное формирование кисти (на 3-5%). Чем выше температура, тем больше кистей будет формироваться на растении, но есть и обратная сторона – растения могут уходить в генеративную сторону или же кисти и цветки формируются слабые с мелкими плодами (слишком быстрый рост) [25].

В процессе опыления происходит завязывание плодов на растениях томатов черри. Главные условия хорошего опыления: температура и ОВ воздуха (осыпание пыльцы на рыльце пестика и прорастание), правильное развитие цветков и достаточное образование пыльцы [26].

Хорошее опыление – залог высокой товарности плодов и высокой урожайности. Но несмотря на то, что растение томата является самоопыляющимся, давно признано экономически оправданным приемом стимулирование опыления [27]. Ранее стимулирование опыления осуществляли механическими приспособлениями, опрыскиванием гормональными препаратами, опыление пчелами. Сейчас же признано более эффективным опыление шмелями. Плоды – полученные в результате опыления, имеют более высокую товарность, снижают затраты ручного труда и делают опыление менее зависимым от климатических условий. Прибавка урожайности в процессе опыления шмелями составляет от 6 до 24% [28].

Хорошее плодобразование зависит от внешних факторов. Оптимальные процессы: образование пыльцы, прорастание пыльцевых зерен и рост пыльцевой трубки. Индекс плодобразования опреде-

ляется процентным отношением количества завязей к количеству цветков на кисти. Плоды могут не завязаться, хотя проходило обильное цветение, связано это с неправильным опылением цветков, слабое прорастание пыльцы, высокая дневная температура ( $>30^{\circ}$ ) – вызывает стерильность пыльцы, низкая температура ( $<15^{\circ}\text{C}$ ) – задержка образования плодов, низкая температура ( $<10^{\circ}\text{C}$ ) – из-за остановки развития растения, температура  $20-27^{\circ}\text{C}$  является оптимальной для прорастания пыльцы, низкая влажность воздуха (60%), низкая интенсивность освещения и низкий ИЛП [29]. Низкая ОВ воздуха ( $<60\%$ ) вызывает высыхание пыльцы и осыпание, высокая ОВ воздуха ( $>95\%$ ) вызывает слипание пыльцы, и она не осыпается – эти факторы влияют на прорастание пыльцы.

Для увеличения интенсивности завязывания плодов в следствии опыления необходимо использовать шмелиные семьи. На томатах черри количество выставленных шмелиных семей на га выше (до 12шт), чем для средне и крупноплодных гибридов томата (6-8шт) [30].

В случае отсутствия опыления могут формироваться очень мелкие плоды – так называемые «Пуфики», которые сохраняются до конца плодоношения. Такие плоды формируются из цветков, которые открылись через 7 дней от начала цветения кисти, и как правило остаются мелкими и не развитыми. Это происходит из-за нехватки ассимилятов, т.к. начала формироваться новая кисть [31].

Важно проводить нормирование плодов в соцветии (удаление части цветочков) томатов черри – это необходимо для получения качественной, полностью сформированной и выполненного соцветия. В зависимости от гибрида, времени года нормирование проводят на 12, 14 и 16 плодов. Так гибриды томата черри  $F_1$  Аксиани,  $F_1$  Сорентино,  $F_1$  Саополо нормируют на 14 плодов в осенний период, на 10-12 плодов в зимний период, на 14 плодов в весенне-летний период. Раздвоенные соцветия (кисти) нормируют, оставляя двойное соцветие, но с меньшим количеством плодов – по 10 плодов в каждой кисти.

Так как сбор проводят кистями, в случае неправильно подобранного нормирования, кисти будут слишком длинными и нижний плод в кисти не будет успевать созревать. В этом случае, его необходимо удалять, иначе на верхних плодах может проявляться растрескивание. Однако верхний плод в кисти самый крупный, и его потеря при неправильной или несвоевременно проведенной нормировании кисти приведет к существенной потере урожайности.

В процессе роста плодов снижается интенсивность ростовых процессов вегетативных органов растения. В первые 2-3 недели плоды растут медленно, в течении следующих 3-4 недель происходит более быстрый рост – за счет увеличения размера клеток. Плоды накапливают большую часть своего веса в фазу зеленой зрелости. В оставшиеся 2 недели рост плодов вновь замедляется – за счет того, что импорт ассимилятов прекращается и начинаются биохимические изменения – переход в фазу созревания (переход из зеленой фазы зрелости в желтую, из желтой в оранжевую и красную).

Через 11 дней после первых изменений окраски плода прекращается поступление ассимилятов и формируется отдельный слой между плодом и чашечкой. В зависимости от гибрида плоды на кисти могут держаться крепко (не происходит осыпания) – очень важный фактор при сборе томатов черри кистями. На других гибридах может происходить осыпание плодов с кисти при достижении 5 степени зрелости, такие гибриды томатов черри выращивают для сбора штучно – плод легче отделяется от плодоножки 3-4 степени зрелости [27].

Опадение (сбрасывание плодов) – коррелятивно управляемый активный процесс, при котором растение избавляется от уже ненужных органов при помощи отдельной ткани. Нередко растения испытывают несколько волн опадения репродуктивных органов. Опадение цветков и завязей на ранних стадиях связано с плохим опылением и неблагоприятными условиями среды. Эти случаи достаточно хорошо освещены в литературе. Второй период – во время налива плодов и роста завязей, когда растение противостоит чересчур обильному плодоношению. В нашем случае происходит именно это. Третий период – опадение плодов при их созревании.

Опадение плодов происходит в результате отрыва плодоножки по отдельному слою. Отделительная ткань располагается у основания черешка или цветоножки, на расстоянии 1,0-1,5 см от цветоложа. Она состоит из двух – трех слоев очень мелких паренхимных клеток, расположенных поперек цветоножки. При созревании плода, так же как и в случае опадения зеленого плода, в отдельной ткани происходят необратимые изменения, заключающиеся в обособлении и ее последующем отмирании, следствием чего становится разрыв плодоножки и опадение плода.

В коррелятивной регуляции опадения плодов принимают участие ауксины, этилен, абсцизовая кислота, факторы старения. Опадение плодов вызывается нарушением гормонального баланса ауксина и этилена в растении. Оба гормона синтезируются растением. Ауксин выделяется при росте семян в плоде, а этилен вырабатывается мякотью плодов. Этилен разрушает клетки отдельного слоя, ауксин задерживает этот процесс.

Этилен стимулирует опадение двояким образом: во-первых, он задерживает синтез и передвижение ауксина по растению, вследствие чего снабжение ауксином отдельной ткани уменьшается. Во-вторых, он индуцирует в отдельной ткани (и только там!) при синтезе РНК целлюлазу, пектиназу или оба эти фермента. Факторы старения, включая абсцизовую кислоту, которые поступают из стареющих плодов, так же стимулируют опадение. Стареющие плоды вырабатывают меньше ауксина и больше факторов старения, отдельная ткань стареет, этилен индуцирует опадение.

Плоды, если они еще не созрели, выделяя ауксин, препятствуют опадению. Когда процесс старения в отдельной ткани уже начался, он больше не подвержен влиянию ауксина. Ростовые веще-

Таблица. Созревание плодов томата черри в зависимости от среднесуточной температуры  
Table. Ripening of cherry tomato fruits depending on the average daily temperature

| Среднесуточная температура, °С | Томаты черри, суток созревания |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 15,0                           | 56                             |
| 16,0                           | 51                             |
| 17,0                           | 46                             |
| 18,0                           | 42                             |
| 18,5                           | 41                             |
| 19,0                           | 39                             |
| 19,5                           | 38                             |
| 20,0                           | 36                             |
| 21,0                           | 34                             |
| 22,0                           | 32                             |

ства, находясь в растении в очень низких концентрациях, могут влиять на ход метаболизма, причем механизм их действия выяснен пока недостаточно. Однако известно, что ростовые вещества могут транспортироваться из одной части растения в другую, накапливаясь в пороговых концентрациях в растущих органах. Развивающиеся семена являются источниками ауксина и гибберелловой кислоты, стимулирующими налив плодов.

Размер плодов и их форма определяется числом локул. А размер и масса плодов в пределах одного и того же гибрида в значительной степени (на 80%) обусловлена изменением числа семян в плодах, которые являются центрами синтеза ауксина. Таким образом, чем больше семян в плоде, тем больше они синтезируют ауксина, тем быстрее наливается плод и быстрее созревает. А все факторы среды, влияющие на число семян в плоде томата, влияют и на опадение плодов.

От температуры существенно зависит скорость развития плодов, которая активирует работу ферментов, управляющих процессами развития и роста. При резком снижении температуры воздуха после захода солнца листья охлаждаются быстро, но плоды остаются теплыми дольше. За счет этого резко возрастает к ним приток ассимилятов, что приводит к интенсивному их росту [32].

Размер плодов на кисти можно регулировать, изменяя ЕС субстрата (высокая ЕС на подаче, снижение количества дренажа): при более высокой концентрации в субстрате, формируется мелкий плод на кисти, за счет этого увеличивается концентрация сахаров и кислотность в них.

Снижение ночной температуры до 14°C или повышение концентрации CO<sub>2</sub> в воздухе стимулирует рост плодов. При выращивании томатов черри применяют технологический прием стимулирующий рост плодов – периодическое удаление топового листа из макушки растений. Тем самым повышается конкурентность плодов в борьбе за доступные ассимиляты.

Для созревания плодов требуется определенное количество сумм температур. Кисть томатов черри созревает 39 дней при среднесуточной температуре 19°C и 42 дня при среднесуточной температуре 18°C (табл.) [31]. Факторы способствующие ускорению созревания: открытие 3х кистей (удаление листа) – попадает больше света в зимний период и поступает больше тепла от трубы роста; более высокий перепад день/ночь; повышенные уровни К в питательном растворе.

В процессе созревания плодов происходят серьезные изменения состава, окраски, вкуса, запаха и структуры. Такие изменения происходят во всех клетках плодов. Регуляция участков созревания проходит за счет растительных гормонов, которая зависит от факторов окружающей среды. В процессе разрушения хлорофилла и синтеза пигментов (каротиноидов и антоцианов) происходит окрашивание плодов.

На интенсивность созревания и снижение синтеза ликопина влияют пониженные температуры.

Синтез ликопина ингибируют температуры >30°C, поэтому нормальная окраска плодов образуется при температурах 23-25°C, а при температурах >30°C происходит нарушение окраски [33].

От баланса кислот и сахаров зависит вкус плодов, летучие ароматические соединения (спирты, сложные эфиры, альдегиды и т.д.) так же влияют на вкус, все они содержатся в очень малых количествах, но придают особый вкус и аромат свойственный для конкретного гибрида. Основой вкусовых свойств является баланс содержания кислот и сахаров. В том случае, если кислот и сахаров очень много, плоды приобретают терпкий вкус, при низком содержании кислот и высоком сахаров приобретает мягкий вкус, если же кислот и сахаров очень мало, то плоды становятся пресные и безвкусные. В случае, если кисти томатов черри созревали не на растении, проявляется отсутствие вкуса [34].

### Заключение

Таким образом, в последнее время томат черри стал пользоваться популярностью, за счет размеров плодов (кисть выглядит привлекательно), неповторимого вкуса, разнообразия расцветок. Трудозатраты высоки, но это оправдано, т.к. стоимость плодов томата черри при реализации выше кистевых томатов. Современные технологии интенсивного выращивания позволяют получать высокие урожаи томата черри при выполнении ряда условий. Это качественное опыление (своевременное обновление и добавление насекомых-опылителей), поддержание оптимального микроклимата в теплице, своевременность выполнения технологических операций, нормирование плодов в соцветии.



**Об авторах:**

**Павел Игоревич Иванов** – аспирант кафедры овощеводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, главный агроном ООО «Луховицкие овощи», p.ivanov@rostgroup.ru

**Вера Ивановна Терехова** – кандидат с.-х. наук, доцент, доцент кафедры овощеводства, <https://orcid.org/0000-0001-8867-6539>, автор для переписки, v\_terekhova@rgau-msha.ru

**About the Authors:**

**Pavel I. Ivanov** – postgraduate student of the Department of Vegetable Growing Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, chief agronomist LLC «Lukhovitsky vegetables», p.ivanov@rostgroup.ru

**Vera I. Terekhova** – Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Department of Vegetable Growing, <https://orcid.org/0000-0001-8867-6539>, Correspondence Author, v\_terekhova@rgau-msha.ru

**• Литература**

- Raiola A., Rigano M.M., Calafiore R., Frusciante L., Barone A. Enhancing the health-promoting effects of tomato fruit for biofortified food. *Mediators Inflammation*. 2014. doi: 10.1155/2014/139873
- Liu Z., Alseekh S., Brotman Y., Zheng Y., Fei Z., Tieman D.M., et al. Identification of a *Solanum pennellii* Chromosome 4 Fruit Flavor and Nutritional Quality-Associated Metabolite QTL. *Front. Plant Sci.* 2016;(7):1671. doi: 10.3389/fpls.2016.01671
- Martí R., Roselló S., Cebolla-Cornejo J. Tomato as a source of carotenoids and polyphenols targeted to cancer prevention. *Cancers (Basel)*. 2016;(8):E58. doi: 10.3390/cancers8060058
- Li Y., Wang H., Zhang Y., Martin C. Can the world's favorite fruit, tomato, provide an effective biosynthetic chassis for high-value metabolites?. *Plant Cell Rep.* 2018;(37):1443–1450. doi: 10.1007/s00299-018-2283-8
- Raiola A., Rigano M.M., Calafiore R., Frusciante L., Barone A. Enhancing the health-promoting effects of tomato fruit for biofortified food. *Mediators Inflammation* 2014. doi: 10.1155/2014/139873
- Tohge T., Fernie A.R. Metabolomics-inspired insight into developmental, environmental and genetic aspects of tomato fruit chemical composition and quality. *Plant Cell Physiol.* 2015;(56):1681–1696. doi: 10.1093/pcp/pcv093
- Martí R., Roselló S., Cebolla-Cornejo J. Tomato as a source of carotenoids and polyphenols targeted to cancer prevention. *Cancers (Basel)*. 2016;(8):E58. doi: 10.3390/cancers8060058
- Мешков А.В., Терехова В.И., Константинович А.В. Овощеводство. Практикум: Учебное пособие для СПО. Издание второе, стереотипное. Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2021. 292 с. ISBN 978-5-8114-7213-0. EDN ASOANSR.
- Цыдендамбаев А.Д. Тепличный практикум: Томаты : дайджест ж-ла "Мир теплиц". Вып. 1. Москва: [б. и.], 2018.
- McAtee P., Karim S., Schaffer R.J., David, K. A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation, and ripening. *Front. Plant Sci.* 2013;(4):79. doi: 10.3389/fpls.2013.00079
- Shinozaki Y., Nicolas P., Fernandez-Pozo N., Ma Q., Evanich D.J., Shi Y., et al. High-resolution spatiotemporal transcriptome mapping of tomato fruit development and ripening. *Nat. Commun.* 2018;(9):364. doi: 10.1038/s41467-017-02782-9
- Li Y., Lu Y., Li L., Chu Z., Zhang H., Li H., et al. Impairment of hormone pathways results in a general disturbance of fruit primary metabolism in tomato. *Food Chem.* 2019;(274):170–179. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.08.026
- Azzi L., Deluche C., Gévaudant F., Frangne N., Delmas F., Hernould M., et al. (2015). Fruit growth-related genes in tomato. *J. Exp. Bot.* 66, 1075–1086. doi:10.1093/jxb/eru527
- Mapelli S.C., Fropa C., Torti G. et al. Relationship between set, development and activities of growth regulators in tomato fruits. *Plant Cell Physiol.* 1978;(19):1281–1288
- Sjut V., Bangerth F. Effect of pollination or treatment with growth regulators on levels of extractable hormones in tomato ovaries and young fruits. *Physiol. Plant.* 1981;(53):76–78.
- Lemaire-Chamley M., Petit G., Garcia V. et al. Changes in transcriptional profiles are associated with early fruit tissue specialization in tomato. *Plant Physiol.* 2005;(139):750–769.
- Oubroucheva N.V. Hormonal regulation during plant fruit development. *Russian J. Dev. Biol.* 2014;(45):11–21. doi: 10.1134/S1062360414010068
- Srivastava A., Handa A.K. Hormonal regulation of tomato fruit development: A Molecular perspective. *J. Plant Growth Regul.* 2005;(24):67–82. doi:10.1007/s00344-005-0015-0
- McAtee P., Karim S., Schaffer R.J., David, K. A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation, and ripening. *Front. Plant Sci.* 2013;(4):79. doi: 10.3389/fpls.2013.00079
- Shinozaki Y., Hao S., Kojima M., Sakakibara H., Ozeki-lida Y., Zheng Y., et al. Ethylene suppresses tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit set through modification of gibberellin metabolism. *Plant J.* 2015;(83):237–251. doi: 10.1111/tpj.12882
- Shinozaki Y., Ezura H., Arizumi T. The role of ethylene in the regulation of ovary senescence and fruit set in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Plant Signaling Behav.* 2018;(13):e1146844. doi: 10.1080/15592324.2016.1146844
- de Jong M., Mariani C., Vriezen W.H. The role of auxin and gibberellin in tomato fruit set. *J. Exp. Bot.* 2009;(60):1523–1532. doi: 10.1093/jxb/erp094
- Физиология растений и микроклимат. Тепличный практикум: Дайджест журнала «Мир теплиц». М., 2015. 220 с.
- Тепличный практикум «Мир теплиц» Томаты: Технология (дайджест журнала «Мир Теплиц»). М., 2011. 203 с.
- Тепличный практикум «Мир теплиц» Томаты: Технология (дайджест журнала «Мир Теплиц»). М., 2018. 203 с.
- Король В.Г., Сортовая реакция томата на дополнительное опыление в условиях зимних остекленных теплиц. *Прогрессивные приемы технологии, селекции и семеноводства овощных культур*. М., 1987. С. 55-64.
- Король В.Г., О причинах опадения плодов томата в продленном обороте зимних теплиц// *Гавриш*. 2013;(6):12-14.
- Ахатов А.Б., Шишкина С.Н. Мир томата глазами фитопатолога. М.: Тов-во науч. Изданий КМК, 2021. 374 с.
- Цыдендамбаев А.Д. Томат под стеклом. Москва, 2021. 593 с.
- Король В.Г. Влияние сорта и различных способов дополнительного опыления на урожайность и размер плодов томата в условиях летне-осеннего оборота. *Селекция, семеноводство и сортовая технология производства овощей*. М., 1988. С. 180-191.
- Цыдендамбаев А.Д., Нестеров С.Ю., Семенов С.Н. Светокультура томата. М.: ООО Райк Цваан. 2014.
- Король В.Г. Как улучшить плодообразование томата. *Картофель и овощи*. 1994;(3):16-17.
- Вим ванн Криекен, Кес ванн Леннинг. Томаты и ликопин. *Мир теплиц*. 2008;(5):43-47.
- Бэртон У.Г. Физиология созревания и хранения продовольственных культур. Пер. с англ. И.М. Слишкина. Под ред. Н.В. Обручевой. М: Агропромиздат, 1985. 359 с.

**• References**

- Meshkov A.V., Terekhova V.I., Konstantinovich A.V. Vegetable growing. Second edition, stereotyped. St. Petersburg: Publishing house "Lan", 2021. 292 p. ISBN 978-5-8114-7213-0. EDN ASOANSR.
- Tsydenambaev A.D. Greenhouse workshop: Tomatoes: digest of the magazine "World of greenhouses". Issue. 1. M.: 2018.
- Physiology of plants and microclimate. *Greenhouse workshop: Digest of the journal "World of greenhouses"*. M., 2015. 220 p.
- Greenhouse Workshop "World of Greenhouses" Tomatoes: Technology (digest of the magazine "World of Greenhouses"). M., 2011. 203 p.
- Greenhouse Workshop "World of Greenhouses" Tomatoes: Technology (digest of the magazine "World of Greenhouses"). M., 2018. 203 p.
- Korol V.G. Varietal reaction of tomato to additional pollination in conditions of winter glazed greenhouses. *Progressive methods of technology, breeding and seed production of vegetable crops*. M., 1987. P. 55-64.
- Korol V.G. On the reasons for the fall of tomato fruits in the extended turnover of winter greenhouses. *Gavrish*. 2013;(6):12-14.
- Akhmatov A.B., Shishkina S.N. The world of tomato through the eyes of a phytopathologist. M.: Tov-in scientific. Editions of KMK, 2021. 374 p.
- Tsydenambaev A.D. Glass tomato. Moscow, 2021. 593 p.
- Korol V.G. Influence of a variety and various methods of additional pollination on the yield and size of tomato fruits in the conditions of summer-autumn turnover. *Breeding, seed production and varietal technology for the production of vegetables*. M., 1988. P. 180-191.
- Tsydenambaev A.D., Nesterov S.Yu., Semenov S.N. Light culture of tomato. M.: ООО Raik Zwaan. 2014.
- Korol V.G. How to improve tomato fruit formation. *Potatoes and vegetables*. 1994;(3):16-17.
- Wim van Krieken, Kees van Lenning. Tomatoes and lycopene. *World of greenhouses*. 2008;(5):43-47.
- Burton W.G. Physiology of maturation and storage of food crops. M: Agropromizdat, 1985. 359 p.

## Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-84-89>  
УДК 634.13/.14:57.017:631.541.12

И.В. Сёмин

Федеральное государственное бюджетное  
научное учреждение Всероссийский  
научно-исследовательский  
институт селекции плодовых культур  
302530, Россия, Орловская область,  
Орловский район, п/о Жилина

**\*Автор для переписки:**

seminigorvniispk.ru@yandex.ru,  
semin@orel.vniispk.ru

**Конфликт интересов:** Автор заявляет об отсут-  
ствии конфликтов интересов

**Для цитирования:** Сёмин И.В. Признаки несо-  
вместимости компонентов прививки в привойно-  
подвойных комбинациях груши с айвой  
обыкновенной. *Овощи России*. 2023;(5):84-89.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-84-89>

**Поступила в редакцию:** 12.07.2023

**Принята к печати:** 30.08.2023

**Опубликована:** 29.09.2023

Igor V. Semin

Russian Research Institute  
of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)  
Zhilina, Orel region,  
Orlovsky district, 302530, Russia

**\*Correspondence:**

seminigorvniispk.ru@yandex.ru,  
semin@orel.vniispk.ru

**Conflict of interest:** The author declare  
that there are no conflicts of interest

**For citation:** Semin I.V. Signs of incompatibility of  
grafting components in scion-rootstock combina-  
tions of pear with common quince. *Vegetable  
crops of Russia*. 2023;(5):84-89. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-84-89>

**Received:** 12.07.2023

**Accepted for publication:** 30.08.2023

**Published:** 29.09.2023

# Признаки несовместимости компонентов прививки в привойно- подвойных комбинациях груши с айвой обыкновенной

**Резюме**

**Актуальность.** В средней полосе России промышленного выращивания плодов груши почти не производится в связи с отсутствием подвоев интенсивного типа. В регионах с мягким климатом эта проблема уже давно решается путем прививки груши на айву обыкновенную, но в более северных регионах айва недостаточно зимостойка. В последние годы в результате многолетней работы ученых ВНИИСПК получены зимостойкие подвойные формы айвы обыкновенной, способные сдерживать рост привоев и ускорять вступление их в пору плодоношения. Они имеют широкую перспективу использования для интенсификации производства плодов груши в средней полосе России. Однако прививка груши на айву отдаленная межродовая и не все сорта могут на ней возделываться ввиду разной степени совместимости. Единой методики определения совместимых и несовместимых привойно-подвойных комбинаций сортов груши с айвой обыкновенной нет, поэтому выявить признаки, по которым уже начиная с питомника можно выделить нежизнеспособные комбинации является важной и актуальной задачей.

**Материалы и методы.** Исследования выполняли в условиях производственного питомника ВНИИСПК в 2008-2010; 2019-2022 годах. Объектом исследований служили привойно-подвойные комбинации, состоящие из сеянцев айвы обыкновенной селекции ВНИИСПК, используемые в качестве подвоев и различные сорта груши коллекции института. В работе было использовано 30 сортов различного географического происхождения и срока созревания. В качестве контроля использовали сеянцы груши. Размножение сортов осуществляли методом окулировки на высоте 20 см от земли в первой декаде августа. Повторность опыта 3-х кратная по 11 растений в каждой. Агротехника опыта общепринятая. С целью выявления наиболее часто встречающихся признаков, характеризующих степень совместимости привойно-подвойных комбинаций начиная с пробуждения глазков привоя каждые 5-7 дней производили наблюдения за их развитием в условиях первого поля питомника.

**Результаты.** В ходе наблюдений дополнительно выявлен ряд признаков, которые могут быть показателями положительного или отрицательного сращения сортов груши с айвой обыкновенной и на основе которых можно предварительно определять жизнеспособные и нежизнеспособные привойно-подвойные комбинации уже в питомнике. Проведенные исследования также позволили разделить сорта груши на три группы совместимости с айвой обыкновенной: А – хорошо совместимые сорта. Их развитие на айвовом подвое лучше, чем на грушевом. Б – удовлетворительно совместимые сорта. Они могут расти на айве обыкновенной, то есть быть жизнеспособными привойно-подвойными комбинациями, но имеют некоторые признаки их неполноценного развития. Желательно использовать совместимый интеркалярный подвой, на котором такие сорта развиваются лучше. В – несовместимые сорта. Выращивать такие сорта на айве возможно только с использованием совместимого интеркалярного подвоя. При непосредственной прививке на айву обыкновенную такие привойно-подвойные комбинации не жизнеспособны.

**Ключевые слова:** айва обыкновенная, интенсивный подвой, привойно-подвойные комбинации, сорта груши, совместимость сортов груши, семенной подвой

## Signs of incompatibility of grafting components in scion-rootstock combinations of pear with common quince

**Abstract**

**Relevance.** In the middle zone of Russia, industrial cultivation of pear fruits is almost not produced due to the lack of intensive rootstocks. In regions with a mild climate, this problem has long been solved by grafting pears on common quince, but in more northern regions, quince is not hardy enough. In recent years, as a result of the long-term work of VNIISPK scientists, winter-hardy rootstock forms of common quince have been obtained, capable of restraining the growth of grafts and accelerating their entry into the fruiting season. They have a wide prospect of being used to intensify the production of pear fruits in central Russia. However, the grafting of pears on quince is remote intergenerational and not all varieties can be cultivated on it due to different degrees of compatibility. There is no single methodology for determining compatible and incompatible graft-rootstock combinations of pear varieties with quince, therefore, it is an important and urgent task to identify signs by which non-viable combinations can be identified starting from the nursery.

**Materials and methods.** The research was carried out in the conditions of the VNIISPK production nursery in 2008-2010; 2019-2022. The object of research was graft-rootstock combinations consisting of quince seedlings of ordinary selection of VNIISPK used as rootstocks and various varieties of pear collection of the Institute. Pear seedlings were used as a control. Propagation of varieties was carried out by the method of oculation at a height of 20 cm from the ground in the first decade of August. The repetition of the experiment is 3 times 30 plants in each. Agrotechnics of experience is generally accepted. In order to identify the most common signs characterizing the degree of compatibility of graft-rootstock combinations, starting from the awakening of the eyes of the graft, observations were made every 5-7 days on their development in a nursery.

**Results.** In the course of observations, a number of additional signs were identified that can be indicators of positive or negative accretion of pear varieties with quince and on the basis of which it is possible to determine viable and non-viable graft-rootstock combinations already in the nursery. The conducted studies also made it possible to divide pear varieties into three groups of compatibility with quince: A – well compatible varieties. Their development on the quince rootstock is better than on the pear rootstock. B – satisfactorily compatible varieties. They can grow on common quince, that is, they can be viable graft-rootstock combinations, but there are some signs of their incomplete development. It is advisable to use a compatible insert rootstock, on which such varieties develop better. C – incompatible varieties. It is possible to grow such varieties on quince only with the use of a compatible insert rootstock. With direct grafting on common quince, such graft-rootstock combinations are not viable.

**Keywords:** Common quince, intensive rootstock, graft-rootstock combinations, pear varieties, compatibility of pear varieties, seed rootstock

### Введение

**А**нализ различных источников литературы показал, что в настоящее время нет единой методики оценки совместимости компонентов прививки в привойно-подвойных комбинациях с плодовыми культурами. Особенно это актуально для груши, где вопросам подбора подвоя с оптимальными хозяйственно-биологическими признаками и высокой совместимостью с сортами уделяется недостаточное внимание. Под совместимостью привоя и подвоя понимается их способность образовывать между собой и сохранять в течение длительного срока анатомически правильное и механически прочное срастание, обеспечивающее успешный обмен веществ и нормальный ход жизненных процессов привитого растения, как единого организма. Несовместимость компонентов прививки проявляется в неполном срастании привоя и подвоя или в последующем нарушении связи между ними в месте спайки, недостатку или отсутствию срастания проводящих компонентов, каллусных тканей или других жизненно важных структур, что приводит к плохому росту и плодоношению, недолговечности привитых растений или их преждевременной гибели [1, 2]. Существуют различные теории проявления несовместимости в компонентах прививки различных растений. Одна из них основана на различиях в интенсивности роста, развития и продолжительности вегетации подвоя и привоя [3, 4]. Такая форма проявления определяется как физиологическая несовместимость. Другая теория связана с различиями в биологическом или генетическом строении растений. В привойно-подвойных комбинациях наибольшая совместимость проявляется если оба компонента прививки относятся к одному виду. [5, 6, 7]. Однако науке и практике известны случаи, когда, используя компоненты прививок разных видов и родов удается повысить реализацию потенциальных возможностей сорта, увеличить урожайность, снизить рост растений и повысить скороплодность сортов. Примером может служить прививка груши на айву обыкновенную [8-11]. Но различия в биологическом или генетическом строении часто вызывают сложности в срастании и развитии компонентов прививки. Такое явление называют биологической несовместимостью. Существует еще морфологическая несовместимость, при которой полноценному срастанию компонентов прививки препятствует структура, размеры или расположение различных клеток и тканей в месте срастания. Различают и другие формы несовместимости компонентов прививки, однако, в целом если характеризовать несовместимость как явление следует заметить, что каждой форме проявления присущи свои особенности и признаки [12].

Особенно актуально выявить признаки срастания как положительные, так и отрицательные для выращивания груши с использованием в качестве подвоя айвы обыкновенной. Дело в том, что прививка груши на айву является отдаленной межродовой и проявление несовместимости здесь является естественным явлением [9, 10, 13, 14, 15].

Однако для многих сортов груши существуют исключения, при которых возможны совместимые и высокопродуктивные комбинации [8, 10, 11]. Выявить совместимые и несовместимые комбинации, определить признаки их проявления на первых этапах оценки сортов в питомнике и стало целью нашей работы.

### Объекты исследований

Объектами исследований стали привойно-подвойные комбинации 30 сортов груши коллекции ВНИИСПК различного происхождения с сеянцами айвы обыкновенной, являющиеся 3 поколением от отборных зимостойких форм селекции ВНИИСПК.

### Методика исследований

Исследования проводили в питомнике института методом окулировки сортов груши в 3-х кратной повторности по 11 глазков в каждой на 2-х летние сеянцы айвы обыкновенной селекции ВНИИСПК в период 2008-2010 и 2019-2022 годов. Сеянцы айвы обыкновенной являются производными в третьем поколении от отборных зимостойких форм айвы обыкновенной селекции ВНИИСПК. Отборные формы айвы обыкновенной в предварительных исследованиях показали высокую устойчивость к неблагоприятным факторам зимнего периода как надземной, так и корневой системы растений. У всех сеянцев отмечена высокая восстановительная способность при повреждении низкими температурами. В качестве контроля использовали 2-х летние сеянцы груши обыкновенной, как единственного наиболее распространенного подвоя для размножения сортов груши в условиях средней полосы России. Учеты и наблюдения за развитием привоев груши проводили в условиях питомника. Сравнительный анализ всех изучаемых признаков производили на основе оценки сорто-подвойных комбинаций сортов груши с сеянцами айвы обыкновенной селекции ВНИИСПК и сеянцев груши. Все работы по оценке совместимости и показателям качества саженцев груши проведены в соответствии с «Программой и методикой плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999) [16]. Степень совместимости привойно-подвойных комбинаций определяли по методике Коровина (1979) [12].

Для выявления признаков, позволяющих дать более полную оценку совместимости сортов груши с сеянцами айвы обыкновенной и разделения изученных в течение 7 лет сорто-подвойных комбинаций нами произведены учеты по совместимости на основе следующих показателей: начало и продолжительность распускания почек привоя, интенсивность роста привоя и степень ветвления однолетнего прироста, размер листовой поверхности привоя, наличие и интенсивность образования поросли у подвоя в течении вегетации и развития привоя, изменение окраски листьев или побегов привоя в течении вегетации и преждевременное опадение листьев, связанное с затуханием ростовых процессов, прочность срастания с подвоем и образование наплыва в месте срастания а также выход стандартных саженцев груши или саженцев высокого качества. Наличие положительных признаков у сорто-подвойной комбинации мы обозначили знаком плюс, а их отсутствие знаком минус (табл.1). Наличие комплекса отрицательных признаков до 5-6 показателей у 75% растений варианта опыта приводит к выбраковке сорто-подвойной комбинации как несовместимой. Отсутствие отрицательных признаков по всем показателям указывает на высокую жизнеспособность и совместимость сорто-подвойной комбинации уже в условиях питомника.

### Результаты и их обсуждение

Прежде чем оценивать срастание груши с айвой обыкновенной необходимо понимать, что совместимость



может быть активная (жизнеспособная), когда обнаружены положительные признаки хорошего срастания с подвоем уже в первый год развития привоев и эффективная, при которой привои начинают полноценно плодоносить в саду в течении нескольких лет без снижения интенсивности их развития.

Эффективная совместимость оценивается среди жизнеспособных совместимых привойно-подвойных комбинаций, выделенных в питомнике. Несовместимость компонентов прививки может быть явная, когда проявляются все признаки угнетения привоя уже в питомнике и скрытая, когда такие признаки могут появиться спустя некоторое время уже после посадки в сад. Выявлять все отрицательные признаки слабого срастания и развития компонентов прививки, постоянно выбраковывая неудачные комбинации следует проводить от начала развития привоев после прививки в питомнике до плодоношения сортов груши в саду.

Наши исследования производились на основании результатов трудов Коровина В.А. [12]. Он выделяет 3 основных показателя плохого срастания сорта с подвоем, которые можно определить уже в питомнике:

1) Точечная болезнь подвоя – выражается в виде слабых однолетних приростов, мелких суховатых листьев привоя и очевидным образованием некрозов в древесине и на коре подвоя. Проявляется уже в питомнике.

2) Голодание подвоя. Обычно проявляется чуть позже, чем точечная болезнь. В этом случае отмечается раннее окончание поступательного роста побегов, листья преждевременно начинают изменять окраску на красный или желтый цвет и опадают, начиная с верхней части побега, а в месте срастания образуется наплыв.

3) Непрочное срастание привоя и подвоя. В месте срастания со временем или сразу образуется отделительный слой – трещины или некротические образования, что приводит к отлому привоя от подвоя. Место отлома чаще всего имеет гладкую поверхность.

В ходе многолетних исследований ВНИИСПК был отмечен еще ряд признаков, по группам сортов, разделенных по степени срастания с подвоем указывающие прямо или косвенно на несовместимость в привойно-подвойной комбинации (табл. 1): каждый из таких показателей и их взаимодействие между собой определяет характер срастания всей привойно-подвойной комбинации, как единого организма и дает возможность более полно оценить совместимость сорто-подвойной комбинации груши и айвы обыкновенной.

**Период и длительность распускания почек привоя.** Наши исследования показали, что у всех совместимых с айвой обыкновенной сортов груши набухание и распускание почек привоев происходило одновременно или несколько раньше, чем в вариантах, где в качестве подвоев использовались сеянцы груши (табл. 1). У всех несовместимых сортов груши развитие привоев наступало позже на 7-15 дней и более, при этом отмечен продолжительный характер развития привоев. Подобные явления могут быть связаны с недостаточным обеспечением тканей необходимыми компонентами для полноценного их функционирования ввиду плохого срастания с подвоем. Такой отрицательный признак в таблице 1 отмечен знаком минус и подразумевает более позднее пробуждение и длительное развитие привоев.

### **Интенсивность роста привоя и степень его ветвления.**

Наблюдение за развитием привоев груши в течении вегетации показало интенсивный рост и высокую степень ветвления у всех совместимых с айвой обыкновенной сортов груши (Есенинская, Белорусская поздняя, Памяти Яковлева и др.). При этом суммарная длина прироста у них была в разы больше, чем в вариантах с грушевым подвоем. У многих совместимых сортов интенсивность роста и степень ветвления привоев на айвовом подвое не отличалась от вариантов где использовался грушевый подвой (Муратовская, Самарская зимняя, Алая, Ника и др.). Тем не менее это положительный признак, отмеченный в таблице 1 знаком плюс. Все несовместимые сорта груши на айвовом подвое показали медленный поступательный рост и развитие привоев, быстрое затухание поступательного роста и слабое или отсутствующее ветвление однолетнего прироста. Развитие привоев в течении всего сезона часто носило затяжной характер. В результате у несовместимых с айвой сортов наблюдалось снижение качественных показателей саженцев.

### **Размер суммарной площади листовой поверхности привоя.**

Предварительные исследования в середине лета показали, что у всех совместимых с айвой сортов груши суммарная площадь листовой поверхности саженцев чаще всего в разы больше, чем на грушевом подвое за счет большего суммарного прироста привоев. В предварительных исследованиях установлено, что для таких сортов как Памяти Яковлева, Августовская роса, Белорусская поздняя, Есенинская и Тютчевская суммарная площадь листовой поверхности при окулировке на айву обыкновенную почти в 1,5-2,5 раза больше, чем при использовании грушевого подвоя. Это положительный признак. Вероятно, с этим связано снижение или отсутствие образования поросли ниже места прививки сорто-подвойной комбинации. У всех несовместимых сортов отмечаются более мелкие листья в течении всей вегетации и значительно меньшая суммарная площадь листовой поверхности саженца.

### **Образование поросли у подвоя в течении вегетации.**

В целом это отрицательный признак. Однако наблюдение за растениями в питомнике показали, что все сорта груши, привитые на айву до начала поступательного роста привоев, образуют поросль в верхней зоне подвоя. С началом поступательного роста привоев у всех совместимых с айвой сортов интенсивность образования поросли значительно снижается и не отличается от вариантов с грушевыми подвоями. В таблице наличие такого признака, отмеченного в середине и конце лета, в сорто-подвойной комбинации является отрицательным и обозначается знаком минус. Порослеобразующая способность подвоев в несовместимых комбинациях остается высокой в течении всей вегетации.

### **Изменение окраски листьев или побегов в течении вегетации. Преждевременное опадение листьев.**

Наблюдение за ростом саженцев груши в питомнике показали, что все совместимые с айвой сорта в течении всей вегетации имели нормальный здоровый вид однолетнего прироста, свойственный сорту и не отличающегося от привоев на груше. Поступательный рост сортов груши продолжался до осени как в вариантах с айвовыми подвоями, так и с сеянцами груши. Отсутствие изменения окраски листьев привоев в течении вегетации до естественного вхождения растений в период покоя это положительный признак.

Все несовместимые сорта начиная с августа (иногда с июля) изменяли цвет листовой поверхности на желтые и темные тона, частично сбрасывали листья и опадение их начиналось с верхней части побега. На сеянцах груши эти же сорта продолжали полноценное развитие и имели нормальный свойственный сорту цвет листьев до осени. У несовместимых с сеянцами айвы обыкновенной вариантов отмечалось раннее затухание поступательного роста и окончание вегетации. Для некоторых сортов (Площанская, Видная, Орловская красавица, Орловская летняя, Русановская, Тихий дон, Кармен и др.) выявлено образование оттенков красных или рыжих тонов всей поверхности коры однолетнего прироста, что также является негативным показателем, даже если растения при этом выглядят здоровыми.

**Прочное срастание с подвоем.** Безусловно является одним из основных и положительных признаков совместимости сортоподвойной комбинации и обозначен знаком плюс. Наши исследования показали, что у всех совместимых сортов в питомнике отмечалось прочное срастание с сеянцами айвы обыкновенной. Исключением стали такие сорта как Тютчевская и Памяти Яковлева в вариантах, с которыми около 40-60% саженцев груши в питомнике имели признаки непрочного срастания с подвоем и наплыв в месте окулировки. Однако последующие исследования указывают на то, что начиная со второго года развития наблюдалось постепенное исчезновение наплыва у большинства растений и повышение прочности срастания компонентов прививки. На 4-5 год развития сформировались полноценные совместимые сорто-подвойные комбинации. Поэтому сорта Тютчевская и Памяти Яковлева нельзя характеризовать как несовместимые с айвой комбинации. Все несовместимые сорта груши почти на 100% в первые 1-3 года показали отломы в местах срастания с подвоем. Отломы часто были гладкие и имели некротические вкрапления, что говорит о неспособности срастания отдельных тканей привоя с подвоем.

**Точечная болезнь.** Образование некротических участков в месте срастания компонентов прививки приводит к угнетению растений. Это отрицательный признак и в предварительных исследованиях отмечен у сортов Русановская и Тихий дон, которые являются несовместимыми с айвовым подвоем. Кроме того, точечная болезнь сопровождается суховатыми листьями виду снижения их оводненности.

**Образование наплыва в месте срастания с подвоем.** Это отрицательный признак, указывающий на нарушение транспорта питания растений в месте образования соединительной ткани. Все несовместимые с айвой сорта показали образования такого наплыва. Этот признак вполне может указывать на несовместимость компонентов прививки. Однако, среди совместимых комбинаций также могут встречаться такие случаи, но при всех остальных параметрах растения развиваются полноценно и со временем наплыв исчезает. Поэтому признак косвенный. Его нужно рассматривать в совокупности с прочным срастанием привоя с подвоем.

**Соответствие диаметра штамба привоя к диаметру штамба корневой шейки подвоя.** Признак косвенный и характеризует скорее качество срастания привоя с подвоем, чем его степень. Наши исследования показали, что у всех совместимых комбинаций этот показатель приближен к единице (0,9-1,0). То есть толщина штамба привоя и

толщина штамба подвоя совпадают или почти совпадают по диаметру. Это положительный признак. У большинства несовместимых сортов это соотношение менее 0,7-0,5 единиц, то есть штамб привоя всегда тоньше штамба подвоя, что чаще всего сопровождается интенсивным образованием поросли в районе корневой шейки подвоя. Исключение составил сорт Орловская летняя в случае, с которым привой той же толщины что и подвой или немного толще, при этом комбинация является не жизнеспособной. Возможно это обусловлено биологическими особенностями сорта, который является триплоидным по своей природе.

**Выход товарных саженцев груши.** Исследования биометрических показателей саженцев груши, выращенных в условиях питомника показали, что все совместимые с айвой обыкновенной сорта имели высокий выход саженцев и их хорошее качество. Это положительный признак. Выход саженцев у большинства сортов составляет более 90%. Есенинская, Конференция, Муратовская, Тютчевская, Памяти Яковлева, Белорусская поздняя, Брянская красавица показали наилучший результат. Все саженцы груши имели высоту однолетнего прироста более 150 см. и соответствовали качеству саженцев, полученных на грушевом подвое. Все несовместимые комбинации показали снижение выхода саженцев, большинство из которых имели низкое качество. Их высота не превышала 120 см и показатели уступали вариантам с грушевыми подвоями.

На основе полученных данных все изученные сорта груши по оценке совместимости с сеянцами айвы обыкновенной в сорто-подвойных комбинациях были распределены в три группы сортов (табл. 2):

Сорта груши хорошо совместимые с айвовым подвоем – группа А. Все определяющие признаки срастания с подвоем носят положительный характер, а более 90% привоев развиваются лучше, чем при использовании грушевых подвоев. В эту категорию вошли такие сорта как: Есенинская, Конференция, Муратовская, Алая, Белорусская поздняя, Ника, Брянская красавица, Ясочка, Духмяная, Тютчевская, Памяти Яковлева и Самарская зимняя. Их выращивание возможно при непосредственной прививки на айву обыкновенную и вероятно они потенциально могут являться интеркалярным подвоем для сортов груши из других групп совместимости. Исследования в этом направлении актуальны и будут продолжены.

Сорта, имеющие удовлетворительную совместимость с айвой обыкновенной – группа Б. Такие сорта как Чижевская, Ботаническая, Красавица Черненко, Видная, Площанская, Памятная, Аннушка, Велеса, Талгарская красавица, Феерия, Лира и Просто Мария могут расти и развиваться на айвовом подвое, то есть быть жизнеспособными сорто-подвойными комбинациями, однако существует несколько отрицательных признаков срастания с айвой обыкновенной, в связи с чем практически все привои имеют более низкую эффективность развития, чем на груше. Для промышленного производства такие сорто-подвойные комбинации могут быть малоэффективны.

Сорта, несовместимые с айвой обыкновенной – группа В. Сюда входят Орловская красавица, Орловская летняя, Русановская, Тихий Дон, Завая и Кармен. Для этих сортов подавляющее большинство или все признаки указывают на отсутствие срастания компонентов прививки во всех вариантах опыта. Все привои развиваются гораздо хуже,

Таблица 1. Признаки положительного срастания привоя и подвоя в сорто-подвойных комбинациях с айвой обыкновенной селекции ВНИИСПК

Table 1. Signs of positive intergrowth of scion and rootstock in cultivar-rootstock combinations with common quince of VNIISP breeding

| Сорт привоя          | Своевременное начало распускания почек привоя | Интенсивность роста привоя | Размер суммарной листовой пластины привоя | Отсутствие или снижение поросли у подвоя | Отсутствие преждевременного опадения или изменения окраски листьев и побегов привоя | Прочное срастание с подвоем | Отсутствие точечной болезни | Отсутствие напыла в месте срастания | Соответствие диаметра штамба привоя и подвоя близкое к 1,0. | Выход товарных саженцев | Количество положительных признаков |
|----------------------|-----------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Есенинская           | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | +                       | 10                                 |
| Конференция          | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | +                       | 10                                 |
| Муратовская          | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | +                       | 10                                 |
| Алая                 | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | +                       | 10                                 |
| Белорусская поздняя  | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | +                       | 10                                 |
| Ника                 | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | +                       | 10                                 |
| Брянская красавица   | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | +                       | 10                                 |
| Ясочка               | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | +                       | 10                                 |
| Самарская зимняя     | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | +                       | 10                                 |
| Духмяная             | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | -                                   | +                                                           | +                       | 9                                  |
| Тютчевская           | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | -                           | +                           | -                                   | +                                                           | +                       | 8                                  |
| Памяти Яковлева      | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | -                           | +                           | -                                   | +                                                           | +                       | 8                                  |
| Чижевская            | -                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | -                       | 8                                  |
| Ботаническая         | -                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | -                       | 8                                  |
| Красавица Черненко   | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | -                           | +                           | -                                   | +                                                           | +                       | 8                                  |
| Видная               | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | -                                   | +                                                           | -                       | 8                                  |
| Площанская           | +                                             | +                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | -                           | +                           | +                                   | +                                                           | -                       | 8                                  |
| Памятная             | -                                             | -                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | -                       | 7                                  |
| Аннушка              | -                                             | -                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | -                       | 7                                  |
| Велеса               | -                                             | -                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | -                       | 7                                  |
| Талгарская красавица | -                                             | -                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | -                       | 7                                  |
| Феерия               | -                                             | -                          | +                                         | +                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | +                                                           | -                       | 7                                  |
| Лири                 | -                                             | +                          | +                                         | -                                        | +                                                                                   | +                           | +                           | +                                   | -                                                           | -                       | 6                                  |
| Просто Мария         | +                                             | +                          | +                                         | -                                        | +                                                                                   | -                           | +                           | +                                   | -                                                           | -                       | 6                                  |
| Орловская красавица  | -                                             | +                          | +                                         | -                                        | -                                                                                   | -                           | +                           | +                                   | -                                                           | -                       | 4                                  |
| Орловская летняя     | -                                             | +                          | +                                         | -                                        | -                                                                                   | -                           | +                           | -                                   | +                                                           | -                       | 4                                  |
| Завая                | -                                             | -                          | -                                         | -                                        | +                                                                                   | -                           | -                           | -                                   | +                                                           | -                       | 2                                  |
| Русановская          | -                                             | -                          | -                                         | -                                        | -                                                                                   | -                           | -                           | -                                   | -                                                           | -                       | 0                                  |
| Тихий дон            | -                                             | -                          | -                                         | -                                        | -                                                                                   | -                           | -                           | -                                   | -                                                           | -                       | 0                                  |
| Кармен               | -                                             | -                          | -                                         | -                                        | -                                                                                   | -                           | -                           | -                                   | -                                                           | -                       | 0                                  |

Таблица 2. Группы совместимости сортов груши в привойно-подвойных комбинациях с айвой обыкновенной

Table 2. Compatibility groups of pear varieties in scion-rootstock combinations with common quince

| Группа совместимости                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                    |                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| А – хорошая                                                                                                                                                                      | Б – удовлетворительная                                                                                                                                             | В – плохая                                                                             |
| Есенинская<br>Памяти Яковлева<br>Муратовская<br>Белорусская поздняя<br>Тютчевская<br>Брянская красавица<br>Конференция<br>Ника<br>Алая<br>Ясочка<br>Духмяная<br>Самарская зимняя | Площанская<br>Просто Мария<br>Аннушка<br>Красавица Черненко<br>Видная<br>Памятная<br>Чижевская<br>Талгарская красавица<br>Феерия<br>Велеса<br>Лири<br>Ботаническая | Орловская красавица<br>Орловская летняя<br>Русановская<br>Тихий Дон<br>Завая<br>Кармен |



чем при использовании грушевых подвоев. Прямая прививка на айву обыкновенную будет малоэффективна или нецелесообразна. В ходе предварительных наблюдений установлено, что почти все привои несовместимых с айвой сортов груши погибают в первые три года жизни на сеянцах айвы обыкновенной.

Таким образом, используя данные исследований, проведенных в условиях питомника ВНИИСПК в течение 7 лет были выявлены 10 наиболее часто встречающихся признаков положительного и отрицательного срастания сортов груши и айвы обыкновенной селекции ВНИИСПК: начало вегетации привоев, их интенсивность роста и степень ветвления, размер листовой поверхности саженцев груши, интенсивность образования поросли подвоя, отсутствие преждевременного изменения окраски листьев и их опадение или изменение окраски побегов привоя, прочность срастания с подвоем, наличие или отсутствие наплыва в месте срастания, точечная болезнь, соотношение диаметра штамба привоя и подвоя и выход товарных саженцев. На основе этих признаков из 30 изученных сортов были выделены 3 группы сортов, среди которых:

Хорошо совместимые с айвой обыкновенной сорта груши – группа «А», выращивание которых

возможно при непосредственной прививки на сеянцы айвы обыкновенной – Есенинская, Конференция, Муратовская, Алая, Белорусская поздняя, Ника, Брянская красавица, Ясочка, Духмяная, Тютчевская, Памяти Яковлева, Самарская зимняя. Эти сорта развиваются на айве лучше, чем на грушевом подвое и могут быть рекомендованы для возделывания в садах интенсивного типа с использованием айвы обыкновенной в качестве подвоя.

Удовлетворительно совместимые сорта – группа «Б» – Чижевская, Ботаническая, Красавица Черненко, Видная, Площанская, Памятная, Аннушка, Велеса, Талгарская красавица, Феерия, Лира и Просто Мария. Они могут развиваться на айвовом подвое при непосредственной прививке, но использование в качестве подвоев сеянцев груши для них более эффективно.

В третью группу – «В» входят сорта несовместимые с айвой обыкновенной: Орловская красавица, Орловская летняя, Русановская, Тихий Дон, Завая и Кармен. Непосредственная прививки их на айву обыкновенную нецелесообразна. Исследования в данном направлении актуальны и будут продолжены.

#### Об авторе:

**Игорь Валерьевич Семин** – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, лаборатория сортоизучения и сортовой агротехники яблони, [seminigorvniispk.ru@yandex.ru](mailto:seminigorvniispk.ru@yandex.ru), [semin@orel.vniispk.ru](mailto:semin@orel.vniispk.ru)

#### About the Author:

**Igor V. Semin** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Laboratory of Variety Studies and Varietal Agrotechnics of Apple trees, [seminigorvniispk.ru@yandex.ru](mailto:seminigorvniispk.ru@yandex.ru), [semin@orel.vniispk.ru](mailto:semin@orel.vniispk.ru)

#### • Литература

1. Трусевич Г.В. Подвои плодовых пород. М.: Колос. 1964. 495 с.
2. Трусевич Г.В. Плодовый питомник. М.: Россельхозиздат. 1974. 191 с.
3. Webber H.S. et. al. A study of the effects of freezes on citrus in California. *Calif. Agr. Exp. Sta. Bull.* 1919. 304 p.
4. Chang Wen Tsai. Studies in incompatibility between stock and scion with special reference to certain deciduous fruit trees. *Jour. Pom. and Hort. Sci.* 1938;(15):267-325.
5. Леонченко В.Г. Когда совместимость слабо заметна. *Садоводство*. 1965;(9):24-25.
6. Кренке Н.П. Трансплантация растений. М.: Наука. 1966. 333 с.
7. Кружилин А.С. Физиология срастания и взаимовлияния привоя и подвоя растений. В кн.: Физиология с.-х. растений. М.: Изд. МГУ. 1968. С.82-99.
8. Борисова О.Н., Долматов Е.А. Совместимость новых форм айвы селекции ФГБНУ ВНИИСПК с сортами груши. *Селекция и сорторазведение садовых культур*. 2016;3(2):6-10.
9. Борисова О.Н., Долматов Е.А. Аффинитет перспективных форм айвовых подвоев селекции ФГБНУ ВНИИСПК с сортами груши. *Успехи современной науки*. 2017;5(2):192-195. EDN YGXFVF.
10. Долматов Е.А. Перспективные формы клоновых подвоев для груши селекции ФГБНУ ВНИИСПК. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2017;(49):95-99. EDN YZJZVF.
11. Семин И.В., Долматов Е.А., Ожерельева З.Е. Перспективы использования подвоя интенсивного типа для возделывания садов груши в условиях центральной России. *Овощи России*. 2020;(5):75-80. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-5-75-80>. EDN QMWUEE.
12. Коровин В.А. Причины несовместимости при прививках плодовых растений. Совместимость привоя и подвоя яблони. М.: Колос. 1979. С.3-119.
13. Плугатарь Ю.В., Сотник А.И., Бабина Р.Д. Культура груши в Крыму: состояние и Перспективы развития. *Биология растений и садоводство: теория, инновации*. 2017;(144 (1)):227-235. EDN ZEKRDZ.
14. Бурлак В.А. Выращивание разветвленных саженцев груши на айве со вставкой совместимого сорта. *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. 2019;17(180):32-39. EDN SADICU.
15. Касьянова Г.В., Никольская О.А., Солонкин А.В. Влияние подвоев для груши на приживаемость сортов местной селекции. *Научно-агрономический журнал*. 2023;2(121):17-21. DOI 10.34736/FNC.2023.121.2.003.17-21. EDN QVGZWI.
16. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл: ВНИИСПК, 1999. 502 с.

#### • References

1. Trusevich G.V. Rootstocks of fruit breeds. M.:Kolos. 1964. 495 p. (In Russ.)
2. Trusevich G.V. Fruit nursery. M.: Rosselkhozdat. 1974. 191 p. (In Russ.)
3. Webber H.S. et. al. A study of the effects of freezes on citrus in California. *Calif. Agr. Exp. Sta. Bull.*, 1919. 304 p.
4. Chang Wen Tsai. Studies in incompatibility between stock and scion with special reference to certain deciduous fruit trees. *Jour. Pom. and Hort. Sci.* 1938;(15):267-325.
5. Leonchenko V.G. When compatibility is weakly noticeable. *Gardening*. 1965;(9):24-25.
6. Krenke N.P. Plant transplantation. M.: Science. 1966. 333 p. (In Russ.)
7. Kruzhilin A.S. Physiology of accretion and mutual influence of scion and rootstock plants. In the book: Physiology of agricultural plants. M.: Publishing House of Moscow State University. 1968. pp.82-99. (In Russ.)
8. Borisova O.N., Dolmatov E.A. Compatibility of new forms of quince breeding FGBNU VNIISPК with pear varieties. *Selection and variety breeding of garden crops*. 2016;3(2):6-10. (In Russ.)
9. Borisova O.N., Dolmatov E.A. Affinity of promising forms of quince rootstocks of selection of the FGBNU VNIISPК with pear varieties. *The successes of modern science*. 2017;5(2):192-195. (In Russ.) EDN YGXFVF.
10. Dolmatov E.A. Promising forms of clonal rootstocks for pear breeding FGBNU VNIISPК. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2017;(49):95-99. (In Russ.) EDN YZJZVF.
11. Semin I.V., Dolmatov E.A., Ozherelieva Z.E. Prospects for the use of intensive rootstock for cultivation of pear cultivars in the conditions of Central Russia. *Vegetable crops of Russia*. 2020;(5):75-80. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-5-75-80>. EDN QMWUEE.
12. Korovin V.A. Reasons for incompatibility in vaccinations of fruit plants. Compatibility of scion and rootstock of apple trees. M.: Kolos. 1979. P.3-119. (In Russ.)
13. Plygatar Y.V., Sotnik A.I., Babina R.D. Pear culture in the Crime: conditions and development perspective. *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation*. 2017;(144 (1)):227-235. (In Russ.) EDN ZEKRDZ.
14. Burlak V.A. Cultivation of branched pear seedlings on quince with the insertion of a compatible variety. *Transactions of Taurida agricultural science*. 2019;17(180):32-39. 2019;17(180):32-39. EDN SADICU. (In Russ.)
15. Kasyanova G.V., Nikolskaya O.A., Solonkin A.V. The influence of pears rootstocks on the local breeding varieties survival rate. *Scientific and Agronomic journal*. 2023;2(121):17-21. (In Russ.)DOI 10.34736/FNC.2023.121.2.003.17-21. EDN QVGZWI.
16. Program and methodology of variety study of fruit, berry and nut crops. Orel: VNIISPК, 1999. 502 p. (In Russ.)

## Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-90-96>  
УДК635.21:631.526.32:631.117.4(211)

С. Н. Травина\*

Федеральный исследовательский центр  
Всероссийский институт генетических  
ресурсов растений имени Н.И. Вавилова,  
Полярная опытная станция – филиал ВИР  
184209, Россия, Мурманская область,  
Апатиты, ул. Козлова, 2а

Автор для переписки: swetusic@mail.ru

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0481-2022-0004 «Совершенствование подходов и методов ex situ сохранения и идентифицированного генофонда вегетативно размножаемых культур и их диких родичей, разработка технологий их эффективного использования в селекции».

**Благодарности.** Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Травина С.Н. Перспективные сортообразцы картофеля селекции Полярной опытной станции – филиала ВИР. *Овощи России*. 2023;(5):90-96. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-90-96>

**Поступила в редакцию:** 21.07.2023

**Принята к печати:** 12.09.2023

**Опубликована:** 29.09.2023

Svetlana N. Travina\*

N.I. Vavilov All-Russian Institute  
of Plant Genetic Resources,  
Polar Experiment Station of VIR  
2a Kozlova St., Apatity,  
Murmansk region, 184209, Russia

Corresponding author: swetusic@mail.ru

**Funding.** The research was performed within the framework of the State Task according to the theme plan of VIR, Project No. 0481-2022-0004 “Improving the approaches and methods for ex situ conservation of the identified genetic diversity of vegetatively propagated crops and their wild relatives, and development of technologies for their effective utilization in plant breeding”.

**Acknowledgements.** The author thanks the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**Conflict of interests:** The author have no conflict of interests to declare.

**For citation:** Travina S.N. Candidates for potato varieties bred at the Polar Experimental Station VIR. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):90-96. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-90-96>

**Received:** 21.07.2023

**Accepted for publication:** 12.09.2023

**Published:** 29.09.2023

# Перспективные сортообразцы картофеля селекции Полярной опытной станции – филиала ВИР



## Резюме

Дублетная коллекция картофеля ВИР, поддерживаемая на Полярной опытной станции, насчитывает в своем составе более 300 межсортовых гибридов, созданных сотрудниками филиала. Работа по получению и оценке межсортовых гибридов выполнена в условиях Мурманской области с 1985 по 1999. Исходным материалом служила дублетная мировая коллекция картофеля ВИР. Нами выделены образцы: 21/8516 и 15/881. Гибрид 21/8516 получен при скрещивании среднераннего и раннего сортов (Isna × Хибинский ранний); 15/881 – при скрещивании среднепозднего и раннего сортов (Krostar N × Хибинский ранний). Авторами гибридов 21/8516 (условное название «Северянин») и 15/881 (условное название «Катерина») являются: Г.Д. Мельничук, Е.М. Васильева, С.В. Абакшина. С 2000 года по настоящее время ведется работа по поддержанию и размножению данных образцов. Образцы отличаются раннеспелостью и урожайностью (46,0 т/га – у «Северянина»; 37,8 т/га – у «Катерины»), крупными клубнями (масса клубня 98–100 г у гибрида «Катерина»), хорошими вкусовыми качествами, устойчивостью к стрессовым условиям внешней среды, экологической пластичностью. Могут быть использованы в дополнение к выращиваемым в Мурманской области. В настоящее время ведется работа по передаче данных гибридов на государственное испытание и внесению в реестр сортов картофеля.

**Ключевые слова:** исходный материал, раннеспелость, коллекция гибридов, селекция

# Candidates for potato varieties bred at the Polar Experimental Station VIR

## Abstract

The VIR potato doublet collection maintained at the Polar Experimental Station, includes more than 300 intervarietal hybrids created by the branch's employees. The work on obtaining and evaluating intervarietal hybrids was carried out in the conditions of the Murmansk region from 1985 to 1999. The source material was the doublet world potato collection VIR. We selected samples: 21/8516 and 15/881. Hybrid 21/8516 was obtained by crossing medium-early and early varieties (Isna × Khibinsky early); 15/881 – by crossing medium-late and early varieties (Krostar N × Khibinsky early). The authors of hybrids 21/8516 (conditional name “Severyanin”) and 15/881 (conditional name “Katerina”) are: G.D. Melnichuk, E.M. Vasilyeva, S.V. Abakshina. From 2000 to the present, work is underway to maintain and reproduce these samples. The samples differ in early maturity and yield (46,0 t/ha – from the “Severyanin”; 37,8 t/ha – from “Katerina”), large tubers (tuber weight 98-100 g from the hybrid “Katerina”), good taste, resistance to stressful environmental conditions, environmental plasticity. They can be used in addition to those grown in the Murmansk region. Candidate hybrids are recommended for cultivation in the Murmansk Region in addition to existing varieties. Currently, work is underway to transfer these hybrids to state testing and to enter them into the register of potato varieties.

**Keywords:**

source material, early maturity, collection of hybrids, selection

### Введение

**М**урманская область относится к районам Крайнего Севера. Отличительными особенностями региона в вегетационный сезон являются: низкие положительные среднесуточные температуры, полярный день, возможность появления ранних заморозков как в начале вегетации растений (май – июнь), так и ближе к концу лета в августе. Не исключено появление заморозков и в начале сентября. Все вышеперечисленные климатические особенности региона способствуют искусственному сокращению вегетационного периода растений, что вызывает необходимость выведения ранних сортов картофеля, способных накопить хороший урожай в короткий период вегетации (60–80 дней от посадки).

Скороспелость – ценный хозяйственный признак, закрепленный генетически. На его проявление сильное влияние оказывают внешние факторы. Изучению скороспелости посвящены работы С.М. Букасова, А.Я. Камераза, В.Л. Маханько, Ю.В. Гунько [1,2]. В своих работах авторы подчеркивают основополагающую роль подбора родительских форм, основанного на всестороннем изучении и анализе интенсивности накопления урожая. Для выведения сортов с коротким периодом вегетации часть авторов предлагает проводить скрещивания между раннеспелыми сортами [3]. Однако в этом случае лишь 60% гибридного потомства наследует признак раннеспелости. Другие авторы предлагают осуществлять скрещивания между сортами среднеранней и среднеспелой, среднеранней и ранней групп спелости, а также между сортами внутри одной группы спелости – среднеранними или среднеспелыми. Считается, что при таких комбинациях значительно увеличивается выход раннеспелых клонов [4].

Ряд исследователей судит о скороспелости сорта по морфологическим признакам куста. На раннеспелость указывают такие характеристики, как: низкая или средняя высота куста со слабо ветвящимися у основания стеблями [5], также скороспелые формы могут иметь незначительное число крупных лежащих или раскидистых стеблей без выделяющихся узлов и растения с хорошей облиственностью [6,7]. Многие авторы считают, что раннеспелость напрямую зависит от сроков прохождения фенофаз растением. По сравнению с более позднеспелыми образцами у скороспелых сортов все фенофазы проходят быстрее, процесс клубнеобразования у них начинается раньше [7] и, следовательно, будущий урожай накапливается за счет формирования более крупных клубней.

Некоторые исследователи указывают на взаимосвязь между фенофазами «цветение» и «клубнеобразование», «бутонизация» и «клубнеобразование» [4]. Высказано предложение считать раннеспелыми и те сорта, которые к окончательной уборке имеют желтую ботву. С. Д. Киру с соавторами [8] полагают ошибочным судить о раннеспелости сорта в северных условиях, исходя из сроков прохождения фенологических фаз картофелем, а также по признаку отмирания ботвы, указывая на то, что раннеспелые сорта в условиях Мурманской области могут вступать в фазу цветения после среднеранних сортов, а на изменение окраски ботвы могут влиять и другие факторы (например, климатический стресс, недостаток элементов питания и др.).

При анализе многолетнего мониторинга за фенологией картофеля в условиях Мурманской области нами было установлено, что скорость прохождения фенофаз в большей степени зависит не от групп спелости, а от агрометеорологических условий конкретного вегетационного сезона, из которых статистически значимое влияние на накопление урожая оказывала среднесуточная температура воздуха [9].

На непостоянство взаимосвязи признака раннеспелости с цветением также указывают и ученые Пензенского НИИСХ. Из трех лет исследований только один год рано зацветающие гибриды превышали среднюю урожайность гибридов с поздними сроками цветения на 60,3% ( $\alpha = 5\%$ ) [7].

Есть много работ, в которых селекционеры предлагают судить о скороспелости сорта по соотношению массы ботвы к массе клубней при ранней уборке [4]. Так для Магаданской области момент наступления равновесия между массой клубней и ботвы (1 : 1) на 60–65 день свидетельствует о том, что полученный гибрид может быть отнесен к скороспелым [4].

По данным С.Д. Киру с соавторами [8] для Мурманской области о скороспелости сорта картофеля можно судить на основании способности растения формировать урожай клубней в ранние сроки уборки, учитывая динамику накопления массы клубней на 50, 60 и 75 день после посадки. А под скороспелостью сорта картофеля следует понимать способность растениями картофеля рано формировать товарный урожай клубней. Для усовершенствования оценки динамики вводят понятия коэффициентов роста. Эти коэффициенты демонстрируют, во сколько раз произошло увеличение урожая клубней от 50 к 60 дню, от 60 к 75 дню вегетации. По мнению авторов [8], у скороспелого сорта рост клубней должен полностью завершиться к 75 дню. Если же рост клубней продолжается после 75 дня от посадки, то авторы говорят о раннем накоплении урожая, а не о хозяйственной скороспелости.

В Заполярье направление селекции по получению, выделению и поддержанию урожайных, скороспелых сортов актуально и сегодня. Сорта, выведенные сотрудниками Полярной опытной станции – филиала ВИР, способны давать высокий урожай картофеля в условиях Заполярья, тем самым обеспечивая продовольственную безопасность как Мурманской области, так и Северного региона РФ.

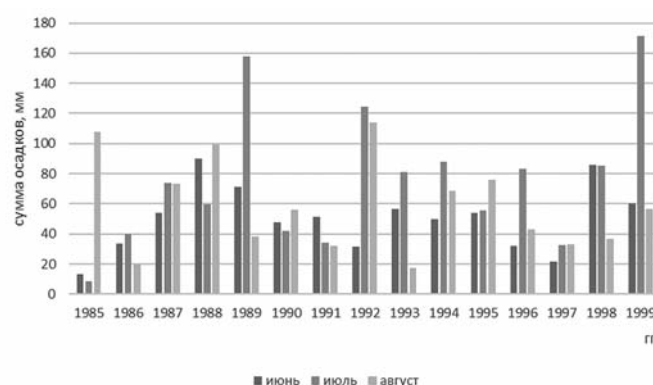
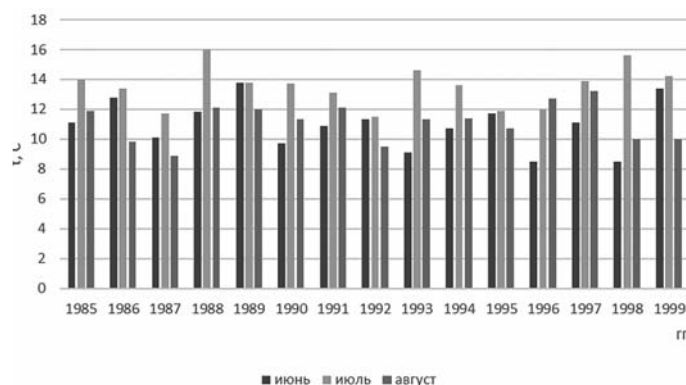
**Цель работы** – анализ накопленных данных и выделение перспективных образцов для возделывания в Мурманской области

### Материалы и методы

Все работы по гибридизации проведены на базе Полярной ОС ВИР в г. Апатиты, Мурманской области на основе дублетной коллекции отдела генетических ресурсов картофеля ВИР. Коллекция до сих пор служит одним из главных ресурсов исходного материала для селекции. При выполнении работы в основном использовали метод межсортной гибридизации с последующим отбором и испытанием перспективных гибридов в питомниках.

В качестве материнских родительских форм в селекционный процесс были вовлечены следующие сорта: раннеспелые ('Вармас', СССР; 'Имандра', СССР;





**Рис. 1. Среднесуточная температура воздуха (слева) и сумма осадков (справа) в 1985-1999 годах**  
**Fig. 1. Average daily air temperature (left) and monthly precipitation (right) in 1985-1999 (branch Polar OS VIR)**

‘Carla’, Германия); среднеранние (‘Isna’, Германия); среднеспелые (‘Desiree’, Нидерланды; ‘Apis’, Германия); среднепоздние (‘Krostar’, Нидерланды). В качестве опылителя чаще всего использовали сорт ‘Хибинский ранний’, характеризующийся высокой урожайностью, скороспелостью, товарностью клубней, а также применяли смесь пыльцы других селекционных сортов и гибридов (например, 8/6124).

По результатам полной схемы испытания с 1976 по 1989 годы сотрудниками были созданы более 10 000 гибридных комбинаций, сортоизучение и сортоиспытание которых продолжалось до 2000 года; размножение – до 2004 года [10]. Работа по изучению и сортоиспытанию была проведена с 1985 по 1999 годы. Метеорологические данные приводим за этот же промежуток времени, т. е. с 1985 по 1999 годы. Данные представлены на рисунке 1. Наиболее благоприятными для картофеля по метеорологическим условиям были годы, где среднесуточная температура воздуха июня выше или равна 1°C, а сумма осадков умеренна. Менее благоприятны для развития картофеля были годы с относительно низкими среднесуточными температурами воздуха в начале лета (1987, 1990, 1993, 1996, 1998), а также годы с чрезмерным уровнем выпавших осадков (1987, 1988, 1989, 1992, 1994, 1995, 1998, 1999).

В 2000 году программы по селекционной работе на станции были свернуты ввиду отсутствия финансирования и все гибриды были переведены в коллекцию поддержания. В настоящее время в коллекции опытной станции поддерживается в живом виде около 500 гибридов, созданных на станции в разные годы.

Сложившаяся экономическая ситуация конца 1990 – начала 2000 годов способствовала переходу культуры картофеля в частный сектор. Для обеспечения населения Мурманской области картофелем на Полярной опытной станции начались работы по массовому размножению перспективных гибридов, созданных на станции в разные годы.

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью пакета статистики, включенной в надстройки программы Excel. Анализ данных проводили с помощью элементов описательной статистики, для различий данных применяли однофакторный дисперсионный анализ.

При проведении динамического сортоиспытания пробные копki осуществляли на 50, 60, 70, 85 день от

посадки. При обсуждении термина скороспелости использовали коэффициенты роста, предложенные С.Д. Киру с соавторами [8].

### Результаты и обсуждение

Из всего многообразия гибридного материала в период с 2000 по 2022 годы было отобрано и размножено 7 перспективных образцов, которые выделялись по результатам пятилетних исследований. Среди них: 3/7211 (Apis × Хибинский ранний); 4/856 (Вармас × Хибинский ранний); 15/881 и 15/886 (Krostar × Хибинский ранний); 21/8516 (Isna × Хибинский ранний); 25/861 (Sinaeda × Хибинский ранний); 39/899 (Adretta × Хибинский ранний) (рис. 2). Гибриды характеризуются высокой и стабильной урожайностью. Средняя многолетняя урожайность с куста по выделенным сортообразцам составляла от 840 г/куст (для гибрида 15/881) до 1040 г/куст (для гибрида 21/8516). Средние значения по данному показателю (900-940 г/куст) имели образцы 25/861, 15/881, 39/899. Средняя масса товарного клубня составляла от 77 (39/899) до 101 грамма (25/861). Гибриды 15/881, 4/856 формировали в условиях Мурманской области клубни со средней массой 98 г. Массу клубня 80-90 грамм по многолетним данным формировали образцы: 3/7211, 15/886, 21/8516. Товарность клубней у выделенных образцов по многолетним данным находилось в районе от 88-89% (25/861, 15/881, 15/886, 3/7211, 21/8516) до 92,3% (4/856, 15/886).

Гибриды картофеля, полученные на Полярной станции ВИР, предназначены для возделывания в Мурманской области в дополнение к уже существующим сортам картофеля. Поэтому испытания картофеля были приведены в условиях Мурманской области, а данные полученные на станции переданы в Государственную комиссию.

Особенно популярны среди огородников Мурманской области образцы: 21/8516 и 15/881.

### Морфологические описания 21/8516 («Северянин»)

Над получением гибрида работал коллектив авторов: Г.Д. Мельничук, Е.М. Васильева, С.В. Абакшина. Образец получен в 1985 году от скрещивания среднераннего и раннего сортов (Isna × Хибинский ранний). Сорт среднеранний, столового типа, урожайный,

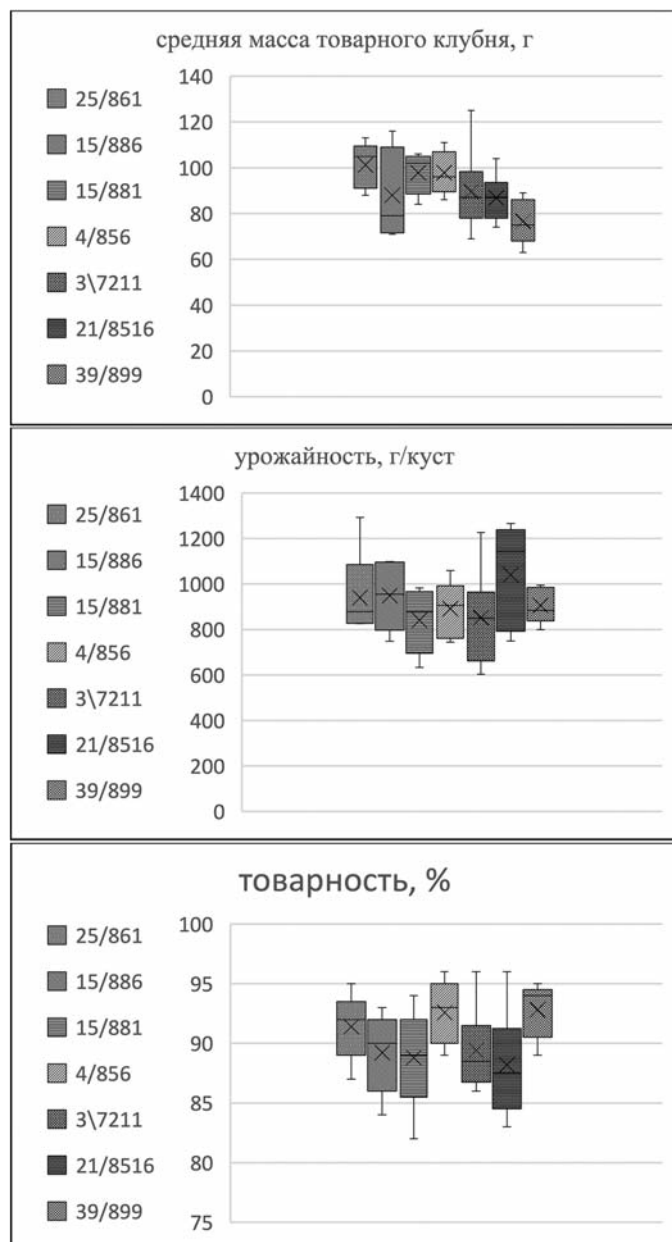


Рис. 2. Хозяйственно-ценные признаки гибридов картофеля  
Fig. 2. Economically valuable signs of potato hybrids



Рис. 4. Куст, соцветие, лист 21/8516  
Fig. 4. Bush, inflorescence, leaf 21/8516



Рис. 3. Клубень и вершина клубня 21/8516  
Fig. 3. Tuber and tuber top 21/8516





имеет хорошие и отличные вкусовые качества, устойчив к возбудителю рака (Далемский патотип) [12].

Клубни желтые, длинноовальные. Кожура гладкая. Глазки на клубне малочисленные, мелкие, неокрашенные, расположены в основном на вершине клубня. Окраска мякоти от светло желтой до желтой. Этиолированные ростки красно-фиолетовые, с овальным основанием сине-красно-фиолетового цвета; шейка толстая, зеленая, опушенная (рис.3).

Куст прямостоячий, сильнооблиственный, высокий. Стебли слабоветвистые, округлые, светло-зеленые, не окрашены антоцианом. Лист крупный, светло-зеленого цвета. Жилкование листа среднее, поверхность листа матовая, со слабой опушенностью. Цветение обильное, продолжительное (рис. 4). Соцветие раскидистое, многоцветковое. Цветок средней величины, белый. Ягодообразование обильное. Недостаток сорта – раскидистое гнездо.

Хозяйственно ценные признаки: средние данные по результатам динамического сортоиспытания по годам представлены в таблице.

#### 15/881 («Катерина»)

Гибрид получен в 1988 году при скрещивании средне-позднего сорта 'Krostar' с сортом 'Хибинский ранний'. Авторами гибрида являются: Г.Д. Мельничук, Е.М. Васильева, С.В. Абакшина.

В условиях Мурманской области гибрид показал себя устойчивым к золотистой картофельной нематодой, о чем было отмечено ранее Е.М. Васильевой [10]. По данным Е.М. Васильевой из коллекции гибридов Полярной ОС филиал ВИР было выделено посредством испытаний в соответствующих НИИ 20 устойчивых и слабопоражаемых опасным вредителем гибридов картофеля, два из которых были получены посредством скрещивания сортов 'Krostar' и 'Хибинский ранний'.

Данный гибрид широко выращивался и в очагах заражения ЗКН в Мурманской области. О чем косвенно свидетельствуют отчеты Россельхознадзора по Мурманской области. Владельцами зараженных уча-

стков осуществлялась закупка нематодоустойчивых сортов картофеля на Полярной опытной станции ВИР. На участках, владельцы которых высаживали нематодоустойчивые сорта картофеля, жизнеспособные цисты ЗКН отсутствовали уже через 2 года, о чем свидетельствовали заключения карантинных экспертиз, выданные ФГБУ «Ленинградская МВЛ». В 2021 году Приказом Североморского межрегионального управления Россельхознадзора от 06.08.2021 № 81 Приказ от 28.12.2011 № 199 «Об установлении карантинной фитосанитарной зоны и карантинного фитосанитарного режима по карантинному возбудителю болезней растений – золотистой картофельной нематодой» отмечен.

По результатам предварительных полевых испытаний гибрид картофеля устойчив к возбудителю рака (Далемский патотип) (справка ГНУ ВНИИКС картофельного хозяйства № 644/2 от 24.09.2007; 572/1 от 17.09.2008; № 377/2 от 1.09.2012). По результатам полевых испытаний в ВНИИКС им. А.Г. Лорха в первый год гибрид слабо поражен золотистой картофельной нематодой (до 5 цист); во второй год испытаний в условиях средней полосы заявленный образец охарактеризован как восприимчивый к патотипу R01. (справка ГНУ ВНИИКС картофельного хозяйства № 644/1 от 24.09.2007; № 572/2 от 17.09.2008; 377/1 от 1.09.2012).

Гибрид раннеспелый, урожайный, с хорошими вкусовыми качествами, имеет хорошую лежкость, стабилен. Клубни округло-овальные, телесные. Кожура гладкая. Глазки на клубне малочисленные, средней глубины, неокрашенные. Мякоть белая. Ростки слабо окрашенные, основание ростка овальное, с редким опушением, розовой окраски. Световые ростки расположены группами, преимущественно на вершине клубня, имеют сине-красно-фиолетовое окрашивание, слабо опушены. (рис. 5)

Куст прямостоячий, компактный, высокий, темно-зеленого цвета. Стебли слабоветвистые, в поперечном разрезе округлые, антоцианом окрашены слабо, точно. Облиственность куста сильная. Лист крупный, темно-



Рис. 5. Клубень и вершина клубня 15/881  
Fig. 5. Tuber and tuber top 15/881



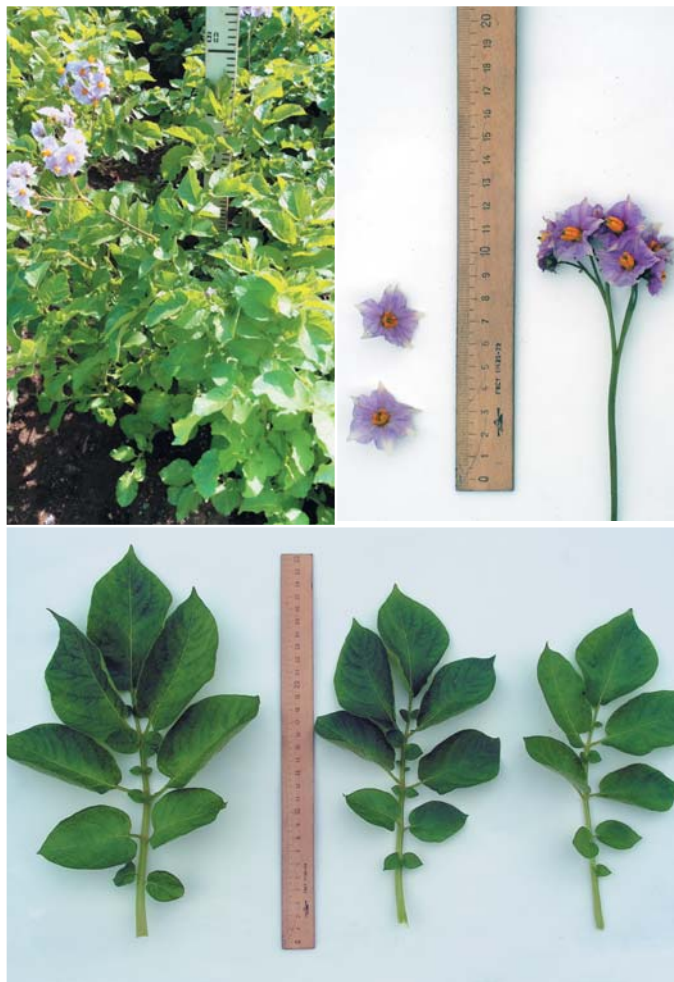


Рис. 6. Куст, соцветие, лист 15/881  
Fig. 6. Bush, inflorescence, leaf 21/8516

зеленый, со слабым опушением, матовый, с резким жилкованием. Цветение обильное, продолжительное. Соцветие компактное, малоцветковое. Венчик крупный красно-сине-фиолетовый, с белыми с внутренней и наружной сторонами венчика (рис.6). Ягоды образует редко.

Хозяйственно ценные признаки:

Средние данные по результатам динамического сортоиспытания за три года исследования представлены в таблице.

По данным динамики накопления урожая, представленным в таблице, у гибридных растений наблюдается тенденция продолжать накапливать урожай и после 75 дня от посадки. При сравнении основных элементов продуктивности (урожайность, товарность и масса товарного клубня) достоверных отличий между гибридами и сортом стандартом 30/501 Хибинский ранний выявлено не было. В данном случае мы можем говорить о том, что гибриды 21/8516 и 15/881 в условиях Мурманской области не уступают по накоплению урожая старейшему раннеспелому сорту Хибинский ранний и могут быть использованы в дополнение к выращиваемому ассортименту. Гибрид 21/8516 является менее скороспелым, чем 15/881. На скорость формирования товарных клубней в ранние сроки указывают коэффициенты роста 60-го дня к 50-му дню. Для 15/881 они максимальны и составляют в среднем 3,4 единицы. Коэффициент косвенно свидетельствует о скороспелости, показывая максимальное увеличение массы клубней за этот период. В случае с 21/8516 мы можем говорить лишь о начале раннего клубнеобразования, а не о скороспелости с хозяйственной точки зрения. Средний коэффициент роста 60 к 50 дню от посадки для гибрида 21/8516 составил 1,9 единицы. А для сорта

Таблица. Результаты динамического сортоиспытания гибридов, выведенных на Полярной ОС филиале ВИР за три года исследований  
Table. Results of dynamic varietal testing of hybrids bred at the Polar OS branch of VIR

| Каталог ВИР | Сорт             | Кр*   |       | 1 копка            |                    |                 |            | 2 копка            |                    |                 |            | 3 копка            |                    |                 |            | 4 копка            |                    |                 |            |
|-------------|------------------|-------|-------|--------------------|--------------------|-----------------|------------|--------------------|--------------------|-----------------|------------|--------------------|--------------------|-----------------|------------|--------------------|--------------------|-----------------|------------|
|             |                  | 60/50 | 85/70 | общий урожай, т/га | % товарных клубней | масса клубня, г | крахмал, % | общий урожай, т/га | % товарных клубней | масса клубня, г | крахмал, % | общий урожай, т/га | % товарных клубней | масса клубня, г | крахмал, % | общий урожай, т/га | % товарных клубней | масса клубня, г | крахмал, % |
| 24744       | 21/8516          | 1,8   | 1,2   | 18,3               | 84                 | 41              | —          | 33,5               | 90                 | 51              | 9,5        | 42,9               | 92                 | 74              | 10,1       | 51,4               | 94                 | 75              | 10,0       |
| 24744       | 21/8516          | 2,0   | 1,1   | 11,0               | 85                 | 44              | —          | 22,3               | 76                 | 48              | 10,0       | 33,7               | 90                 | 54              | 9,7        | 37,6               | 90                 | 63              | 10,8       |
| 24744       | 21/8516          | 1,9   | 1,2   | 20,9               | 85                 | 44              | —          | 38,7               | 90                 | 63              | 10,5       | 46,2               | 96                 | 72              | 11,5       | 56,9               | 96                 | 83              | 11,6       |
| 24744       | среднее          | 1,9   | 1,1   | 16,7±2,96          | 84,7±0,3           | 43,0±1,0        | —          | 31,5±4,84          | 85,3±4,7           | 54,0±4,6        | 10,0±0,3   | 40,9±3,73          | 92,7±1,8           | 66,7±6,4        | 10,4±0,5   | 48,6±5,8           | 93,3±1,8           | 73,7±5,8        | 10,8±0,5   |
| 6928        | Хибинский ранний | 1,2   | 0,9   | 26,3               | 87                 | 58              | —          | 31,0               | 93                 | 68              | 9,1        | 39,8               | 94                 | 83              | 10,2       | 36,9               | 95                 | 93              | 10,7       |
| 6928        | Хибинский ранний | 2,4   | 1,2   | 10,6               | 70                 | 46              | —          | 25,2               | 90                 | 63              | 10,5       | 31,4               | 96                 | 85              | 10,6       | 38,5               | 92                 | 106             | 10,9       |
| 6928        | Хибинский ранний | 1,3   | 0,9   | 26,4               | 94                 | 69              | —          | 33,9               | 95                 | 80              | 11,9       | 39,0               | 95                 | 91              | 11,9       | 34,1               | 95                 | 95              | 11,0       |
| 6928        | среднее          | 1,6   | 1,0   | 21,1±5,2           | 83,7±7,1           | 57,7±6,6        | —          | 30,0±2,55          | 92,6±1,4           | 70,3±5,0        | 10,5±0,8   | 36,7±2,7           | 95,0±0,5           | 86,3±2,4        | 10,9±0,5   | 36,5±1,3           | 94,0±1,0           | 98,0±4,0        | 10,8±0,1   |
| 25183       | 15/881           | 3,2   | 1,2   | 8,9                | 93                 | 90              | —          | 28,9               | 95                 | 103             | 11,3       | 37,0               | 94                 | 98              | 12,7       | 43,0               | 96                 | 96              | 15,7       |
| 25183       | 15/881           | 3,5   | 0,9   | 10,4               | 97                 | 84              | —          | 36,0               | 97                 | 85              | 12,4       | 36,0               | 97                 | 93              | 12,6       | 34,0               | 93                 | 86              | 15,2       |
| 25183       | среднее          | 3,4   | 1,0   | 9,7±0,75           | 95,0±2,0           | 87,0±3,0        | —          | 32,5±3,55          | 96,0±1,0           | 94,0±9,0        | 11,9±0,5   | 36,5±0,5           | 95,5±1,5           | 95,5±2,5        | 12,7±0,1   | 38,5±4,5           | 94,5±1,5           | 91,0±5,0        | 15,4±0,3   |

\* Кр – коэффициент роста по Кире и др. (Kiru et al., 2016)

\* Кр – growth coefficient according to Kiru et al. (Kiru et al., 2016)

30/501 Хибинский ранний коэффициент роста 60 к 50 дню равен 1,6 единицы.

Особенности технологии возделывания образцов: световое проращивание клубней; посадка в гребни; обработка против фитофтороза во время вегетации растений; уборка в жесткую тару; хорошая просушка семенного материала.

### Выводы

В результате многолетней работы сотрудниками Полярной ОС ВИР созданы гибриды, обладающие высокой урожайностью, крупноклубневостью, раннеспелостью, хорошими вкусовыми качествами Средняя урожайность гибридных клонов составляет 46,0 т/га для 21/8516 («Северянин»); 38,5 т/га – для 15/881 («Катерина»). Урожайность выделенных гибридов в среднем превышает в 0,5-1,3 раза урожайность зарегистрированных для Мурманской области сортов (для сравнения сорт стандарт Хибинский ранний в оконча-

тельной уборке составляет 35-36,5 т/га; Повиронец – 28-30 т/га). Гибриды пригодны для возделывания в условиях Мурманской области в дополнение к существующим сортам.

В настоящее время сотрудниками станции готовятся документы для регистрации в ГСИ гибридов: 21/8516 и 15/881. Комплексное изучение гибридов проводили согласно методическим указаниям ВИР. Получены данные по полевым испытаниям за три года по устойчивости к раку (Далемский патотип) (справка ГНУ ВНИИХ картофельного хозяйства № 644/2 от 24.09.2007; 572/1 от 17.09.2008; № 377/2 от 1.09.2012) и к золотистой картофельной нематоды (патотипа Ro1) (справка ГНУ ВНИИХ картофельного хозяйства № 644/1 от 24.09.2007; № 572/2 от 17.09.2008; 377/1 от 1.09.2012) и лабораторной оценке (справка ГНУ ВНИИХ картофельного хозяйства № 166 от 18.03.2022). По результатам предварительного испытания сорта оказались устойчивыми к возбудителю рака и восприимчивыми к нематоды.

### Об авторе:

**Светлана Николаевна Травина** – кандидат биологических наук, научный сотрудник, swetusic@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6986-6353>

### About the Author:

**Swetlana N. Travina** – Cand. Sci. (Biology), Researcher, swetusic@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6986-6353>

### • Литература

1. Букасов С.М., Камераз А.Я. Селекция и семеноводство картофеля. Москва: Колос, 1972. С. 252-256.
2. Гунько Ю.В., Маханько В.Л. Динамика накопления урожая раннеспелыми сортами картофеля. В сб.: *Картофелеводство* / под ред. С.А. Турко (гл. ред.) и др. Т. 24. Минск, 2016. С.7-16. Режим доступа: <https://potato.belar.by/jour/article/view/150/150>.
3. Костина Л.И., Косарева О.С., Трускинов Э.В., Кирпичева Т.В. Коллекция селекционных сортов картофеля – источник исходного материала для селекции на продуктивность, скороспелость, устойчивость к болезням и вредителям. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020;181(2):50-56. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-50-56. EDN SZKUL.
4. Кордабовский В.Ю. Новый ранний сорт картофеля Колымский. *Вестник ДВО РАН*. 2019;(3):27-30. DOI: 10.25808/08697698.2019.205.3.004. EDN IPHOML.
5. Веселовский И.А. Проблемы селекции картофеля на Севере. *Карело-Мурманский край*. 1933;(1-2):34-40. Режим доступа: [http://kolanord.ru/html\\_public/periodika/Karelo-Murmanskiy\\_kray/Karelo-Murmanskiy\\_Kray\\_1933\\_N1/12/](http://kolanord.ru/html_public/periodika/Karelo-Murmanskiy_kray/Karelo-Murmanskiy_Kray_1933_N1/12/)
6. Кабунин А.А., Кабунина И.В. Оценка селекционного материала картофеля на основе изучения параметров продукционного процесса и морфобиологических характеристик селекционных образцов. *Нива Поволжья*. 2019;3(52):9-15. EDN XFSPCO.
7. Догуревич О.А., Кабунин А.А. К методике селекции раннеспелых сортов картофеля. *Нива Поволжья*. 2009;3(12):20-23. EDN KUFTOV.
8. Киру С.Д., Жигadlo Т.Э., Новикова Л.Ю. Потенциал продуктивности раннеспелых сортов картофеля из коллекции вир в условиях Мурманской области. *Достижения науки и техники АПК*. 2016;30(10):27-31. EDN WWRMVP.
9. Травина С.Н., Жигadlo Т.Э. Репродукционный потенциал образцов картофеля из коллекции ВИР в условиях Мурманской области. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019;180(3):110-115. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-3-110-115. EDN LAAIVY.
10. Васильева Е.М. К 80-летию «Полярной опытной станции ВИР». *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2007;(163):163-167. EDN UIBPCX.

### • References

1. Bukasov S.M., Kameraz A.Ya. Selection and seed production of potatoes. M: Kolos; 1972 C. 252-256. (In Russ.)
2. Gun'ko Yu.V., Makhan'ko V.L. Yielding capacity of early potato breeding lines. In: *Potato growing*. Vol.24. S.A. Turko et al. (eds.). Minsk, 2016. P. 7-16. URL: <https://potato.belar.by/jour/article/view/150/150>. (In Russ.)
3. Kostina L.I., Kosareva O.S., Truskinov E.V., Kirpicheva T.V. The collection of potato varieties as a reserve of source material for breeding for high yield, earliness, and resistance to diseases and pests. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2020;181(2):50-56 (in Russ.). DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-50-56. EDN SZKUL.
4. Kordabovskiy V.Yu. The new early potato variety Kolymskiy. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2019;3:27-30. (in Russ.) DOI: 10.25808/08697698.2019.205.3.004. EDN IPHOML.
5. Veselovsky I.A. The problem of potato breeding in the North. *Karelo-Murmanskij kraj = Karelo-Murmansk Region*. 1933(1-2):34-40. (in Russ.) URL: [http://kolanord.ru/html\\_public/periodika/Karelo-Murmanskiy\\_kray/Karelo-Murmanskiy\\_Kray\\_1933\\_N1/12/](http://kolanord.ru/html_public/periodika/Karelo-Murmanskiy_kray/Karelo-Murmanskiy_Kray_1933_N1/12/)
6. Kabunin A.A., Kabunina I.V. Evaluation of potato breeding material based on the study of the parameters of the production process and morphobiological characteristics of breeding samples. *Niva Povolzhya*. 2019;3(52):9-15. (In Russ.). 2019;3(52):9-14. EDN XFSPCO.
7. Dogurevich O.A., Kabunin A.A. On the method of selection of early-ripe potato varieties. *Niva Povolzhya*. 2009;3(12):20-23. (In Russ.). EDN KUFTOV.
8. Kiru S.D., Zhigadlo T.E., Novikova L.Y. Potential of Productivity of Early Potato Varieties from VIR Collection under Conditions of Murmansk Region. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2016;30(10):27-31. (In Russ.) EDN WWRMVP.
9. Travina S.N., Zhigadlo T.E. Reproductive potential of potato accessions from the VIR collection in Murmansk Province. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2019;80(3):110-115. (In Russ.). DOI: 10.30901/2227-8834-2019-3-110-115. EDN LAAIVY.
10. Vasil'eva E.M. To the 80th anniversary of the Polar Experimental Station VIR *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2007;(163):163-167. (in Russ) EDN UIBPCX.

## Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-97-101>  
УДК 632.7(479.24)

К.Г. Гусейнов<sup>1\*</sup>, И.Г. Джафаров<sup>2</sup>,  
Г.Г. Гусейнов<sup>3</sup>, Ф.Б. Мусаев<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Азербайджанский государственный аграрный университет  
AZ2000, Азербайджанская республика,  
г. Гянджа, пр. Ататюрка, 450

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт защиты растений и технических культур  
AZ 2002, Азербайджанская республика,  
г. Гянджа, Азиза Алиева, 91

<sup>3</sup> Группа компаний "HH Group"  
AZ1102, Азербайджанская республика,  
г. Баку, Хырдалан-Бинагадинское шоссе, 34Н

<sup>4</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО)  
143072, Россия, Московская область, Одинцовский район,  
п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14,

**\*Авторы для переписки:**  
kazimhuseyni@mail.ru, musayev@bk.ru

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в написании статьи, прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Гусейнов К.Г., Джафаров И.Г., Гусейнов Г.Г., Мусаев Ф.Б. Томатная минирующая моль (*Tuta absoluta*) в условиях Азербайджана. *Овощи России*. 2023;(5):97-101. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-97-101>

**Поступила в редакцию:** 29.05.2023

**Принята к печати:** 11.09.2023

**Опубликована:** 29.09.2023

Kazim G. Huseynov<sup>1\*</sup>, Ibrahim G. Jafarov<sup>2</sup>,  
Huseyn G. Huseynov<sup>3</sup>, Farkhad B. Musaev<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Azerbaijan State Agricultural University  
450, Ataturk avenue, Ganja, AZ2000, Azerbaijan

<sup>2</sup> Research Institute of Plant Protection and Technical Cultures  
91, Aziz Aliyev, Ganja, AZ2002, Azerbaijan

<sup>3</sup> "HH Group"  
Khirdalan-Binagadi street-34H, AZ1102, Baku, Azerbaijan

<sup>4</sup> Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)  
14, Selektsionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072

**\*Correspondence:**  
kazimhuseyni@mail.ru, musayev@bk.ru

**Conflict of interest:** The authors declare that they have no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** All authors confirm they have contributed to the intellectual content of this paper.

**For citations:** Huseynov K.G., Jafarov I.G., Huseynov H.G., Musaev F.B. Tomato leaf miner (*Tuta absoluta*) in the conditions of Azerbaijan. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):97-101. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-97-101>

**Received:** 29.05.2023

**Accepted for publication:** 11.09.2023

**Published:** 29.09.2023

# Томатная минирующая моль (*Tuta absoluta*) в условиях Азербайджана



## Резюме

**Актуальность.** Актуальность. В числе факторов повышения урожайности и качества культурных растений большое значение имеет правильная организация и своевременное проведение борьбы с вредными организмами. При этом особое место занимают карантинные мероприятия. Не менее важно-своевременное выявление и уничтожение карантинных организмов, их локализация и ликвидация в изолированных очагах заражения.

**Методы.** Применены Методические указания по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности (ВИЗР) и Методика изучения биоэкологических особенностей томатной минирующей моли, принятая Ученым Советом НИИ защиты растений и технических культур МСХ Азербайджанской республики.

**Результаты.** В условиях Южного Кавказа в Азербайджанской Республике впервые подробно исследована биология томатной минирующей моли, степень развития, распространенность и вредоносность насекомого-вредителя. Указаны причины быстрого распространения вредителя, условия благоприятствующие этому. Перечислены агротехнические мероприятия снижающие численность популяции вредителя и меры биологической и химической борьбы. Сотрудниками НИИ защиты растений и технических культур и Азербайджанского государственного аграрного университета разработан комплекс мер по мониторингу, профилактике и борьбе с вредителем, благодаря которым удастся пока контролировать численность вредителя.

**Ключевые слова:** карантинный вредитель, томатная минирующая моль, распространенность вредителя, биологическая борьба, химическая борьба, потери урожая

# Tomato leaf miner (*Tuta absoluta*) in the conditions of Azerbaijan

## Abstract

**Relevance.** Among the factors of increasing the productivity and quality of cultivated plants, the correct organization and timely implementation of the fight against harmful organisms is of great importance. At the same time, a special place is occupied by quarantine measures. No less important is the timely detection and destruction of quarantine organisms, their localization and elimination in isolated centers of infection.

**Methods.** The methods for registration testing of pesticides in terms of biological effectiveness (VIZR) and of studying the bioecological features of the tomato leaf miner, adopted by the Scientific Council of the National Institute of Plant Protection and Technical Cultures of the Republic of Azerbaijan, was applied.

**Results.** In the conditions of the South Caucasus in the Republic of Azerbaijan, the biology of the tomato leaf miner, the degree of development, the prevalence and the harmfulness of the insect pest have been studied in detail for the first time. The reasons for the rapid spread of the pest are indicated, the conditions are favorable to it. Listed agrotechnical measures that reduce the population of the pest and measures of biological and chemical control. Employees of the Institute of plant protection and technical crops and the Azerbaijan State Agrarian University have developed a set of measures for monitoring, prevention and pest control, thanks to which it is possible to control the number of pests.

**Keywords:** quarantine pest, tomato leaf miner, spread of the pest, biological control, chemical control, crop loss

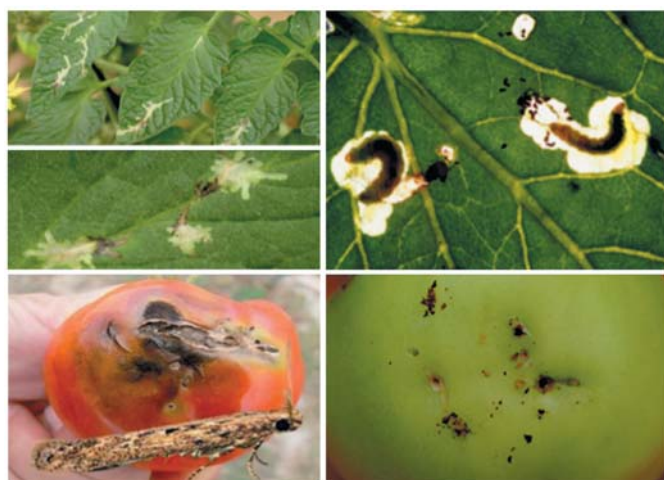


### Введение

По данным ФАО ежегодно из-за действия вредителей теряется до 40 процентов мировой продукции растениеводства [1]. Этому способствует стремительное изменение климата. В целом климат теплеет, растет его континентальность. Участились нашествия инвазивных насекомых-вредителей. Одним из таких насекомых вредителей является томатная минирующая моль (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917). Родиной вредителя являются регионы центральной и южной Америки, где он широко распространен. Однако в последние годы ареал распространения томатной минирующей моли значительно расширился за пределами континента. В Европе она появилась в 2006 году, в 2009 году вредитель внедрился в Азию, в России обнаружена в 2010 году, в Азербайджане обосновалась к 2012 году [2, 3]. У вредителя эврибионтность (живучесть) очень высокая. Поэтому вредитель способен создать новый ареал за короткий срок времени.

Томатная минирующая моль повреждает растения паслёновых в любой фазе – от начала всходов до полного созревания урожая. Кроме томатов, она повреждает баклажаны, перец, физалис, картофель и многие дикорастущие и декоративные растения паслёновых. Вредитель имеет несколько названий: южноамериканская томатная моль, томатный листовой минер, южноамериканский томатный точильщик.

Южноамериканская томатная моль является насекомым с полным циклом превращения и высоким коэффициентом размножения. Бабочки небольшие, с размахом крыльев 10-12мм. Хоботок короткий, трубковидный, загнут назад. Усики черные со светло-серой кольчатостью. Голова серая, темнеющая к шее. Передние крылья серые за счет темных чешуек с белыми основаниями, с рыжевато-бурой и белой крапчатостью и характерными черными пятнами, окаймленными рыжевато-бурой или желтым цветом; костальный край черноватый. Нижняя сторона брюшка кремовая. Задние крылья темно-серые, осветленные к основанию (рис. 1) [4, 5]. Имаго томатного листового минера наиболее активно в сумерках и на рассвете, в дневной период бабочка прячется среди листьев растения-хозяина.



**Рис. 1. Морфологические особенности томатной минирующей моли (*Tuta absoluta*)**  
**Fig. 1. Morphological features of the tomato leaf miner (*Tuta absoluta*)**

Согласно результатам исследований, наибольшее число самцов было поймано в феромонные ловушки в период с 7 до 11 часов утра [6,7,8]. Вредитель в зависимости от климатических условий способен дать до 12 поколений за год. К примеру, в лабораторных условиях при постоянной температуре 25°C и относительной влажности 75% цикл развития вредителя составил 29 дней, в полевых условиях данного региона томатная моль давала до 8 поколений за год. Поскольку вредитель способен развиваться в защищенном грунте, число поколений за год может превышать результаты полевых исследований. Вредитель способен зимовать на стадии яйца, куколки или имаго (рис. 2) [9,10,11].

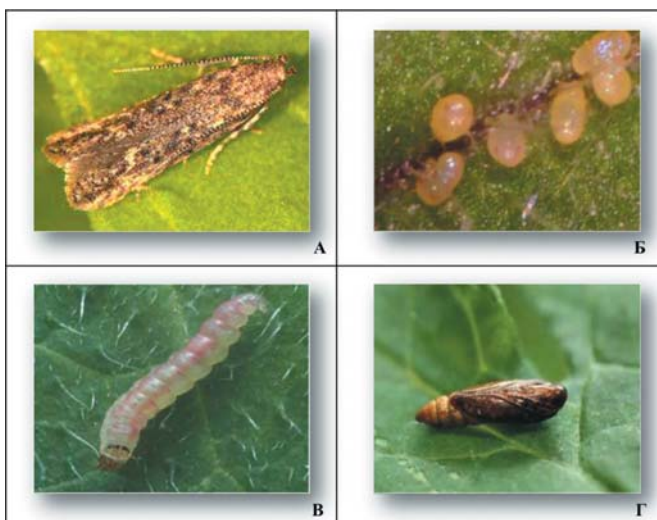
### Место, материал и методика исследования

Исследования проведены в западном и северном регионах Азербайджанской Республики в условиях открытого и защищенного грунта. В западном регионе в исследования задействованы четыре фермерских хозяйств с пленочными теплицами с площадью около трех гектаров каждый. Регион окружен горами, что в течение года создает благоприятные экологические условия для развития вредных организмов в открытом и защищенном грунтах. В северном регионе, приморье исследованы три фермерских хозяйства в Хачмасском, Шабранском и Кубинском районах с посевами томата 16, 22 и 18 га, соответственно.

В защищенном грунте были высажены гетерозисные гибриды томата Berberana F<sub>1</sub>, Belle F<sub>1</sub>, Buran F<sub>1</sub>, Rally F<sub>1</sub>, в открытом грунте – Lojain F<sub>1</sub>, Sultan F<sub>1</sub>, Ulduz F<sub>1</sub>. Исследования по изучению биоэкологических особенностей томатной минирующей моли проведены по Методическим указаниям по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности [12] и Методике принятым Ученым Советом НИИ Защиты Растений и Технических Культур МСХ Азербайджанской Республики.

### Результаты исследований

В результате проведенных исследований по биоэкологическим особенностям томатной минирующей моли в условиях открытого и защищенного грунта западного



**Рис. 2. Жизненные формы вредителя (*Tuta absoluta*)**  
**Fig. 2. Life forms of the pest (*Tuta absoluta*)**



Рис. 3. Характер повреждения растений и плодов томата томатной минирующей молью (*Tuta absoluta*)  
Fig. 3. The nature of damage to tomato plants and fruits by tomato leaf miner (*Tuta absoluta*)

и северного регионов Азербайджана отмечены некоторые биологические особенности, которых необходимо учитывать при проведении защитных мероприятий. К ним относятся:

- **причины распространения вредителя:** благоприятные экологические условия для развития, достаточное количества корма, достаточно длительный срок развития и цветения (индетерминантность) томата, полифагная специализация вредителя (вредитель повреждает представителей более тридцати семейств культурных и дикорастущих растений), развитие монокультуры в теплицах, отсутствие естественных врагов (энтомофагов, микроб-антагонистов и т. д.) в теплицах в результате химических мероприятий, сочный корм.

- **экологический стандарт для жизнедеятельности вредителя:** проведенные исследования показали, что томатная минирующая моль является эврибионтным видом. Так как изменение экологических условий существенно не влияют на плотность популяции вредителя, обеспечивается постоянная грация популяции вредителя. В условиях защищенного грунта даже при температуре воздуха 45-48°C (порог потери тургора растений) наблюдается развитие, размножение и распространение вредителя.

- **самозащита вредителя:** вредитель питается мезофильным слоем листа и не повреждает эпидермис. С другой стороны место входа гусеницы под эпидермис закрывается экскрементом вредителя (рис. 3). Неповрежденный эпидермис и замкнутость места входа личинки защищает гусеницы томатной минирующей моли от внешних (проникновение рабочего раствора химикатов, давление опрыскивания, механические воздействия и т.д.) воздействий.

- **повреждение плодов до созревания:** наблюдения показали, что самки вредителя откладывают яйца в незрелые плоды (рис. 3).

- **запоздалые и недостаточные меры борьбы:** Фермеры применяют только химические меры борьбы против вредителя. Причем, не всегда удается соблюдать оптимальные сроки. Иногда сроки проведения этих мероприятий совпадает с фазой окукливания насекомого, что эффективность приема сводит на нет.

Необходимо внедрение интегрированной системы защиты растений от вредителя:

#### Карантинные мероприятия

Тщательный осмотр рассады, орудия труда всех типов на наличие насекомого, его личинок и яиц, тщательно дезинфицировать производственное оборудование и технику.

#### Мониторинг

Для проведения эффективного мониторинга томатной моли необходимо:

- проводить обследования растений вблизи теплиц, которые могут выступать в роли хозяина для томатной моли, на предмет присутствия личинок и взрослых особей;

- проверять упаковочные материалы и тару, которые могут стать убежищем для вредителя;

- постоянно обследовать плантации томата на факты присутствия повреждений. Согласно исследованиям, большинство новых повреждений сосредоточены в верхнем и среднем ярусе растений, поэтому в первую очередь именно на эти части необходимо обращать внимание;

Также важно детально изучить особенности морфологии и экологии вредителя, чтобы не перепутать томатную минирующую моль с другими вредителями, такими как картофельная моль (*Phthorimaea operculella* Zel).



Проведенные исследования показали, что распространенность вредителя в открытом грунте выше, доходит до 25% (2021 год), в целом, а в отдельных участках до 40%. В защищенном грунте численность особей удается контролировать, распространенность вредителя удается удержать в пределах 1...5% (2021-2022 годы). За период вегетации томатного растения в открытом грунте томатная моль успела размножиться в 4 поколения в 2021 году, однако проведенные меры борьбы способствовали снижению численности вредителя до трех поколений в 2022 году. В 2023 году распространенность вредителя в открытом грунте оценивался уже в 12%.

Наблюдения показали, что плотность популяции вредителя оказалась неодинаковой даже по различным смежным участкам. Очевидно, что некоторые факторы среды, в том числе и агротехнического порядка способны ограничивать его численность. В частности, на состояние популяции *T. absoluta* отрицательное влияние оказали большие дозы азотных удобрений. При их использовании снижается интенсивность инвазии личинок томатной минирующей моли. То же самое отмечено при культивировании устойчивых сортов. Не меньшее значение имеют такие мероприятия как простая смена (севооборот) культур, а также глубокая вспашка почвы, способствующие освобождению участков от зимующих стадий вредителя. К такому же результату приводят периодические поливы растений.

### Биологический метод борьбы

Феромонные ловушки представляют собой приманку, составляющими элементами которой являются феромонный диспенсер – резиновый элемент, обработанный искусственно синтезированным гормоном самки, приманивающий самцов вредителя, и собственно корпуса самой ловушки. Эффективность использования феромонных ловушек в открытом грунте снижается, а основная их роль в данных условиях – это выявление периода лета ключевого объекта, что помогает определиться со сроками проведения других более эффективных мер борьбы.

### Использование природных врагов вредителя

К ним относится использование яйцедов – разбрасывание яиц природного врага (*Trichogramma*

*pretiosum*, *Trichogramma achaeae*, и *Trichogramma toideabactrae*) томатной минирующей моли на начальных стадиях ее появления, что обеспечивает высокую степень контроля вредителя.

### Использование паразитов личинок

Основную часть своей жизни личинки находятся в минах, однако в прохладный период суток она может выходить из них, что делает ее уязвимой к паразитам и хищникам, одними из таких являются клопы *Macrolophus pygmaeus* и *Nesidiocoris tenuis*. Они питаются яйцами и личинками томатного листового минера.

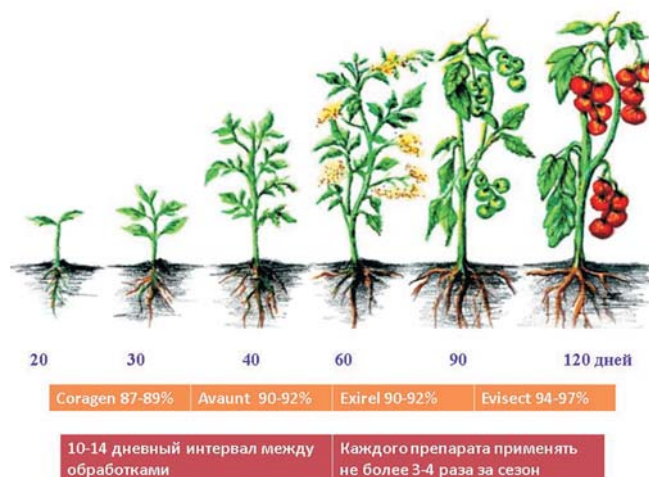


Рис. 4. Схема химической защиты томатного растения (НН Group, 2022)  
Fig. 4. Scheme of chemical protection of a tomato plant (НН Group, 2022)

### Использование микробов-антагонистов

Позитивные результаты получены при использовании гриба *Metarhizium anisopliae* и *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. Молодые самки, инфицированные данным грибом, не уменьшали свою плодовитость, однако смертность женских особей была на 37% выше, а сами яйца подвергались инфицированию через 72 часа.

### Химические меры борьбы

Химические меры борьбы все же остаются основными в борьбе с вредителем. В последнее время список



Рис. 5. Регулярная консультативно-просветительская и издательская работа, проводимая на базе «НН Group»  
Fig. 5. Regular advisory, educational and publishing work carried out on the basis of «НН Group»





пестицидов, разрешенных к применению пополнен препаратами нового поколения, эффективными в борьбе с томатной минирующей молью. Для контроля личинок томатной минирующей моли эффективными оказались инсектициды на основе хлорантранилпрола, индоксакарба, циантранилпрола, имидаклоприда и абамектина. Они обеспечивают высокий уровень контроля насекомых-вредителей и обладают низким уровнем токсичности для нецелевых объектов (рис. 4).

На базе группы компаний «HNgroup», который является дистрибьютором химических компаний FMC (США), UPL (Индия), ENTOSAV (Турция), регулярно проводятся семинары, консультации по применению химических средств защиты растений. Для просвещения сельских товаропроизводителей компания регулярно издает книги и брошюры как по технологии возделывания, так и по защите растений различных сельскохозяйственных культур (рис. 5).

#### Об авторах:

**Казым Гаракиши оглы Гусейнов** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-3373-8162>

**Ибрагим Гасан оглы Джафаров** – доктор сельскохозяйственных наук, член-корр. НАН Азербайджана, <https://orcid.org/0009-0000-3985-3658>

**Гусейн Гаракиши оглы Гусейнов** – кандидат биологических наук, генеральный директор

**Фархад Багадыр оглы Мусаев** – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/000-0001-9323-7741>, [musayev@bk.ru](mailto:musayev@bk.ru)

#### Заключение

Изучение биологии, ареала распространения, степени опасности насекомых вредителей имеет важное значение для ведения успешного земледелия. Бесконтрольный рост численности и расширение ареала обитания злостных вредителей грозит полной потерей урожая сельскохозяйственных растений. Томатная минирующая моль в относительно короткий период внедрилась в Южный Кавказ и быстро распространилась по всему региону. Азербайджанская республика является важным регионом по производству и экспорту томата. От результатов успешной борьбы с вредителем зависит судьба всей отрасли. За последние несколько лет, с появлением томатной минирующей моли сотрудниками НИИ защиты растений и технических культур и Азербайджанского государственного аграрного университета разработан комплекс мер по мониторингу, профилактике и борьбе с вредителем, благодаря которым удастся пока контролировать численность вредителя.

#### About the Authors:

**Kazim G. Huseynov** – Doc. Sci. (Agriculture), assistant professor, <https://orcid.org/0000-0002-3373-8162>

**Ibrahim H. Jafarov** – Doc. Sci. (Agriculture), corresponding member NAS of Azerbaijan, <https://orcid.org/0009-0000-3985-3658>

**Huseyn G. Huseynov** – Cand. Sci. (Biology), General Director

**Farkhad B. Musaev** – Doc. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, <https://orcid.org/000-0001-9323-7741>, [musayev@bk.ru](mailto:musayev@bk.ru)

#### • Литература

- <https://www.fao.org/news/story/ru/item/1403671/icode/>
- Desneux, N.; Wajnberg, E.; Wyckhuys, K.A.G.; Burgio, G.; Arpaia, S.; Narváez-Vasquez, C.A.; Gonzalez-Cabrera, J.; Ruescas, D.C.; Tabone, E.; Frandon, J.; et al. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: Ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *J. Pest Sci.* 2010;(83):197–215.
- Guimapi R.A., Tonnang H.E., Mohamed S.A., Srinivasan R., Sotelo-Cardona P. Exploring the mechanisms of the spatiotemporal invasion of *Tuta absoluta* in Asia. *Agriculture*. 2020;10(4):124.
- Жимерикин В.Н., Миронова М.К., Дулов М.В. Южно-американская томатная моль. *Защита и карантин растений*. 2009;(6):34-35. EDN PEBIJH.
- Desneux N., Tabone E. Result and start-up of integrated protection against *Tuta absoluta* in France. *PhytomaEspana*. 2010;(217):114-115.
- Кулакова Н.И., Абасов М.М., Тодоров Н.Г., Кузина Н.П., Синицына Е.В., Растегаева В.М. Применение феромона минирующей томатной моли *Tuta absoluta* (Meyrick) в защите томатов в условиях закрытого грунта. *Аграрный научный журнал*. 2021;(1):18-23. DOI 10.28983/asj.y2021i1pp18-23. EDN FPYGNQ.
- Bajonero J., Cordoba N., Cantor F., Rodriguez D., Cure J.R. Biology and life cycle of *Apantelesgelechiidivoris* (Hymenoptera : Braconidae) parasitoid of *Tuta absoluta* (Lepidoptera:Gelechiidae). *AgronColomb*. 2008;(26):417-426.
- Байрамбеков Ш.Б., Корнева О.Г., Анишко М.Ю., Киселева Г.Н. Внимание – томатная минирующая моль. *Защита и карантин растений*. 2019;(11):43-46. EDN HXRQNL.
- Заец В.Г., Шариф Равашдех Шариф. Т. *Absoluta*, особенности ее развития в Иордании. *Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса*. 2013;(14):21-25. EDN STGAAB.
- Khositashvili T., Khositashvili T. Study of tomato leaf miner (*Tutaabsoluta* M.) in Georgia at different temperatures. *Central European Journal of Botany*. 2021;7(1):9-12.
- Terekbaev A.A., Gaplaev M.Sh., Magomadov M.A. Вредитель овощных культур в Чеченской Республике, томатная минирующая моль и меры борьбы с ним. *Известия Чеченского государственного университета*. 2020;4(20):56-59. DOI 10.36684/12-2020-20-4-56-59. EDN RVJQMJ.
- Долженко В.И., Лаптиев А.Б., Буркова Л.А. и др. Методические указания по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности. Москва, 2018. 61 с. EDN VVDXQF.

#### • References

- <https://www.fao.org/news/story/ru/item/1403671/icode/>
- Desneux, N.; Wajnberg, E.; Wyckhuys, K.A.G.; Burgio, G.; Arpaia, S.; Narváez-Vasquez, C.A.; Gonzalez-Cabrera, J.; Ruescas, D.C.; Tabone, E.; Frandon, J.; et al. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: Ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *J. Pest Sci.* 2010;(83):197–215.
- Guimapi R.A., Tonnang H.E., Mohamed S.A., Srinivasan R., Sotelo-Cardona P. Exploring the mechanisms of the spatiotemporal invasion of *Tuta absoluta* in Asia. *Agriculture*. 2020;10(4):124.
- Zhimerikin V.N., Mironova M.K. *Tuta absoluta* - a threat to tomato production. *Plant protection and quarantine*. 2009;(6):34-35. EDN PEBIJH. (In Russ.)
- Desneux N., Tabone E. Result and start-up of integrated protection against *Tutaabsoluta* in France. *PhytomaEspana*. 2010;(217):114-115.
- Kulakova N.I., Abasov M.M., Todorov N.G., Kuzina N.P., Sinitsyna E.V., Rastegaeva V.M. Application of tomato borer *Tuta absoluta* (Meyrick) pheromone in the tomato protection in protected ground. *The agrarian scientific journal*. 2021;(1):18-23. DOI 10.28983/asj.y2021i1pp18-23. EDN FPYGNQ. (In Russ.)
- Bajonero J., Cordoba N., Cantor F., Rodriguez D., Cure J.R. Biology and life cycle of *Apantelesgelechiidivoris* (Hymenoptera : Braconidae) parasitoid of *Tuta absoluta* (Lepidoptera:Gelechiidae). *AgronColomb*. 2008;(26):417-426.
- Bairambekov Sh.B., Korneva O.G., Anishko M.Yu., Kiseleva G.N. Beware - *Tuta absolute*. *Plant protection and quarantine*. 2019;(11):43-46. EDN HXRQNL. (In Russ.)
- Zaets V.G., Shareef Rawashdeh Shareef. *Tuta absoluta* and features of its development in Jordan. *Theoretical and applied problems of agro-industry*. 2013;(14):21-25. EDN STGAAB. (In Russ.)
- Khositashvili T., Khositashvili T. Study of tomato leaf miner (*Tutaabsoluta* M.) in Georgia at different temperatures. *Central European Journal of Botany*. 2021;7(1):9-12.
- Terekbaev A.A., Gaplaev M.Sh., Magomadov M.A. Pest of vegetable crops in the chechen republic, tomato leaf miner moth and measures to combat them. *Izvestiya of the Chechen State University*. 2020;4(20):56-59. DOI 10.36684/12-2020-20-4-56-59. EDN RVJQMJ. (In Russ.)
- Dolzhenko V.I., Laptiev A.B., Burkova L.A. and others. Guidelines for registration testing of pesticides in terms of biological effectiveness. Moscow, 2018. 61 p. EDN VVDXQF. (In Russ.)

## Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-102-105>

УДК УДК 635.21:631.526.32(470.1/.25)

Т.Э. Жигadlo\*

Федеральный исследовательский центр  
Всероссийский институт генетических  
ресурсов растений имени Н.И. Вавилова,  
Полярная опытная станция – филиал ВИР  
184209, Россия, Мурманская область,  
Апатиты, ул. Козлова, 2а

\*Адрес для переписки: hibinytanya@rambler.ru

**Конфликт интересов.** Автор заявляет  
об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Жигadlo Т.Э. Современные  
нематодоустойчивые сорта картофеля в усло-  
виях Севера. *Овощи России*. 2023;(5):102-105.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-102-105>

**Поступила в редакцию:** 16.08.2023

**Принята к печати:** 11.09.2023

**Опубликована:** 29.09.2023

Tatyana E. Zhigadlo\*

N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic  
Resources, Polar Experiment Station of VIR  
2a Kozlova St., Apatity,  
Murmansk region, 184209, Russia

**Corresponding author:** hibinytanya@rambler.ru

**Conflict of interests:** The author have no conflict  
of interests to declare.

**For citation:** Zhigadlo T.E. Modern nematode-resist-  
ant varieties of potatoes in the conditions of the  
North. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):102-  
105. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-102-105>

**Received:** 16.08.2023

**Accepted for publication:** 11.09.2023

**Published:** 29.09.2023

# Современные нематодоустойчивые сорта картофеля в условиях Севера



## Резюме

Золотистая картофельная нематода (*Globodera rostochiensis* Woll.) – фитопаразит, микроскопический червь, который вызывает глободероз картофеля. В результате урожай резко снижается, образуются мелкие клубни, а затем полная гибель растений. Ущерб, нанесённый золотистой картофельной нематодой (ЗКН) проявляется при заражённости почвы личинками в количестве 1 тыс. шт. и более в 100 см<sup>3</sup>. Недобор урожая в очагах сильного заражения может быть от 80 до 90%. Наиболее уязвимы ранние и среднеранние сорта картофеля. Лучший способ защиты сортов картофеля от глободероза применение в производстве сортов, устойчивых к ЗКН. Целью исследования было изучение новых нематодоустойчивых сортов картофеля в условиях Мурманской области.

**Методы.** В 2016-2020 годах на опытном поле Полярной опытной станции – филиала ВИР по основным биологическим и хозяйственно-ценным признакам было изучено 49 сортов картофеля, устойчивых к глободерозу. Размер участка, занятого под коллекцией изучения, составил 0,05 га; площадь питания 70х30 см. Посадку коллекции проводили в первых числах июня. Образцы высаживались в один ряд по 10 растений каждого сорта. Через каждые 10 образцов располагался сорт-стандарт – Хибинский ранний. Все основные учётные выполнены согласно методике ВИР.

**Результаты.** Фенологические наблюдения показали сорта с короткими сроками прохождения фенологических фаз: Алмаз, Гранд, Першацвет, Хибинский ранний, Roeslau. Ягодообразование имел сорт Labadia. Урожайность на 60-й день от посадки составила 531,7-741,7 г/куст (максимальный урожай у сорта Madeleine). На 90-й день от посадки урожай сортов был в пределах 747,5-1153,0 г/куст (максимальный у сорта Евразия). Содержание крахмала варьировало от 8,3% (сорт Arrow) до 20,4% (Albatros). По устойчивости к болезням выделены сорта Гранд, Гусар, Евразия, Гармония, Колорит, Расинка, Albatros, Angela, Courage.

**Заключение.** Изучены образцы мировой коллекции картофеля, выделены источники ценных признаков, которые могут быть использованы в селекционной работе для создания новых сортов, пригодных для возделывания в районах Крайнего Севера.

**Ключевые слова:** картофель, фенологические фазы, нематодоустойчивые сорта, хозяйственно-ценные признаки, устойчивость к болезням

# Modern nematode-resistant varieties of potatoes in the conditions of the North

## Abstract

Golden potato nematode (*Globodera rostochiensis* Woll.) is a phytoparasite, a microscopic worm that causes potato globoderosis. As a result, the yield is sharply reduced, small tubers are formed, and then the complete death of plants. The damage caused by the golden potato nematode manifests itself when the soil is infected with larvae in the amount of 1 thousand pieces or more in 100 cm<sup>3</sup>. The decrease in yield in areas of severe infection can reach from 70 to 90%. Early potato varieties are most affected. The best way to protect potato varieties from globoderosis is to use in the production of varieties resistant to golden potato nematode. The aim of the research was to study nematode-resistant potato varieties in the Murmansk region.

**Methods.** In 2016-2020, 49 potato varieties resistant to globoderosis were studied on the experimental field of the Polar Experimental Station of VIR according to the main biological and economically valuable characteristics. The size of the plot was 0,05 ha, the area of plant nutrition was 70x30 cm. Planting of varieties was carried out in early June. The samples were planted in the field in a row of 10 plants of each variety. Every 10 samples, the Khibinskiy ranniy variety was located. All accounts are performed according to the VIR methodology.

**Results.** Phenological observations have shown varieties with short periods of passage of phenological phases: Diamond, Grand, Pershatsvet, Khibinskiy ranniy, Roeslau. Berry formation was of the Labadia variety. The yield on the 60th day from planting was 531.7-741.7 g / bush (the maximum yield of the Madeleine variety). On the 90th day from planting, the yield of the varieties was in the range of 747.5-1153.0 g/bush (the maximum for the Eurasia variety). Starch content varied from 8.3% (Arrow grade) up to 20.4% (Albatros). According to disease resistance, the varieties Grand, Gusar, Eurasia, Harmony, Colorit, Rasinka, Albatros, Angela, Courage are distinguished.

**Conclusion.** Samples of the world potato collection have been studied; sources of valuable traits that can be used in breeding work to create new varieties suitable for cultivation in the Far North have been identified.

**Keywords:** potato, phenological phases, nematode-resistant varieties, economically valuable signs, disease resistance

### Введение

**З**олотистая картофельная цистообразующая нематода (*Globodera rostochiensis* Woll.) это опасный карантинный вредитель, который является причиной возникновения глободероза картофеля. Глободероз широко распространенное и самое вредоносное заболевание картофеля, способное нанести значимый ущерб, как в производственных посадках, так и в личных участках огородников. Потери урожая картофеля от глободероза может достигать до 80-90% [1]. Золотистая картофельная нематода (ЗКН) отличается экологической пластичностью, может сохраняться в цистах до 10 лет в почве при неблагоприятных температурах. ЗКН распространена во многих регионах РФ. В Мурманской области впервые картофельная нематода обнаружена в 2003 году в Кандалакшском районе [2]. Наиболее эффективный и экономически выгодный способ профилактики и снижения потери урожая картофеля от глободероза применение в севооборотах нематодоустойчивых сортов. Это дает не только хорошие урожаи на зараженных участках и полях, но и способствует обеззараживанию почвы [1, 3]. Поэтому для расширения сортимента сортов картофеля, устойчивых к глободерозу, возникла необходимость в их изучении в условиях Мурманской области.

Цель данного исследования – провести изучение селекционных нематодоустойчивых сортов картофеля по основным хозяйственно-ценным признакам (скороспелость, продуктивность, товарность, содержание крахмала, устойчивость к различным заболеваниям) в условиях Мурманской области.

### Материалы и методика исследований

В 2016-2020 годах на опытном поле Полярной опытной станции – филиала ВИР по основным биологическим и хозяйственно ценным признакам было изучено 49 нематодоустойчивых сортов картофеля, поступивших на станцию из Мировой коллекции ВИР в 2015-2019 годах. Изучаемые нематодоустойчивые сорта, по данным оригинаторов, представлены образцами из 9 стран. В основном это современные сорта картофеля из Германии и Нидерландов, но есть также из Беларуси, России, по 1 сорту из Ирландии, Франции, Польши, Украины, и 2 сорта из США. Закладка опыта проведена согласно общеизвестной полевой методике [4]. Размер участка, занятого под коллекцией изучения, составил 0,05 га; площадь питания 70х30 см. Посадку коллекции проводили в первых числах июня. Образцы высаживались в один ряд по 10 растений каждого сорта. Через каждые 10 образцов располагался сорт-стандарт – Хибинский ранний. Перед посадкой клубни проращивали на свету в течение 40 дней. Посадка и копка образцов проводилась вручную. Агротехнику возделывания сортов картофеля применили согласно рекомендациям, принятым для Мурманской области [5]. В течение вегетативного периода проводились фенологические наблюдения за растениями (всходы, массовые всходы, бутонизация, цветение, массовое цветение, ягодообразование). В период цветения картофеля провели визуальную оценку поражения растений вирусными и грибными заболеваниями. Хозяйственно-ценные признаки картофеля (скороспелость, продуктивность, урожайность, товарность, содержание крахмала в клубнях) определяли согласно методике ВИР. Скороспелость определяли путем выкапывания двух

кустов на 60 день от посадки. Продуктивность учитывали после окончательной уборки, оценивая вес клубней с одного куста, число товарных клубней, среднюю массу товарного клубня, товарность клубней. Содержание крахмала в клубнях определяли по удельному весу путем их взвешивания в воде, с применением номограмм Эдгара и Назаренко. Урожай, химический состав клубней, а также степень поражения вирусами и другими болезнями оценивали по 9-ти бальной шкале: от 1 до 9 баллов в сторону усиления признака, согласно «Методическим указаниям по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля» [6]. Также в период хранения определяли продолжительность биологического покоя клубней.

### Результаты исследований

Фенологические наблюдения показали, что в среднем у сортов всходы наблюдали на 11 день от посадки, появление массовых всходов – на 16 день от посадки, фазу бутонизации отметили на 34 день, цветение и массовое цветение было зарегистрировано на 45 и 54 день соответственно. Самые сжатые сроки прохождения всех фенологических фаз отметили у сортов Хибинский ранний (стандарт), Roeslau, Першацвет, Гранд и Алмаз. В северных условиях не цвели сорта Donella, Actrice, Arrow, Angela, Rosara, Secura. У изучаемых сортов картофеля в годы исследований не наблюдалось стабильного ягодообразования. В течение всех лет изучения ягоды образовались только у сорта Labadia (Нидерланды) (рис. 1).



**Рис. 1. Ягоды у сорта Labadia**  
**Fig. 1. Berries of the Labadia variety**

Учет элементов урожайности позволил отметить сорта, которые превышают стандартный сорт – Хибинский ранний по показателям хозяйственно ценных признаков (Таблица, рис. 2). Выделены следующие сорта:

- по раннему накоплению урожая – сорт Molli;
- по продуктивности – Гармония, Юбиляр, Кортни, Courage, Angela, Arrow, Arizona, Gala;
- по раннеспелости в сочетании с продуктивностью, высокой товарностью клубней и крупностью товарных клубней – Першацвет, Гусар, Дубрава;
- по раннеспелости по продуктивности, и крахмалистости – Roeslau;
- по раннеспелости в сочетании с продуктивностью – Вымпел и Madeleine;



- по раннеспелости в сочетании с крахмалистостью – Криница, Ramos;
- по продуктивности, в сочетании с высокой товарностью и крупностью клубней, и с высоким содержанием крахмала – Albatros;
- по продуктивности в сочетании с высокой товарностью и крупностью клубней, и урожайностью – Евразия;
- по продуктивности в сочетании с высокой товарностью и крупностью клубней – Colleen.

За годы изучения были отмечены сорта, которые не поражались вирусами (по визуально-полевой оценке), а также болезнями надземной части (по ботве) и при хранении клубней (ооспорозом, фомозом, паршой обыкновенной, ризоктониозом): Расинка, Albatros, Гусар, Евразия, Angela, Courage, Velox, Гранд, Колорит, Гармония.

В основном образцы характеризовались длинным периодом биологического покоя клубней (прорастание через 5 месяцев, оценка 7 баллов). У сорта Гарантия клубни проросли через 3 месяца (5 баллов), у сортов



**Рис. 2. Клубни, выделенных сортов**  
**Fig. 2. Tubers of selected varieties**

Таблица. Характеристика нематодоустойчивых сортов картофеля, выделенных по итогам комплексного изучения на Полярная опытной станции  
Table. Characteristics of nematode-resistant potato varieties identified based on the results of a comprehensive study at the Polar Experimental Station

| № п/п | № Каталога ВИР | Название сорта   | Страна, оригинатор | Год присылки | Ранняя уборка |              |                                |               | Окончательная уборка |              |                     |               |            |                                |
|-------|----------------|------------------|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------------------------|---------------|----------------------|--------------|---------------------|---------------|------------|--------------------------------|
|       |                |                  |                    |              | % к стандарту | г/куст общий | Урожайность, кг/м <sup>2</sup> | Товарность, % | % к стандарту        | г/куст общий | Ср. вес тов. клубня | Товарность, % | % крахмала | Урожайность, кг/м <sup>2</sup> |
|       | 6928           | Хибинский ранний | СССР               |              | 100           | 504,4        | 2,3                            | 84,0          | 100                  | 742,1        | 123,0               | 90,0          | 12,7       | 3,3                            |
| 1     | 25314          | Arizona N*       | Нидерланды         | 2019         | 99            | 500,0        | 2,3                            | 73,4          | 138                  | 1023,0       | 117,3               | 89,0          | 8,9        | 4,6                            |
| 2     | 25436          | Гусар N          | «Лига» Россия      | 2018         | 100           | 505,0        | 2,3                            | 53,0          | 124                  | 917,1        | 117,4               | 91,9          | 13,4       | 4,1                            |
| 3     | 25442          | Ramos N          | Нидерланды         | 2019         | 105           | 531,7        | 2,4                            | 85,3          | 85                   | 632,9        | 127,9               | 89,2          | 17,6       | 2,8                            |
| 4     | 19477          | Roeslau N        | Германия           | 2019         | 109           | 550,0        | 2,5                            | 69,7          | 101                  | 747,5        | 87,3                | 82,2          | 17,6       | 3,3                            |
| 5     | 12186          | Molli N          | Германия           | 2018         | 121           | 610,0        | 2,7                            | 21,0          | 76                   | 562,1        | 86,2                | 83,5          | 12,2       | 2,5                            |
| 6     | 24622          | Дубрава N        | Беларусь           | 2019         | 130           | 655,0        | 2,9                            | 83,8          | 110                  | 812,5        | 104,8               | 96,6          | 14,9       | 3,7                            |
| 7     | 25467          | Першацвет N      | Беларусь           | 2019         | 132           | 663,3        | 3,0                            | 92,0          | 126                  | 934,2        | 165,3               | 97,5          | 15,0       | 4,2                            |
| 8     | 11991          | Криница N        | Беларусь           | 2019         | 133           | 671,7        | 3,0                            | 81,9          | 54                   | 403,4        | 68,9                | 80,7          | 17,2       | 1,8                            |
| 9     | 25434          | Вымпел N         | ВНИИКС             | 2018         | 144           | 725,0        | 3,3                            | 74,0          | 113                  | 840,0        | 127,7               | 87,3          | 10,7       | 3,8                            |
| 10    | 25322          | Madeleine N      | Нидерланды         | 2015         | 147           | 741,7        | 3,3                            | 55,5          | 143                  | 1059,5       | 100,7               | 84,9          | 10,8       | 4,8                            |
| 11    | 25437          | Евразия N        | ЛНИИСХ             | 2018         | 87            | 438,3        | 2,0                            | 60,7          | 155                  | 1153,4       | 144,3               | 93,8          | 12,6       | 5,2                            |
| 12    | 25270          | Gala N           | Германия           | 2015         | 93            | 491,7        | 2,2                            | 48,2          | 134                  | 996,6        | 75,8                | 78,4          | 12,2       | 4,5                            |
| 13    | 24627          | Юбиляр N         | Сибирский НИИСХиТ  | 2018         | 66            | 340,0        | 1,5                            | 39,3          | 133                  | 990,8        | 80,1                | 87,1          | 11,2       | 4,5                            |
| 14    | 25224          | Colleen N        | Ирландия           | 2015         | 85            | 458,3        | 2,1                            | 42,4          | 131                  | 975,1        | 113,0               | 93,3          | 12,2       | 4,4                            |
| 15    | 24180          | Albatros N       | Германия           | 2019         | 89            | 446,7        | 2,0                            | 90,7          | 121                  | 901,0        | 118,3               | 92,2          | 20,4       | 4,1                            |
| 16    | 25341          | Кортни N         | Татарский НИИСХ    | 2016         | 81            | 393,3        | 1,8                            | 65,0          | 119                  | 883,5        | 95,7                | 86,6          | 12,5       | 4,0                            |
| 17    | 24768          | Courage N        | Нидерланды         | 2018         | 93            | 468,3        | 2,1                            | 88,7          | 118                  | 873,8        | 97,7                | 85,2          | 14,2       | 4,0                            |
| 18    | 25464          | Гармония N       | Беларусь           | 2019         | 84            | 423,3        | 1,9                            | 73,3          | 114                  | 846,7        | 109,6               | 87,4          | 15,9       | 3,8                            |
| 19    | 25315          | Arrow N          | Нидерланды         | 2017         | 89            | 456,7        | 2,0                            | 77,6          | 114                  | 846,3        | 141,6               | 91,0          | 8,3        | 3,8                            |
| 20    | 19464          | Angela N         | Германия           | 2018         | 59            | 316,7        | 1,4                            | 51,3          | 110                  | 814,2        | 80,8                | 86,2          | 12,7       | 3,7                            |

\*Примечание: N – нематодоустойчивость

Genesee, Labadia, Margarita клубни имели очень длинный период покоя – прорастание через 7 месяцев (9 баллов).

### Закключение

По итогам комплексного изучения современных нематодоустойчивых сортов картофеля в условиях Севера были выделены 20 сортов, характеризующиеся лучшими показателями хозяйственно ценных признаков. Это сорта: Гусар, Евразия, Кортни, Вымпел, Юбиляр,

Дубрава, Першацвет, Гармония, Криница, Arizona, Angela, Albatros, Arrow, Courage, Collen, Madeleine, Molli, Gala, Ramos, Roeslau. Выделенные нематодоустойчивые сорта рекомендуются к возделыванию в Мурманской области в целях профилактики или в очагах, пораженных карантинным объектом - Золотистой картофельной цистообразующей нематодой как в производственных целях, так и в личных подсобных хозяйствах.

### Об авторе:

Татьяна Эдуардовна Жигadlo – научный сотрудник, Hibinytanya@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8605-0196>

### About the Author:

Tatyana E. Zhigadlo – Researcher, Hibinytanya@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8605-0196>

### • Литература

1. Шестеперов А.А., Грибоедова О.Г., Колесова Е.А., Володин А.И. Возделывание нематодоустойчивых сортов картофеля в очагах глободероза в фермерских и личных подсобных хозяйствах. *Защита и карантин растений*. 2019;(12):35-38. EDN RBRNPK.
2. Костюк В.И., Травина С.Н., Абакина С.В., Ахтулова Е.М. Северный картофель: советы огородникам. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН. 2013. 116 с.
3. Шанина Е.П., Ключкина Е.М., Кокшаров В.П. Нематодоустойчивые сорта картофеля Уральского селекции. *Достижения науки и техники АПК*. 2011;(6):27-28. EDN NXACRT.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат. 1985. 336 с.
5. Аникина С.А., Арчакова Л.И., Бишов Э.А. и др. Система ведения сорта картофеля в Мурманской области. Мурманск. 1983. 232 с.
6. Кир С.Д. и др. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля. Санкт-Петербург: ВИР. 2010. 27 с.

### • References

1. Shesteperv A.A., Griboedova O.G., Kolesova E.A., Volodin A.I. Cultivation of nematode resistant potato varieties in the globoderosis foci in farms and private farms. *Plant protection and quarantine*. 2019;(12):35-38. EDN RBRNPK. (In Russ.)
2. Kostyuk V.I., Travina S.N., Abakshina S.V., Akhtulova E.M. Northern potatoes: tips for gardeners. Apatity: Publishing house of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2013. 116 p. (In Russ.)
3. Shanina E.P., Klyukina E.M., Koksharov V.P. Selection potato varieties resistant to cyst nematode in the Ural. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2011;(6):27-28. EDN NXACRT. (In Russ.)
4. Dospekhov B.A. Method of field experiments (with the basics of statistical processing of research). Moscow. Agropromizdat. 1985. 336 p. (In Russ.)
5. Anikina S.A., Archakova L.I., Bishov E.A. et al. The system of agriculture in the Murmansk region. Murmansk. 1983. 232 p. (In Russ.)
6. Kiru S.D. et al. Guidelines for maintenance and study of the global potato collection. St. Petersburg: VIR. 2010. 27 p. (In Russ.)





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](mailto:info@vniissok.com)

Интернет-магазин: [www.vniissok.com](http://www.vniissok.com)

Магазин "Семена ВНИССОК":

Адрес: 143080, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИССОК, 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](http://www.vniissok.com)